

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

**КОЛОМІЄЦЬ АЛЬОНА АНАТОЛІЇВНА**

УДК [378.147:51]:[378.091.212:621.38](043.5)

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ  
ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ  
«ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Подається на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ А. А. Коломієць

Рівне – 2023

## АНОТАЦІЯ

Коломієць А. А. «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальності 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Вінницький національний технічний університет. Рівненський державний гуманітарний університет. Рівне, 2023.

У дисертації науково обґрунтовано теоретико-методологічні засади фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», уточнено термінологічний апарат фундаменталізації математичної підготовки, розроблено концепти та структурно-функціональну модель реалізації фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

*Наукова новизна* дослідження полягає в тому, що *вперше*:

– *розроблено* авторську концепцію фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *науково обґрунтовано* теоретико-методологічні засади педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *виокремлено* найбільш дієві педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *обґрунтовано* змістовне наповнення понять «фундаменталізація математичної підготовки», «професійно спрямована математична компетентність» майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

- *спроєктовано* структурно-функціональну модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- *укладено* навчально-методичний супровід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- *удосконалено* критерії оцінювання, інструментарій діагностування рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності;
- *уточнено* дефініції понять «математична підготовка», «фундаменталізована математична підготовка», «елементи знань»; «освітньо-інформаційне середовище», «інформаційний простір», «інформаційне середовище»; структурні компоненти професійно спрямованої математичної компетентності: «мотиваційна», «когнітивна», «операційно-діяльнісна», «конструкторсько-алгоритмічна»;
- *удосконалено* технологію формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» у процесі фундаменталізації їхньої математичної підготовки;
- *подальшого розвитку* набули ідеї підвищення рівня математичної підготовки внаслідок застосування методології реалізації педагогічної системи фундаменталізації в освітньому процесі; ідеї реалізації принципів фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; ідеї реалізації феномену «педагогічні умови» як дієвого апарату педагогічної системи, що постає суттєвим чинником досягнення педагогічних цілей.

*Практичне значення одержаних результатів дослідження* полягає в розробленні та реалізації в освітньому процесі навчально-методичного супроводу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а саме: робочих навчальних програм із курсу вищої математики для майбутніх бакалаврів галузі знань

«Електроніка та телекомунікації»; монографії «Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій»; навчально-методичних посібників «Вища математика: лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів», «Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля», практикуму «Практикум з вищої математики: обчислення границь», збірника задач «Вища математика. Збірник прикладних задач»; електронних засобів навчання: «Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання», курс відеозанять на ютубі з окремих тем курсу вищої математики, курс лекцій на платформі JetIQ.

Результати дослідження знайдуть використання під час укладання навчальних програм, навчальних посібників і рекомендацій, матеріалів для оцінювання знань з математичних дисциплін.

Сутність фундаменталізації знань у суспільно-історичному контексті розкрито на основі використання категорійного апарату філософії, який дав змогу описати цей феномен як спіралеподібне, поетапне культивування, генералізацію, накопичення, трансформацію наукових знань шляхом відбору їхніх інваріантів, а відтак переходу останніх на новий рівень. Явище фундаменталізації постає як проходження наукових знань через «гносеологічний», «синергетичний», «синтетичний», «діалектичний» рівні та вихід на новий рівень розвитку – новий виток фундаменталізації.

Побудовано концепцію фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», яка охоплює теоретичний, методологічний і технологічний концепти, що передбачають вибір та обґрунтування загальнонаукових підходів – системного, синергетичного та конкретнонаукових підходів – знаннево-діяльнісного, інтегративного, компетентнісного, особистісно-орієнтовного; професійно-орієнтовного, навчально-дослідницького, фрактального, дотримання загальнодидактичних (науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики) та специфічних (фундаментальності,

професійної спрямованості, структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності) принципів.

Підґрунтям розроблення концепції слугує ідея суттєвого покращення шляхом фундаменталізації освіти наукового складника освітнього процесу у ЗВО, в основі якої – виокремлення у змісті освіти світоглядних, філософських і математичних інваріантних основ наукових знань, формалізація теорій предметної галузі.

*Фундаменталізацію математичної підготовки* майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» визначено як концепцію підвищення якості математичної підготовки, що передбачає побудову та впровадження в освітній процес педагогічної системи, в основі якої – виокремлення фундаментальних математичних знань і вмінь професійного спрямування; зміна змісту математичних дисциплін унаслідок строгого добору матеріалу, визначення інваріантів математичного апарату, що забезпечує потенціал професійної адаптивності та реалізації власної освітньої траєкторії майбутніх фахівців.

Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» зорієнтована на добір і вивчення фундаментальних основ математичного апарату, формування вмінь використовувати здобуті знання для виконання прикладних завдань професійного змісту, вмінь системно мислити, а також викладати професійне завдання математичною мовою та моделювати його розв'язок.

Відповідно до положень моделювання педагогічних систем педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» представлено графічно як структурно-функціональну модель, що відображає взаємозв'язки між елементами педагогічної системи та складається із цільового, теоретико-концептуального, змістовно-процесуального, оцінно-результативного блоків.

Обґрунтовано, що в результаті реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі

знань «Електроніка та телекомунікації» відбувається формування професійно спрямованої математичної компетентності, до складу якої належать *мотиваційна, когнітивна, конструкторсько-алгоритмічна, операційно-діяльнісна* компоненти. *Професійно спрямовану математичну компетентність* майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» визначено як сукупність (інтегральне утворення) математичної компетентності й елементів професійної компетентності.

Формування професійно спрямованої математичної компетентності зумовлене професійною спрямованістю фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Сформованість її компонент підлягала перевірці за *мотиваційно-ціннісним, теоретико-логічним, абстрактно-конструкторським, процесуальним критеріями* та співвіднесеності з одним із рівнів – високим, достатнім, середнім, низьким.

На основі аналізу педагогічної літератури, експертного оцінювання та власного досвіду визначено педагогічні умови фундаменалізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Описано оперування вказаними педагогічними умовами в освітньому процесі як факторами реалізації педагогічної системи фундаменалізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а відтак встановлено їхній взаємозв'язок і статус детермінантів (у разі сукупного впровадження) реалізації педагогічної системи фундаменалізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Результатом упровадження педагогічної системи фундаменалізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» у освітній процес є зафіксована позитивна динаміка зміни рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності після проведення формувального етапу експерименту.

Ефективність педагогічної системи увиразнило встановлення кореляції між якістю знань з вищої математики та фахових дисциплін у ЕГ.

Доведено, що запропонована педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є дієвою й за умов її реалізації різними викладачами. Динаміку зміни рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності підтверджено шляхом статистичної перевірки з використанням критеріїв Фішера,  $\chi^2$ -Пірсона, кореляцію між якістю знань з вищої математики та фахових дисциплін – критерію Спірмена. Одержані результати дослідження дають підстави стверджувати про ефективність упровадженої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» та слугують підтвердженням істинності висунутої наукової гіпотези.

*Ключові слова:* математична підготовка, фундаменталізація математичної підготовки, галузь знань «Електроніка та телекомунікації», концепція, концепти, професійна підготовка, професійно спрямована математична компетентність, компетентнісний підхід, компетентність, педагогічні умови, структурно-функціональна модель, критерій.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Праці, у яких опубліковано основні результати дослідження*

### *Монографії*

1. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій: монографія / за наук. ред. В. І. Клочка. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 360 с.

*Статті, опубліковані у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science та (або) Scopus*

2. Kolomiets A., Kraievska O., Krupskiy Y., Tiutyunnyk O., Klieopa I., Kalashnikov I. Formation of the Cognitive Component of Professionally-Oriented Mathematical Competence of Future Radio Specialists in the Context of Neuroplasticity of the Human Brain. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. 2020. Vol. 11, issue 3. P. 15–28. URL: <https://lumenpublishing.com/journals/index.php/brain/article/view/3454/2562>.

3. Kolomiets A., Tiutyunnyk O., Stakhova O., Fonariuk D., Dobraniuk Yu, Hensitska-Antoniuk N. Professional orientation of fundamentalization of mathematical training of future technical specialists. *AD ALTA: Journal of Research*. 2021. Vol. 194 p. P. 39–46. URL: [http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A\\_07.pdf](http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A_07.pdf).

4. Sashnova M., Zahorulko A., Liulchak S., Shabelnyk T., Kolomiets A., Yermakova S. Detection of accessibility and quality of websites of the leading universities of the world. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2021. 30-th June. Vol. 99. № 12. P. 2845–2857. URL: <http://www.jatit.org/volumes/Vol99No12/6Vol99No12.pdf>.

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

5. Клочко В. І., Коломієць А. А. Комп'ютерне моделювання як основа фундаментальної підготовки менеджерів. *Наукові записки Вінницького*



державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія. 2013. Вип. 39. С. 175–179.

6. Клочко В. І., Коломієць А. А., Коцюбівська К. І. Навчально-дослідницька робота студентів як засіб опанування фундаментальними знаннями. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*: зб. наук. пр. 2013. Вип. 36. С. 291–295.

7. Клочко В. І., Коломієць А. А. Професійно спрямована фундаменталізація навчання математики. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. Вип. 41. С. 184–187.

8. Коломієць А. А. Вивчення окремих розділів вищої математики при формуванні наукового світогляду студентів в умовах співпраці університетів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 120. С. 135–136.

9. Коломієць А. А. Використання прикладних задач при вивченні теми «Диференціальні рівняння» як шлях до фундаменталізації навчального процесу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. № 42 (1). С. 37–40.

10. Коломієць А. А. Застосування інтегративного підходу в системі інженерної освіти на прикладі навчання лінійної алгебри. *Педагогічний дискурс*. 2014. Вип. 17. С. 87–91.

11. Коломієць А. А. Інтегративний підхід в процесі формування змісту фундаментальної підготовки з математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т. 3. № 10. С. 13–17.

12. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки як один із аспектів формування математичної культури студентів технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 2 (3). С. 45–51.

13. Коломієць А. А. Фундаменталізація вищої технічної освіти за кордоном: проблеми та перспективи. *Педагогіка безпеки*. 2018. Т. 3. № 1. С. 69–75.

14. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Краєвський В. О., Клеопа І. А., Дубова Н. Б. Застосування систем комп'ютерної математики у процесі фундаментальної математичної підготовки майбутніх інженерів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2019. № 58. С. 101–108.

15. Коломієць А. А., Клочко В. І., Стахова О. А. Професійно-орієнтовані задачі як компонент фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів та коледжів. *Педагогічний дискурс: зб. наук. пр. Хмельницький*, 2019. Вип. 26. С. 85–93.

16. Коломієць А. А. Теоретичні засади впровадження компетентнісного підходу у процесі фундаментальної математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2019. Т. 4. № 1. С. 25–32.

17. Коломієць А. А. Феномен фундаменталізації освітнього процесу як філософська проблема сучасності. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський зб. наук. пр. молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2020. Вип. № 30. Т. 4. С. 61–67.

18. Коломієць А. А. Математичне моделювання як засіб поглиблення фундаментальної математичної освіти інженера. *Педагогічна освіта: теорія і практика: зб. наук. пр.* 2020. Вип. 29. С. 285–294.

19. Коломієць А. А. Структурно-функціональна модель фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців-радіотехніків. *Наукові записки. Серія: Педагогіка і психологія*. 2020. Вип. 64. С. 77–84.

20. Бондаренко З. В., Кирилащук С. А., Коломієць А. А. Особливості тестування студентів під час дистанційної форми навчання вищої математики в технічному університеті. *Педагогіка формування творчої особистості у*

*вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. пр. Запоріжжя: КПУ, 2020. Вип. 73. Т. 1. С. 182–186.*

21. Kolomiets A. Methodological aspects of fundamentalization of mathematical knowledge of future specialists in the field of electronics and telecommunications. *Zhytomyr Ivan Franko state university journal. Pedagogical sciences*. 2021. Vol. 3 (106). P. 62–70.

22. Коломієць А. А. Фундаментальна математична підготовка майбутніх бакалаврів галузі електроніки і телекомунікації на засадах випереджувального навчання. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. № 2. С. 81–87.

23. Коломієць А. А. Побудова педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей. *Молодь і ринок*. 2021. № 10 (196). С. 84–92.

***Опубліковані праці, що додатково відображають наукові  
результати дисертації***

24. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти як чинник впливу на реформування вищої освіти в Україні. *Міжнародна діяльність університетів як фактор інноваційного розвитку вищої школи: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. заочної конфр., м. Маріуполь, 18 вересня 2015 р. 385 с.*

25. Коломієць А. А. Інтегративний підхід в процесі формування змісту фундаментальної підготовки з математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т. 3. № 10. С. 13–17. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/nz-pmfmtto/article/view/1065>.

26. Коломієць А. А. Метод проектів як засіб фундаменталізації освітнього процесу у ВНЗ. *XLV науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали конф., м. Вінниця, 2–11 берез. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 1111–1113.*

27. Клочко В. І., Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів як чинник розвитку їх логічного мислення. *Economics, science, education: integration and synergy: materials of international scientific and practical conference, Bratislava, 18–21 January 2016*. Р. 62–63.

28. Коломієць А. А. Реалізація системотвірної функції фундаменталізації математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 1 (2). С. 65–70.

29. Коломієць А. А. Пріоритетні методика навчання фундаментальних дисциплін у вищих навчальних закладах. *XLVI науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 15–24 берез. 2017 р. Вінниця, 2017. С. 1223–1226.

30. Коломієць А. А. Формування змістової лінії вищої математики в технічних університетах на основі компетентнісного підходу. *Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності*: матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 18–19 травня 2017 р. Вінниця. С. 138–144.

31. Коломієць А. А. Систематизація як засіб фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей. *Математика у технічному університеті XXI сторіччя*: зб. наук. праць за матеріалами дистанційної Всеукр. наук. конф., м. Краматорськ, 15–16 трав. 2017 р. Краматорськ : ДДМА, 2017. С. 121–123.

32. Коломієць А. А. Нейропластичність мозку як фактор формування математичних компетентностей у студентів технічних спеціальностей. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності: матеріали конференції*. Вінниця, 2018. С. 416–419.

33. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутнього інженера як складова фундаменталізації освітнього процесу. *XLVII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 14–23 берез. 2018 р. Вінниця, 2018. С. 1307–1310.

34. Коломієць А. А., Клочко В. І. Метод аналогії як засіб поглиблення фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали II Міжнарод. наук.-практ. Інтернет-конф., м. Тернопіль, 8–9 листопада 2018 р. Тернопіль. С. 204–207. URL:

[http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets\\_Klochko.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets_Klochko.pdf)

35. Коломієць А. А. Вивчення історичних аспектів у процесі навчання як педагогічна умова фундаменталізації математичної підготовки студентів технічних спеціальностей. *Історія науки – майбутньому вчителю 2018*: зб. матеріалів Всеукр. студент. наук.-практ. конф., м. Умань, 19–20 квіт. 2018 р. Умань. С. 15–16.

36. Клочко В. І., Коломієць А. А. Теорія ймовірностей. Ч. 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2018. 72 с.

37. Коломієць А. А., Клочко В. В. Формування деяких фундаментальних понять курсу вищої математики в технічних ЗВО. *XLVIII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 13–15 берез. 2019 р. Вінниця, 2019. С. 945–948.

38. Коломієць А. А. Про деякі аспекти впровадження СКМ в процесі фундаментальної математичної підготовки. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі*: матеріали наук.-практ. конф., м. Київ: Видавничий центр КНУКіМ, 2019. Ч. 2. С. 68–71.

39. Найко Д. А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. Вища математика: лінійна алгебра: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2019. 161 с.

40. Коломієць А. А. Інформаційні технології як інструмент процесу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх інженерів. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. м. Київ, 22–23 квіт. 2020 р. Київ, 2020. Ч. 2. С. 45–48.

41. Коломієць А. А., Клочко В. І., Краєвський В. О. Практикум з вищої математики: обчислення границь. Вінниця: ВНТУ, 2020. 59 с.

42. Kolomiets A., Klochko V., Stakhova O. Formation of competences of students of technical specialties in the process of their fundamental mathematical training. *Society. Integration. Education: proceedings of the International Scientific Conference. Rezekne, May 22<sup>th</sup>-23<sup>th</sup>2020, 2020. Vol. I. P. 443–453.*

43. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Тютюнник О. І., Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2021. 628 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645>.

44. Краєвський О. В., Добранюк Ю. В., Коломієць А. А. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2022. 142 с.

45. Клочко В. І., Коломієць А. А. Вища математика. Збірник прикладних задач: збірник задач. Вінниця: ВНТУ, 2021. 105 с.

***Патенти, свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір***

46. Програмований блок керування для цифро-аналогових пристроїв: пат. 143131 UA. МПК G06F 7/00. № u 2020 00952; заявл. 14.02.2020; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13. 4 с.

47. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103133 від 12.03.2021 р. Комп'ютерна програма «Математичний калькулятор» / С. В. Набережний, А. А. Коломієць, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк, В. І. Клочко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 64. С. 112.

48. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103139 від 12.03.2021 р. Комп'ютерна програма «Калькулятор трикутників» / Козиряй І. А., Коломієць А. А., Тютюнник О. І., Клеопа І. А., Добранюк Ю. В. *Авторське право і суміжні права*. Бюл. 64. 2021. С. 114.

49. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 104531 від 13.05.2021 р. Комп'ютерна програма «Коледж» / А. В. Гонца, А. А. Коломієць, В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 65. С. 37.

50. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 110687 від 30.12.2021 р. Комп'ютерна програма «Знаходження числа Фібоначчі» / О. Д. Дідич, А. А. Коломієць, В. І. Клочко, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, З. В. Бондаренко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 68. С. 735.

## ABSTRACT

*Kolomiets A. A.* «Theory and practice of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and telecommunications». – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Pedagogical Sciences in the specialty 13.00.04 – theory and methodology of professional education. Vinnytsia National Technical University. Rivne State Humanitarian University. Rivne, 2023.

In the dissertation the theoretical and methodological foundations of the fundamentalization of mathematical training of future bachelors of the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» are scientifically substantiated, the terminological apparatus of fundamentalization of mathematical training is clarified, concepts and the structural and functional model of the implementation of the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» are developed.

The scientific novelty of the study is that for the first time:

– the author's concept of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is developed;

– the theoretical and methodological foundations of the pedagogical system of the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge "Electronics and Telecommunications" are scientifically substantiated;

– the most effective pedagogical conditions for the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» are singled out;

– the substantive content of the concepts «fundamentalization of mathematical training», «professionally oriented mathematical competence» of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is substantiated;

– the structural and functional model of the pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is designed;

– the educational and methodological support of the pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is concluded;

– the assessment criteria, diagnostic tools of formation levels of professionally oriented mathematical competence are improved;

– the definitions of the concepts «mathematical training», «fundamentalized mathematical training», «elements of knowledge»; «educational and information environment», «information space», «information environment»; structural components of professionally oriented mathematical competence: «motivational», «cognitive», «operational and active», «design and algorithmic» are clarified;

– the technology of forming the component of professionally oriented mathematical competence of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» in the process of fundamentalizing their mathematical training is improved;

– the ideas of increasing the level of mathematical preparation gained further development due to the application of the methodology of implementing the



pedagogical system of fundamentalization in the educational process; ideas for implementing the principles of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications»; the idea of implementing the phenomenon of «pedagogical conditions» as an effective apparatus of the pedagogical system, which appears to be a significant factor in the achievement of pedagogical goals.

The practical significance of the obtained research results lies in the development and implementation in the educational process of educational and methodological support for the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications», namely: higher mathematics study programs for future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications»; monographs «Fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of electronics and telecommunications»; educational and methodological manuals «Higher mathematics: linear algebra», «Probability theory. Part 2. Individual and independent work of students», «Multiple, curvilinear, surface integrals and elements of field theory», practicum «Practice in higher mathematics: calculation of limits», collection of tasks «Higher mathematics. Collection of application tasks»; electronic teaching aids: «Higher mathematics: the indefinite integral. Practicum for distance learning», a course of video lessons on YouTube on certain topics of the higher mathematics course, a course of lectures on the JetIQ platform.

The results of the research will be used in the preparation of study programs, textbooks and recommendations, materials for assessing knowledge in mathematical disciplines.

The essence of the fundamentalization of knowledge in the socio-historical context is implemented through the use of the categorical apparatus of philosophy, which made it possible to describe this phenomenon as a spiral-like, step-by-step cultivation, generalization, accumulation, transformation of scientific knowledge by selecting their invariants, and thus moving the latter to a new level. The phenomenon of fundamentalization appears as the passage of scientific knowledge

through «epistemological», «synergistic», «synthetic», «dialectical» levels and reaching a new level of development – a new round of fundamentalization.

The concept of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is built, which includes theoretical, methodological and technological concepts, which provide for the selection and justification of general scientific approaches – systemic, synergistic and specific scientific approaches – knowledge and activity, integrative, competence-based, personally oriented; professionally oriented, teaching and research, fractal, observance of the general didactic principles: scientificity, systematicity, continuity of education, visibility, connection of theory and practice, and specific principles: fundamentality, professional orientation, structuring of educational material, effectiveness, integrity.

The basis for the development of the concept is the idea of a significant improvement through the fundamentalization of the education of the scientific component of the educational process in IHE, based on the separation of worldview, philosophical and mathematical invariant foundations of scientific knowledge in the content of education, and the formalization of theories of the subject field.

The fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is defined as the concept of improving the quality of mathematical training, which involves the construction and implementation of a pedagogical system in the educational process, based on the separation of fundamental mathematical knowledge and professional skills; changing the content of mathematical disciplines as a result of a strict selection of material, determining the invariants of the mathematical apparatus, which ensures the potential for professional adaptability and the implementation of their own educational trajectory of future specialists.

The fundamentalization of the mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is focused on the selection and study of the fundamental foundations of mathematical apparatus, the

formation of the ability to use the acquired knowledge to perform applied tasks of a professional content, the ability to think systematically, as well as to teach a professional task in mathematical language and model its solution.

In accordance with the modeling of pedagogical systems provisions, the pedagogical system of mathematical fundamentalization of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is presented graphically as the structural and functional model that reflects the relationships between the elements of the pedagogical system and consists of target, theoretical and conceptual, content and procedural, assessment and resultative blocks.

It is substantiated that as a result of the implementation of the pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications», the formation of professionally oriented mathematical competence is carried out, which includes motivational, cognitive, design and algorithmic, operational and active components. The professionally oriented mathematical competence of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is defined as a set (integral formation) of mathematical competence and elements of professional competence.

The formation of professionally oriented mathematical competence is determined by the professional orientation of the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications».

The formation of its component was subject to verification by motivational and valuable, theoretical and logical, abstract and constructive, procedural criteria and correlation with one of the levels - high, sufficient, average, low.

Based on the analysis of pedagogical literature, expert assessment and personal experience, the pedagogical conditions for the fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» are determined.

The use of the indicated pedagogical conditions in the educational process as factors in the implementation of the pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is presented, their relationship and the status of determinants (in case of total implementation) of the implementation of the pedagogical system of mathematical training fundamentalization of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» are established.

The result of the introduction of the pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» into the educational process is the recorded positive dynamics of changes in the formation levels of the components of professionally oriented mathematical competence after the formative stage of the experiment.

The effectiveness of the pedagogical system was highlighted by establishing a correlation between the quality of knowledge in higher mathematics and professional disciplines in EG.

It is proven that the proposed pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» is effective even under the conditions of its implementation by various teachers. The dynamics of changes in the levels of formation of the components of professionally oriented mathematical competence are confirmed by statistical testing using the Fisher and Pearson criteria, the correlation between the quality of knowledge in higher mathematics and professional disciplines – the Spearman criterion.

The obtained results of the research give reasons to assert the effectiveness of the implemented pedagogical system of fundamentalization of mathematical training of future bachelors in the field of knowledge «Electronics and Telecommunications» and serve as confirmation of the truth of the proposed scientific hypothesis.

**Keywords:** mathematical training, fundamentalization of mathematical training, field of knowledge «Electronics and telecommunications», conception, concepts, professional training, professionally oriented mathematical competence, competence approach, competence, pedagogical conditions, structural and functional model, criterion.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	26
<b>Розділ 1. Теоретичні основи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»</b> .....	44
1.1. Аналіз вищої технічної освіти в Україні та за її межами у контексті розвитку галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	44
1.2. Математична підготовка як компонента професійної підготовки майбутнього фахівця технічного напрямку в Україні та за кордоном.....	56
1.3 Дефінітивний аналіз проблемного поля фундаменталізації освітнього процесу.....	74
1.4. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» як складник фундаменталізації освітнього процесу.....	85
Висновки до розділу 1.....	96
<b>Розділ 2. Побудова концепції фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»</b> .....	100
2.1. Теоретико-методологічні основи побудови педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	100
2.2. Теоретико-методологічні засади реалізації компетентнісного та системного підходів фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	123
2.3. Формування професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	143

2.4. Побудова концептуальної моделі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	161
Висновки до Розділу 2.....	173
<b>Розділ 3. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в освітньо-інформаційному середовищі.....</b>	<b>175</b>
3.1. Освітньо-інформаційне середовище педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	175
3.2. Інформаційно-комунікаційні технології як елемент педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	196
3.3. Застосування математичного моделювання прикладних завдань у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	215
Висновки до розділу 3.....	224
<b>Розділ 4. Методичні основи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....</b>	<b>227</b>
4.1 Педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	227
4.2. Побудова структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	255
4.3. Теоретичні та методичні засади формування понять у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів	

	24
галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	283
4.4. Реалізація методу аналогій у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».....	298
4.5. Типологія мислення студентів як основа формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності .....	308
Висновки до розділу 4.....	320
<b>Розділ 5. Експериментальна перевірка ефективності педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» .....</b>	<b>324</b>
5.1. Організація і методика проведення експерименту.....	324
5.2. Аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту .....	333
5.3. Аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту .....	342
Висновки до розділу 5.....	393
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	397
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	404
ДОДАТКИ.....	478



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, СИМВОЛІВ

Умовне позначення	Тлумачення умовного позначення
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет
ДР	Диференціальне рівняння
ЄС	Європейський Союз
ІКТ	Інформаційно-комунікаційні технології
ЛНДР	Лінійне неоднорідне диференціальне рівняння
МБГЕТК	Майбутні бакалаври галузі знань «Електроніка та телекомунікації»
МЗ	Математичні знання
МУ	Математичні уміння
ОІС	Освітньо-інформаційне середовище
ОПП	Освітньо-професійна програма
ПСМК	Професійно спрямована математична компетентність
ПОЗ	Професійно-орієнтовані завдання
ПУ	Педагогічна умова
РПНД	Робоча програма навчальної дисциплін
СКМ	Системи комп'ютерної математики
СК	Спеціальні (фахові) компетентності
СЛАР	Системи лінійних алгебраїчних рівнянь
ФІЕС	Факультет інформаційних електронних систем
ФІТКІ	Факультете інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
ФІТА	Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
ФБЦЕІ	Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

## ВСТУП

*Актуальність дослідження* зумовлена стрімкими соціально-економічними змінами українського суспільства, орієнтацією на розвиток виробництва високоточної електронної техніки та вектором інтеграції української держави у світовий технолого-виробничий та інфокомунікаційний простір. Зміни на ринку праці потребують підвищення вимог до якості професійної підготовки фахівців технічного профілю. У цьому контексті постає значущою особлива увага до підготовки фахівців галузі «Електроніка та телекомунікації», що є детермінантою науково-технічного розвитку країни та каталізатором розвитку інформаційних технологій.

Професійну підготовку фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» регламентують Закон України «Про вищу освіту» (2014 р.), Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016 р.), Закон України «Про освіту» (2017 р.), проєкт «Концепції розвитку освіти України на період 2015–2025 років», Концепція реалізації державної політики у сфері професійної (професійно-технічної) освіти «Сучасна професійна (професійно-технічна) освіта» на період до 2027 року (2019 р.), Концепція науково-технологічного та наукового розвитку в Україні, Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки.

Математична підготовка відіграє ключову роль у професійній підготовці фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Це підтверджує схвалення 2021 року Європейським Парламентом і Радою ЄС оновленої редакції ключових компетентностей, серед яких перелічено математичну компетентність. Відтак фахівці галузі знань «Електроніка та телекомунікації» повинні володіти системою математичних інваріантів, які утворюють ядро математичних знань, необхідне для професійної підготовки. Фундаменталізація математичної підготовки зумовлює формування системи фундаментальних інваріантних знань і вмінь – базових для професійної

підготовки майбутніх фахівців, оскільки передбачає генералізацію, синтез, систематизацію наукових положень, понять, теорій для їхнього прикладного застосування. Концепція фундаменталізації математичної підготовки фахівців уможливорює її професійну спрямованість, зумовлює формування у студентів і теоретичної математичної бази для засвоєння загальних професійних та спеціальних дисциплін, і практичних умінь, що дають змогу знаходити раціональні розв'язки проблемних задач прикладного спрямування. Сформованість окреслених умінь у майбутнього фахівця забезпечує його конкурентоспроможність і професійну мобільність як запоруку соціального й економічного становлення.

Проблему фундаменталізації освітнього процесу різноаспектно досліджували І. Бардус (контекстна фундаменталізація фахівців у галузі інформаційних технологій), С. Гончаренко, О. Горіна, Г. Дутка (фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів), М. Ковтонюк (фундаменталізація професійної підготовки майбутніх учителів математики), В. Мельник, О. Романовський, С. Семеріков (фундаменталізація інформатичних дисциплін), Т. Ярхо (фундаменталізація математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю) й ін.

Теоретико-методологічні аспекти сучасної вищої професійної, технічної та технологічної освіти розробляли Р. Горбатюк, В. Ключко, М. Ковальчук, С. Кучер, С. Лісова, М. Кадемія, Н. Ничкало, В. Петрук, Т. Поліщук, Н. Рашевська, Н. Романчук, В. Сидоренко, Я. Сікора, С. Сисоєва, В. Хоменко, І. Хом'юк, Н. Черняк та ін.

Проблеми математичної підготовки майбутніх фахівців опрацьовували О. Кириченко, О. Матяш, Н. Морзе, М. Працьовитий, С. Раков, З. Слєпкань, О. Співаковський, А. Столяр, Н. Тарасенкова, Ю. Триус, В. Трофименко, Г. Тур та ін.

Попри значні здобутки науковців у вказаній царині, залишається нерозв'язаною проблема фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Аналіз теорії та практики підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» увиразнив низку *суперечностей* на:

- *соціально-економічному рівні* – між високим рівнем вимог суспільства, ринку праці до сформованості математичних і професійних компетентностей фахівців галузі електроніки та телекомунікацій та складністю їхнього формування в умовах традиційної освітньої системи;
- *соціально-педагогічному рівні* – між потребою якісної математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» та недостатнім рівнем останньої;
- *теоретико-методологічному рівні* – між необхідністю фундаменталізації математичної підготовки фахівців галузі «Електроніка та телекомунікації» та нерозробленістю обґрунтованих теоретико-методологічних засад такого процесу;
- *технологічному рівні* – між доцільністю фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» та відсутністю методологічних і методичних інструментів забезпечення її реалізації.

Актуальність задекларованої проблеми, потреба її комплексного дослідження, а також наявність спектра суперечностей зумовили вибір теми дисертації: **«Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».**

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Національної доктрини розвитку освіти в Україні», тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету «Інформаційно-комунікаційні технології у наукових дослідженнях та освіті» № 10К1. Попередню експертизу дисертації проведено у Рівненському державному гуманітарному університеті (протокол № 6 від 23.06. 2022 р.)

**Мета дослідження** полягає в розробленні, обґрунтуванні й експериментальній перевірці теоретичних і методичних засад фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Мета дисертації передбачає виконання таких **завдань дослідження**:

1. Схарактеризувати сучасний стан загальнопрофесійної й математичної підготовки майбутніх фахівців галузі електроніки та телекомунікацій в Україні й за кордоном.

2. З'ясувати сутність фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», сформуванню поняттєво-категорійний апарат дослідження.

3. Обґрунтувати застосування методологічних підходів, принципів та побудову концепції фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

4. Виокремити й обґрунтувати педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

5. Розробити педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», її структурно-функціональну модель.

6. Розробити навчально-методичний супровід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

7. Експериментально перевірити ефективність теоретико-методологічних засад педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

**Об'єкт дослідження**: математична підготовка майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в контексті їхньої професійної підготовки.

**Предмет дослідження:** теоретико-методологічні засади фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

**Концепція дослідження.** Концепцію фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» визначають вимоги до їхньої професійної діяльності, зумовлює високий рівень вимог до сформованих компетентностей майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Підґрунтям розроблення концепції слугує ідея суттєвого покращення шляхом фундаменталізації освіти наукового складника освітнього процесу у ЗВО, в основі якої – виокремлення у змісті освіти світоглядних, філософських і математичних інваріантних основ наукових знань, формалізація теорій предметної галузі. Реалізація засадничої ідеї дослідження спроектована на три взаємопов'язані концепти – *теоретичний, методологічний, технологічний*, які розкривають її сутність і охоплюють побудову та впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» у освітній процес.

*Методологічний концепт* базується на фундаментальних філософських, педагогічних, психологічних теоріях і теоріях наукового пізнання, набуває втілення в руслі таких підходів до розв'язання досліджуваної проблеми, як загальнонаукові (*системний, синергетичний*) і конкретно наукові (*знаннєво-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтований, професійно-орієнтований, навчально-дослідницький, фрактальний*).

Дотримання *системного* підходу передбачає позиціонування фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» як цілісної педагогічної системи. *Синергетичний* підхід сприяє фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» за умов неперервної динаміки та нерівноваги розвитку науки, забезпечення швидкого

реагування освітнього процесу на інтенсивну зміну соціального замовлення на підготовку фахівців галузі. *Знаннєво-діяльний* підхід уможлиблює поєднання засвоєних математичних знань зі сформованими вміннями їхнього практичного застосування, упровадження за допомогою сукупності форм і методів навчання, урівноваження процесу набуття математичних знань і закріплення їх у ході практичної діяльності, спрямованість на засвоєння знань і реалізацію найбільш значущих алгоритмів дій, вироблення фундаментальних математичних умінь. *Інтегративний* підхід забезпечує формування у майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» розуміння функцій і ролі математичної підготовки в системі їхньої загальнопрофесійної підготовки. *Компетентнісний* підхід спроектований на синтез математичних знань і умінь, досвід прикладного використання останніх під час виконання професійних завдань, а також реалізацію у процесі фундаменталізації математичної підготовки шляхом виокремлення форм, методів і засобів навчання, їхнього введення в освітній процес для досягнення такого результату, як набуття сукупності знань і умінь, професійно спрямованої математичної компетентності. *Особистісно-орієнтований* підхід дає змогу реалізовувати фундаменталізацію математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» на ґрунті системи педагогічних прийомів, зорієнтованих на розвиток умінь і здібностей майбутнього фахівця, його становлення як особистості, рокриття внутрішніх ресурсів останньої. *Навчально-дослідницький* підхід зумовлює прищеплення наукового мислення, креативності, інтересу до творчої наукової діяльності. *Професійно-орієнтований* підхід детермінує формування складників професійних знань і умінь під час математичної підготовки, професійно спрямованої математичної компетентності, орієнтацію математичної підготовки на загальнопрофесійну підготовку майбутніх фахівців галузі. *Фрактальний* підхід забезпечує якісну зміну змісту навчання, засвоєння математичних

знань унаслідок розподілу цілого інформаційного об'єкта на окремі його частини (фрактали, «елементи знань»).

*Теоретичний концепт* відображає визначення основних понять дослідження, окреслення його категорійно-поняттєвого апарату, вивчення найважливіших даних і дефініцій, які забезпечують розуміння сутності фундаменталізації та науково обґрунтовують побудову педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; проблему математичної підготовки, що складається з теоретичної (теоретична компонента) та практичної (дієва компонента) підготовки. Концептуальні засади фундаменталізації математичної підготовки полягають у вдосконаленні її форм, змісту та методів, спроектованості на відповідність цілей математичної підготовки та цілей загальнопрофесійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а також співвідносні з обґрунтуванням ідеї фундаменталізації математичної підготовки як підсистеми цілісної системи фундаменталізації освітнього процесу з огляду на такі принципи, як: *загальнодидактичні* (науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики) та *специфічні* (фундаментальності, професійної спрямованості, структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності). Теоретичний концепт охоплює побудову концептуальної та структурно-функціональної моделей педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», обґрунтування формування професійно спрямованої математичної компетентності та її компонент, обґрунтування педагогічних умов і структурування змісту математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», що супроводжується зорієнтованістю на спеціальність, фондування інформаційного матеріалу, а також виокремлення ядра знань.



Формування професійно спрямованої математичної компетентності детерміновано тим фактом, що фундаменталізація математичної підготовки є основою її професійної спрямованості.

Педагогічними умовами фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є: виокремлення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань; посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів; регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу; упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

*Технологічний концепт* передбачає розроблення, впровадження й апробацію педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» – форм, методів, засобів; виокремлення й експериментальну перевірку ефективності застосування педагогічних умов; укладання й апробацію навчально-методичного комплексу педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» (розроблення й уведення в освітній процес навчально-методичних посібників, практикумів, навчальних робочих програм дисципліни, створення відеозанять), діагностичного апарату дієвості авторської педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», шляхів упровадження засобів ІКТ; обґрунтування ідеї про системність упровадження

навчально-методичного супроводу педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки; розроблення та реалізацію діагностичного апарату перевірки результативності запропонованих теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки шляхом установа динаміки рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності.

**Методологічною основою** дослідження стали концепції, що об'єднують підходи та принципи сучасних знань з філософії освіти, педагогіки й психології (інноваційної педагогіки, неперервності навчання), загальнонаукові методологічні підходи, а саме – гносеології (теорії пізнання): *системний, синергетичний, знаннево-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтований; професійно-орієнтований, навчально-дослідницький, фрактальний.*

**Теоретичною основою** дослідження слугували концепції й теорії з педагогіки, нейропедагогіки та психології українських і зарубіжних науковців у галузі педагогіки, психології, педагогіки вищої технічної школи, професійної освіти, математичної освіти в технічних ЗВО, зокрема напрацювання з проблем освіти у вищій технічній школі в Україні та за її межами (Н. Бідюк, Т. Війчук, Р. Горбатюк, О. Гулай, С. Дембіцька, О. Дерев'янка, Н. Кияновська, В. Клочко, М. Ковальчук, Н. Морзе, Н. Ничкало, О. Романовський, Л. Товажнянський, І. Хом'юк), студії з питань фундаменталізації освітнього процесу (І. Бардус, С. Гончаренко, Л. Дорогань-Писаренко, Г. Дутка, М. Ковтонюк, Л. Липова, С. Семеріков, Ю. Ткач, Г. Шатковська, Т. Ярхо), компетентнісного, системного, синергетичного, особистісно-орієнтованого підходів (І. Бех, Н. Бібик, І. Войтович, В. Заболотний, М. Кадемія, В. Кремень, Ю. Клименко, С. Лісова, О. Павленко, Ю. Пелех, О. Пометун, Г. Пустовіт, Дж. Равен, Ю. Шапран, В. Шахов, Б. Фотелес (Fontelles Borrell J.), П. Фрай (Fry P.), С. Речел (Rachel C.), К. Еадоін (Eadaoin K.), моделювання педагогічних систем (С. Вітвицька, В. Докучаєва, Є. Лодатко, Л. Петренко), концептуальних засад упровадження ІКТ у освітній процес ЗВО (В. Биков, З. Бондаренко,

І. Войтович, Р. Горбатюк, Ю. Горошко, Р. Гуревич, А. Гуржій, М. Жалдак, М. Кадемія, В. Клочко, О. Клочко, В. Михалевич, Н. Морзе, В. Осадчий, С. Раков, Ю. Рамський, Т. Поясок, О. Спирін, О. Торубара, Ю. Триус, О. Тютюнник, М. Шерман, Дж. Лагранж (Lagrange J. V.), розроблення теоретико-методологічних засад математичної підготовки майбутніх фахівців (Г. Бевз, О. Кириченко, М. Працьовитий, С. Раков, О. Семеніхіна, В. Трофименко, Б. Альпер (Alpers V.), Дж. Баррі (Barry J.), М. Коупленд (Coupland M.), М. Абдулвахед (Abdulwahed M.), Б. Яворський (Jaworski B.), А. Крауфорд (Crawford A.), П. Бродбрідж (Broadbridge P.), С. Хендерсон (Henderson S.), упровадження новітніх педагогічних технологій у освітній процес (Ю. Васьков, Л. Вовк, О. Гудовсек, А. Капська, О. Карпенко, О. Петренко, В. Петрук), доробки з реалізації теорії нейропластичної мозку (К. Ліф (Leaf K.), Л. Бойд (Boyd L.), П. Вос (Voss P.), М. Томас (Thomas M.), М. Кірнерос-Франко (Cisneros-Franco M.), Е. Віллерс-Сідані (É. Villers-Sidani), теоретико-методологічних засад підготовки фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» (П. Асоянц, С. Барась, Л. Васіна, О. Жарова, Л. Марцева), роботи з розвитку професійних якостей у процесі діяльності (О. Безкоравайна, О. Вознюк, В. Галузяк, А. Джантиміров, В. Докучаєва, О. Дубасенюк, В. Шахов, Є. Їжко, А. Журавський, М. Сметанський та ін.).

**Організація дослідження.** Дослідження виконували на хронологічному зрізі 2012–2022 років упродовж кількох етапів.

Перший – *теоретико-аналітичний* (2012–2013 рр.) – етап було присвячено аналізу тенденцій фундаменталізації освітнього процесу, описаних у фаховій літературі, з'ясуванню сутності проблеми фундаменталізації освітнього процесу в технічному університеті, зокрема фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», обґрунтуванню актуальності задекларованої проблеми, визначенню об'єкта, предмета, мети й завдань наукового дослідження, розробленню його концептуальних засад; другий –

*аналітико-пошуковий* (2013–2014 рр.) – теоретичному обґрунтуванню фундаменталізації математичної підготовки як підмножини фундаменталізації освітнього процесу, висуненню першої робочої гіпотези фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», побудові структурно-функціональної моделі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», виокремленню педагогічних умов, окресленню складників професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; третій – *експериментальний* (2014–2021 рр.) – добору критеріїв, показників і рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», укладанню переліку методів діагностування сформованості останніх як результату фундаменталізації математичної підготовки (констатувальний етап педагогічного експерименту передбачав реалізацію пілотного проєкту – для перевірки дієвості та корекції запропонованих теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», організацію та проведення констатувального і формульовального етапів педагогічного експерименту – для перевірки дієвості структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», перевірки педагогічних умов реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»); четвертий – *узагальнювальний* (2021–2022рр) – обробленню, аналізу, узагальненню результатів експерименту, формулюванню загальних висновків дослідження, окресленню перспектив подальших наукових пошуків, підготовці монографії й оформленню рукопису як дисертації.

**Методи дослідження.** Вивчення проблеми фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» вимагало використання комплексу дослідницьких методів, у якому найвагомішими постають:

– *теоретичні методи:* історико-логічний – для розгляду розвитку галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в Україні та закордоном, а також розкриття в цьому процесі ролі математичної підготовки, опрацювання документальних матеріалів і ресурсів із вказаної проблеми; аналіз стандартів вищої освіти, дисертацій, чинних програм підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», підручників, методичних посібників і публікацій із проблеми дослідження – для виявлення особливостей математичної та професійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; індуктивний метод – для встановлення суперечностей між проблемою фундаменталізації математичної підготовки та її актуальністю, дедуктивний метод – для стратифікації на основі загальнофілософських теорій пізнання методологічних підходів реалізації фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», узагальнення українського та зарубіжного педагогічного досвіду математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей – для конкретизації змісту базових понять дослідження; моделювання та проектування – для розроблення концептуальної та структурно-функціональної моделей педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», добору показників, критеріїв і рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності (ПСМК) як результату реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки;

– *емпіричні методи:* діагностичні та соціометричні методи (анкетування, опитування) – для з'ясування рівня зацікавленості й активності студентів у набутті математичних знань, умінь і навичок; спостереження за

навчальним процесом, тестування, проведення бесід із викладачами та студентами – для діагностування рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *експериментальні методи*: педагогічний експеримент (пілотний проєкт, констатувальний, формувальний) та експериментальна перевірка ефективності структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; якісне та кількісне опрацювання результатів; графічне відображення даних;

– *статистичні методи*: застосування критеріїв Фішера, Пірсона, Спірмена – для встановлення достовірності отриманих результатів, визначення коефіцієнта кореляції дослідно-експериментальної роботи й узагальнення одержаних емпіричних даних.

***Наукова новизна*** дослідження полягає в тому, що ***вперше***:

– *розроблено* авторську концепцію фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *науково обґрунтовано* теоретико-методологічні засади педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *виокремлено* найбільш дієві педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

– *обґрунтовано* змістовне наповнення понять «фундаменталізація математичної підготовки», «професійно спрямована математична компетентність» майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

- *спроєктовано* структурно-функціональну модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- *укладено* навчально-методичний супровід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- *удосконалено* критерії оцінювання, інструментарій діагностування рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності;
- *уточнено* дефініції понять «математична підготовка», «фундаменталізована математична підготовка», «елементи знань»; «освітньо-інформаційне середовище», «інформаційний простір», «інформаційне середовище»; структурні компоненти професійно спрямованої математичної компетентності: «мотиваційна», «когнітивна», «операційно-діяльнісна», «конструкторсько-алгоритмічна»;
- *удосконалено* технологію формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» у процесі фундаменталізації їхньої математичної підготовки;
- *подальшого розвитку набули* ідеї підвищення рівня математичної підготовки внаслідок застосування методології реалізації педагогічної системи фундаменталізації в освітньому процесі; ідеї реалізації принципів фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; ідеї реалізації феномену «педагогічні умови» як дієвого апарату педагогічної системи, що постає суттєвим чинником досягнення педагогічних цілей.

***Практичне значення одержаних результатів дослідження*** полягає в розробленні та реалізації в освітньому процесі навчально-методичного супроводу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а саме: робочих начальних програм із курсу вищої математики для майбутніх бакалаврів галузі знань

«Електроніка та телекомунікації»; навчально-методичних посібників «Вища математика: лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів», «Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля», практикуму «Практикум з вищої математики: обчислення границь», збірника задач «Вища математика. Збірник прикладних задач»; електронних засобів навчання: «Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання», курс відеозанять на ютубі з курсу вищої математики, курс лекцій на платформі JetIQ.

Результати дослідження знайдуть використання під час укладання навчальних програм, навчальних посібників і рекомендацій, матеріалів для оцінювання знань з математичних дисциплін.

Результати дисертації було **впроваджено** в освітній процес Вінницького національного технічного університету (довідка № 15-35 від 07.06.2022 р.), Хмельницького національного університету (акт № 110/438 від 03.06.2022 р.), Національного університету «Львівська політехніка» (довідка № 68-50-212 від 09.06.2022 р.), Льотної академії національного авіаційного університету (довідка № 01-08/744 від 10.06.2022 р.), Державного університету «Житомирська політехніка» (акт № 44-20.07/1083 від 18.05.2022 р.), Черкаського державного технологічного університету (довідка № 502/04-14/02 від 06.06.2022 р.), Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (довідка № 01-23/87 від 10.06.2022 р.), Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (довідка 06/13 від 02.06.2022 р.), Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (довідка № 702/01 від 09.06.2022 р.).

**Апробація результатів дослідження:** основні положення та результати дослідження викладено в доповідях, обговорено та схвалено на засіданнях і науково-методичних семінарах кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету, а також на міжнародних, усеукраїнських науково-методичних конференціях, зокрема:



**міжнародних:** «Міжнародна діяльність університетів як фактор інноваційного розвитку вищої школи» (Маріуполь, 2015), «Ідеї академіка Івана Зязюна у працях його учнів і соратників» (Харків, 2015), «Economics, science, education: integrationandsynergy (Bratislava, 2016), «Society. Integration. Education» (Rezekne, 2020), «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання» (Краматорськ, 2018), «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (Вінниця, 2018), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи» (Тернопіль, 2018), «Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем» (Вінниця, 2019), «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі» (Київ, 2019, 2020);

**усеукраїнських:** «Історія науки у вищій та середній школі» (Умань, 2014), «Розвиток науки на теренах України» (Умань, 2016), «Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності» (Вінниця, 2017), «Математика у технічному університеті XXI сторіччя» (Краматорськ, 2017), «Наука та її творці» (Умань, 2018), «Інноваційні педагогічні технології у підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою: досвід, проблеми, перспективи» (Вінниця, 2013), XLV, XLVI, XLVII, L, XLVIII, XLIX Науково-технічні конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021).

**Публікації.** Результати дослідження представлено у 50 наукових і навчально-методичних працях (із яких 26 є одноосібними): 23 відображають основні результати дослідження (з них 1 одноосібна монографія, 3 статті, індексовані в наукометричній базі WebOfScience, Scopus, 19 статей, опублікованих у наукових виданнях, уведених до Переліку наукових фахових видань України); 27 додатково висвітлюють результати дисертації (серед них: 3 навчально-методичні посібники, 2 практикуми, 1 збірник задач, 2 статті у періодичних зарубіжних виданнях, 14 статей у збірниках матеріалів наукових конференцій та інших наукових виданнях, 1 патент на корисну модель, 4 свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір).

**Кандидатську дисертацію** «Формування мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів технічних спеціальностей засобами історіографії» за спеціальністю 13.00.04 – Теорія та методика професійної освіти було захищено 2011 року у Вінницькому державному педагогічному університеті імені Михайла Коцюбинського. Матеріали кандидатської дисертації у тексті докторської дисертації не використано.

**Особистий внесок авторки** у наукових працях, написаних у співавторстві, полягає в обґрунтуванні концепцій і положень досліджуваної проблеми, а саме: у [2] – узагальненні теоретичного осмислення питання формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців і розробленні методології їхнього формування (0,15 авт. арк.); у [3] – теоретичному аналізі й обґрунтуванні концептів професійно спрямованої фундаменталізації математичної підготовки, описі експерименту (0,15 авт. арк.); у [4] – описі основних концептів визначення рівня доступності сайтів університетів (0,14 авт. арк.); у [5] – окресленні технології комп'ютерного моделювання у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців, формулюванні висновків дослідження (0,2 авт. арк.); у [6] – узагальненні теоретичного матеріалу про методи опанування фундаментальних знань, узагальненні висновків (0,2 авт. арк.); у [7] – обґрунтуванні фундаменталізації математичної підготовки як основи її професійної спрямованості (0,15 авт. арк.); у [14] – теоретичному аналізі й обґрунтуванні проблеми реалізації систем комп'ютерної математики у вищій технічній школі у процесі фундаментальної математичної підготовки майбутніх інженерів (0,1 авт. арк.); у [15] – узагальненні теоретичних досліджень, присвячених професійно-орієнтованим математичним задачам (0,3 авт. арк.); у [20] – узагальненні результатів тестування студентів і формулюванні висновків (0,13 авт. арк.); у [28–50] – обґрунтуванні ідеї дослідження, теоретичному аналізі й узагальненні проблеми фундаменталізації математичної підготовки,

обґрунтуванні засадничих концептів формування компетентностей студентів, доборі прикладів, оформленні матеріалу, формулюванні висновків (9,1 авт. арк.).

### **Структура і обсяг дисертації.**

Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (604 найменувань, із них 94 іноземними мовами), додатків. Загальний обсяг дисертації складає 628 сторінок, із них основного тексту – 403 сторінки. Робота містить 50 таблиць, 73 рисунки.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

#### 1.1. Аналіз вищої технічної освіти в Україні та за її межами у контексті розвитку галузі знань «Електроніка та телекомунікації»

Інженерна освіта – різновид професійної освіти, що забезпечує підготовку фахівців різних галузей інженерії. Звернення до тлумачного словника дає змогу узагальнити поняття «інженер» як «фахівець у якій-небудь галузі техніки з вищою технічною освітою» [431, с. 29].

Вища інженерна освіта України почала розвиватися інтенсивними темпами у ХХ столітті, що було зумовлено економічними вимогами суспільства того часу. Її зміст ґрунтувався на поєднанні підготовки з математики, фізики, хімії й інших фундаментальних дисциплін із загальноінженерною підготовкою, здобутті професійних навичок на виробництві та в наукових установах. Такий підхід вітчизняні педагоги запозичили у кращих європейських університетах із підготовки інженерного профілю, як-от: Кембриджський університет, Великобританія (University of Cambridge, UK), Цюрих-Швейцарський федеральний технологічний інститут, Швейцарія (ETH Zurich – Swiss Federal Institute of Technology, Switzerland), Університет Оксфорда, Великобританія (University of Oxford, UK), Імперський Коледж Лондона, Великобританія (Imperial College London, UK).

Для інженера ХХІ століття характерними є декілька ознак:

- ✓ мобільність в інформаційному просторі;
- ✓ уміння створювати електронні проєкти та втілювати їх у практику;
- ✓ здатність зосереджуватися на самоосвіті та постійному самовдосконаленні;

- ✓ спроможність орієнтуватися на потреби суспільства.

Перераховані ознаки не є статичними, а динамічними та змінними залежно від вимог суспільства. Відтак очевидно, що вимоги сучасного суспільства увиразнюють доцільність удосконалення інженерної вищої школи сьогодення. Як зазначає Є. Швець, інженерна діяльність відзначається зверненням до всього комплексу гуманітарних, технічних, природничих дисциплін [497]. Тому дослідження проблеми інженерної освіти передбачає оперування останнім фактом як основним критерієм оцінювання.

Інженерна діяльність, на думку М. Карпаша, Є. Крижанівського, О. Карпаша, спрямована на покращення та вдосконалення умов і відповідно продуктивності людської практики дій [169, с. 56]. Це означає націленість сучасної якісної інженерної освіти на забезпечення можливості застосування здобутих знань і вмінь випускниками технічних ЗВО [106].

М. Карпаш наголошує на важливості трансформування одержаних в університеті фундаментальних і прикладних знань в усвідомлення сутності «інженерної діяльності, значущості та ролі цих знань у майбутній діяльності» [168, с. 56]. Це розкриває, на нашу думку, таку мету вищої технічної освіти, як широкопрофільна підготовка майбутніх фахівців із високим рівнем знань із фундаментальних, професійно зорієнтованих і спеціалізованих дисциплін.

Випускники технічних ЗВО, які підготовлені до інженерної діяльності, повинні вирізнятися наявністю необхідних знань, здібностей, творчим потенціалом і професійними навичками.

Інженерна діяльність на сучасному етапі свого розвитку та рівні соціо-економічного стану суспільства набула функцій удосконалення продуктивності та покращення людської діяльності в усіх її видах.

Інженерну освіту диференціюють на професійно-технічну, спеціальну технічну, вищу технічну (інженерну) та післядипломну. Рівень технічної освіти відповідає соціальному, економічному, культурному рівню розвитку суспільства. На сьогодні вища технічна школа України налічує понад п'ять десятків закладів вищої освіти технічного спрямування. Інженерна освіта

охоплює як мінімум 7 різних напрямів і готує фахівців-майбутніх інженерів понад 40 різних спеціальностей. Серед них – інженери-радіотехніки, інженери-біологи, інженери легкої промисловості, інженери комп'ютерної техніки, IT-інженери та багато інших. На вимоги суспільства галузь науки відповідає підготовкою фахівців з тієї чи тієї галузі інженерії.

У доробках багатьох українських і закордонних дослідників осмислено такі аспекти проблеми підготовки фахівців технічних спеціальностей, як:

- психолого-педагогічна підготовка технічних фахівців (Н. Морзе, В. Мурашківська, Н. Ничкало, О. Романовський, Т. Лазарєва, Я. Стельмах, В. Данюк, О. Смирнова, Л. Матохнюк);
- застосування прикладних завдань та інтерактивних технологій під час вивчення курсу фундаментальних дисциплін (В. Ключко, О. Ключко, Т. Лазарєва, В. Петрук);
- теоретичні та методичні основи підготовки майбутніх інженерів (М. Згуровський, О. Ігнатюк, В. Бистрова, О. Павленко, О. Романовський та ін.);
- принципи фундаменталізації освітнього процесу в технічному університеті (В. Бабак, І. Бардус, С. Гончаренко, О. Горіна, Г. Дутка, Е. Лузік, О. Романовський, С. Семеріков, Т. Ярхо).

Стратегічний вимір галузі знань «Електроніка та телекомунікації» детермінований діяльністю її фахівців у площині забезпечення потреб суспільства, пов'язаних з інформаційно-комунікаційною сферою. Особливе значення підготовки останніх зумовлене спектром основних продуктів їхньої діяльності, серед яких – високоточні обчислювальні апарати, системи захисту на державному рівні, вироби інфрачервоної мікрофотоелектроніки. Розвиток електроніки є запорукою системи національної безпеки та забезпечення стратегічних і економічних інтересів держави [235].

Нині для України в контексті розбудови та національної безпеки пріоритетними напрямами розвитку галузі електроніки та телекомунікацій держави постають:

- ✓ розроблення й освоєння виробництва спеціальної електроніки для оборонної промисловості;
- ✓ електроніка для інтелектуалізації виробів машинобудування, приладобудування, транспорту й інших галузей економіки України;
- ✓ мікросхеми для телекомунікаційних застосувань, зв'язку, телебачення;
- ✓ елементна база обчислювальної техніки;
- ✓ створення сенсорів і мультисенсорних систем, інтегрованих з аналоговими та цифровими схемами оброблення сигналів і мікроелектронних механічних система (МЕМС);
- ✓ схеми пам'яті та чипи для електронних інтелектуальних карт різного призначення, зокрема чипи для електронізації документів і електронного паспорта громадянина;
- ✓ електроніка для побутової техніки;
- ✓ інтегральні схеми та вироби для реалізації енергозберігальних пристроїв і технологій;
- ✓ розроблення та виробництво альтернативних високоефективних джерел енергії (сонячних батарей та інших);
- ✓ відновлення технологічної бази мікроелектроніки;
- ✓ розвиток наноелектронних технологій і технологій оптоелектроніки;
- ✓ виробництво матеріалів електронної техніки (передусім кремнію);
- ✓ розвиток електронного приладобудування та виробів на основі мікроелектронних компонент.

О. Жарова переконує, що фахівець з радіотехніки має бути «багатофункціональним» і універсальним, тобто демонструвати знання, уміння та навички, як мінімум, із двох галузей знань, а саме: «Радіотехніка, радіоелектронні апарати та зв'язок» і «Інформатика та обчислювальна техніка» [143]. Галузь електроніки та телекомунікацій є альма-матер ІТ-галузі. Саме в надрах системи телекомунікацій та засобів зв'язку зародилася ІТ-галузь. І хоча між фахівцями галузі знань «Електроніка та

телекомунікації» й фахівцями ІТ-галузі наявна певна диференціація знань, умінь і професійних навичок, ці дві галузі мають спільні витoki свого розвитку. Тому раціональним і логічним видається те, що у багатьох технічних закладах вищої освіти бакалаври галузі електроніки та телекомунікацій та бакалаври ІТ-галузі – це випускники одного факультету. На сьогодні галузь електроніки та телекомунікацій і ІТ-галузь мають різні напрями розвитку й функціонування, водночас ІТ-галузь так чи так залежить від розвитку галузі електроніки та телекомунікацій. Підготовку фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» здійснюють за такими спеціальностями: 171 «Електроніка», 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 173 «Авіоніка».

Постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2022 р. № 1392 здійснено зміни, що вносяться до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Зокрема, запропоновано позицію «17 Електроніка та телекомунікації» викласти в такій редакції «17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації», до якої будуть належати спеціальності «171 Електроніка», «172 Електронні комунікації та радіотехніка», «174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», «175 Інформаційно-вимірювальні технології», «176 Мікро- та наносистемна техніка» (за інформацією сайту <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2022-%D0%BF#Text>).

Предмет пропонованого дослідження – засади фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації», відповідно у дослідженні було задіяно студентів спеціальностей галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Такий вектор дослідження, як аналіз особливостей підготовки фахівців галузі «Електроніка та телекомунікації», вказує на доцільність опису її розвитку.

Першою та найпростішою версією системи комунікацій була система, що містила апаратну частину з досить невеликою кількістю програмних



модулів. У час, коли системи телекомунікацій тільки починали розвиватися, не було змоги використовувати програмне середовище так, як це роблять зараз. Математика, що визначала розвиток телекомунікаційних технологій, уже існувала (розвиток математики був на належному для повноцінного функціонування галузі знань «Електроніка та телекомунікації» рівні). Математичний апарат відтоді не став інакшим, але адаптувався до сучасних умов і потреб відтворення в тому чи тому вигляді. Нині відтворення сигналу відбувається у програмному вигляді – за допомогою комп'ютерних технологій, що означає перехід усіх телекомунікацій у програмну сферу. За таких умов частина програмного середовища збільшується, апаратне ж середовище зменшується. Фактично йдеться про здешевлення апаратної частини, перехід усіх функціональних задач із передання та відтворення сигналу на програмну частину. Розвиток телекомунікаційної системи (ТКС) продовжувався шляхом ускладнення та збільшення функціоналу – збільшення кількості користувачів, площі покриття шляхом зростання пропускної здатності сигналу й ефективності загалом. Наступним – другим етапом розвитку ТКС – стало спрощення телекомунікаційної мережі внаслідок упровадження комп'ютерів, які працюють як телекомунікаційна система. Апаратна частина перейшла у програмне середовище, що дало змогу розробникам на базі комп'ютера отримати телекомунікаційний засіб, пристрій і навіть телекомунікаційну систему. У новоствореній ТКС комп'ютер формував і передавав інформаційний потік, міг приймати й обробляти його. Всі згадані процеси розгорталися у програмному середовищі. Цей період можна описати моделлю «один комп'ютер – один користувач», коли користувач не лише телефонує, використовуючи телекомунікаційні системи, а й передає потрібні інформаційні дані. На початку розвитку телекомунікацій комп'ютер міг передавати 56 Кб/с. Із часом кількість користувачів почала збільшуватися, утворюючи мережу. Розширення мережі, відповідно, призвело до збільшення покриття. Програмною частиною тут є апаратно-керована мережа ТКС, що за своєю

природою, фактично, є більше віртуальною, аніж реальною. Місцерозташування комутаційного центру – непередбачуване, тому що він може знаходитися у будь-якому комп'ютері, зокрема й у телефоні. Це «друге коло розвитку», яке базується на розвитку не апаратної, а програмно-апаратної частини. Для цього потрібен інтер-фейс, клавіатура, тобто апаратні елементи. Відтак фахівці галузі електроніки та телекомунікацій наростили програмно-апаратну частину й отримали максимальну пропускну здатність та максимальну продуктивність ТКС. Це відбулося вже на базі комп'ютерів, телефонів, планшетів, різних віртуальних хмарних середовищ, віртуальних АТС тощо.

«Третє коло» розвитку телекомунікаційних систем не було обмеженим лише впровадженням комп'ютерних технологій (телекомунікаційна система, побудована на комп'ютерах, не забезпечувала висунених сьогоднішнім вимогам), а відзначалося зміною платформи комп'ютера, модернізацією апаратної частини через зростання рівня програм так, що апаратна частина не справлялася. Це детермінувало виникнення потреби переходу до радикально нової апаратної частини – від електроніки до оптики. Перехід апаратної частини в оптичне середовище призвів до зняття обмеження зі швидкодії, що сягає межі швидкості світла, а також зростання обсягу інформації, яка підлягає передаванню. Виникає необхідність оновлення комп'ютерів. Починається створення комп'ютерів з оптичними процесорами, які споживають мало енергії, акумулятор яких довго тримає заряд і які вирізняються необмеженою швидкістю. Оптичні процесори, спроектовані на оптичних технологіях, позбавлені звичних мікросхем, звичних кремнієвих транзисторів, натомість мають оптичне волокно.

Уведення нової технології спричинило розроблення апаратної математики для побудови телекомунікаційних систем – логічні оптичні елементи, оптичні пристрої. Нові технології вимагали трансформування прикладної математики. Звісно, зменшення розриву між розвитком ТКС і змістом освітнього процесу для МБГЕТК зумовило потребу створення та

впровадження в освітній процес нових освітніх програм на рівні Міністерства освіти, тобто реалізацію глобальних реформ освітнього процесу, а також фундаменталізації курсу дисциплін математичного циклу, що є об'єктивно реально досяжним.

У контексті того, що фахівців галузі електроніки та телекомунікацій готують за такими спеціальностями, як: 171 «Електроніка», 172 «Телекомунікації та радіотехніка», 173 «Авіоніка», відбулася швидка трансформація й інформатизація фахової підготовки майбутніх спеціалістів через виникнення нових професій у галузі електроніки та телекомунікацій. У державному класифікаторі професій розміщено список посад, які можуть обіймати професіонали галузі електроніки та телекомунікації. [112]. Предмет пропонованого дослідження визначає конкретизацію професійних профілів фахівців останньої галузі. Фахівці галузі можуть працювати науковими співробітниками, співробітниками-консультантами, інженерами мережі стільникового зв'язку, інженерами-електроніками систем виробництва нетрадиційних і відновлювальних видів енергії, інженерами лінійних споруд електрозв'язку й абонентських пристроїв, інженерами-електрорадіонавігаторами, інженерами-конструкторами (електроніка), інженерами електрозв'язку, в ІТ-компаніях, зокрема розробляти та випробовувати телекомунікаційні системи [177]. Спектр можливих напрямів професійної діяльності фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є досить широким.

Для визначення кваліфікації фахівців на сьогодні діє Національна система кваліфікацій, за допомогою якої здійснюється порівняння та визнання кваліфікацій, отриманих у процесі формального, неформального й інформального навчання, а також оцінка та визнання отриманих дипломів і свідоцтв про освіту [442, с. 31].

3. Кучерява у своїй статті [270] підкреслює, що нормативно-правова база щодо науково-технічної та інноваційної діяльності налічує понад 200 документів, серед яких: Конституція України, закони, укази Президента,

нормативні документи тощо. Так, стаття 54 Конституції України гарантує свободу наукової, «технічної, а також інших видів творчості, захист інтелектуальної власності й авторських прав» [270]. Кабінет Міністрів України затвердив «Концепцію науково-технічного та інноваційного розвитку України» [там саме].

Стандарти державного рівня слугують базисом для формування положення про організацію освітнього процесу у вищій технічній школі, освітньо-професійних програм. Аналіз низки освітньо-професійних програм (ОПП) для підготовки майбутніх бакалаврів галузі 17 «Електроніка та телекомунікації» різних закладів вищої освіти України дав змогу зробити висновок про те, що під час змістового наповнення освітньо-професійних програм розробники керувалися такими нормативними документами, як: закони України «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про фахову передвищу освіту» (2019 р.), «Про повну загальну середню освіту» (2020 р.).

Основними нормативними документами, що регламентують підготовку фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації», є Закон України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 № 1556-VII [150], Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1341 «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» [374], Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 р. № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» [375], Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016 р.) [151], Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (бакалаврського рівня вищої освіти)» № 1382 від 12.12.2018 р. [312], Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» (бакалаврського рівня вищої освіти)» № 1246 від 13.11.2018 [324], Наказ Міністерства освіти і науки «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 173 «Авіоніка» (бакалаврського рівня

вищої освіти)» № 385 від 04.03.2020 р. [325], Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки [444].

У дослідженні проаналізовано ОПП підготовки бакалаврів спеціальності 171 «Телекомунікації та радіотехніка» 15 вищих технічних закладів України, серед яких – Національний університет «Львівська політехніка», Вінницький національний технічний університет, Державний університет телекомунікацій, Хмельницький національний університет тощо. Результати аналізу ОПП дають підстави зробити висновок, що 70–85% кожної програми спрямовано на забезпечення загальних і спеціальних фахових компетентностей. Уточнимо, що до загальних належить математична підготовка майбутніх фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Освітня парадигма вищої технічної освіти в Україні відзначалася зорієнтованістю переважно на вузький випуск спеціалістів. На думку Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО [461, с. 3], традиційна система підготовки вузькоспрямованих спеціалістів уже не задовольняє суспільні потреби, як-от: легка професійна мобільність фахівців, широкий кругозір спеціаліста, можливість ухвалювати професійні рішення зі складних професійних питань, які виходять за межі його вузької професійної підготовки. Це пояснює актуальність і реалізацію на сьогодні пошуку нових підходів до покращення якості професійної та загальнопрофесійної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей.

Майбутні бакалаври галузі знань «Електроніка та телекомунікації» (МБГЕТК) формують уміння використовувати програмні засоби, працювати в комп'ютерних мережах, проектувати телекомунікаційні та радіотехнічні апарати й мережі зв'язку; опановують і втілюють на практиці знання про системи цифрового передавання сигналів і проектування алгоритмів передання сигналів у радіотехніці та телекомунікаціях. Важливою навичкою, що її здобувають майбутні технічні фахівці галузі знань

«Електроніка та телекомунікації», є програмування та комп'ютерне моделювання у сфері телекомунікаційних систем.

Для аналізу, порівняння та запозичення досвіду в дисертації вивчено специфіку вищої технічної школи країн Заходу.

На світовій арені одна з особливо потужних у сенсі інженерних досягнень країн – це Великобританія, понад 40% усіх нововведень у якій припадає на масштабні науково-технічні винаходи та яка імпортує 8,5% усієї світової високотехнологічної продукції. Н. Бідюк у роботі, присвяченій розгляду змісту освітнього процесу в університетах Великобританії під час підготовки майбутніх бакалаврів інженерії [38], називає пріоритетною умовою та фактором зростання британської економіки революцію у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, що зумовила новий виток розвитку вищої технічної школи на початку 70-х років. Базисом технічної школи Великої Британії виступає ступеневий підхід: перший етап здобуття інженерної освіти – це трирічне або чотирирічне навчання та здобуття ступеня бакалавр, а навчальні плани відповідають модульному принципу та мають розподіл на блоки.

Враховуючи аналіз досліджень науковців [38], [39] констатуємо, що інженерну освіту Великої Британії побудовано на принципах:

- індивідуалізації навчального процесу;
- інтеграції у навчальний процес новітніх наукових тенденцій;
- упровадження в освітній процес сучасних інформаційних технологій;
- орієнтації освітнього процесу на широкопрофільну підготовку фахівців і швидку професійну мобільність;
- фундаментальності та міждисциплінарності з урахуванням сучасних інформаційних технологій.

Важливими характеристиками вищої інженерної школи Великобританії є її вузькоспрямованість, професійність, фундаментальність знань та інтеграція останніх у єдину систему як запоруку випуску висококваліфікованого спеціаліста-інженера. З іншого боку, така система, як

зазначає Н. Бідюк, функціонує в режимі багатoproфільності, надає випускникам змогу переміщуватися з одного рівня професійної діяльності на інший [38].

У країнах Європи, зокрема в Німеччині, особливість професійної підготовки технічних кадрів складає дуальність, що означає проведення студентами значної частини навчального часу на підприємствах для стажування, складника загальнопрофесійної підготовки. Така система передвищої та вищої освіти, яку затверджено на законодавчому рівні, має низку переваг, найважливіша з яких – низький рівень безробіття серед молоді (після закінчення технічного закладу освіти студенти є висококваліфікованими фахівцями з документальним підтвердженням від організацій, де проходили стажування).

О. Павленко, на основі аналізу теоретико-методологічних засад професійної підготовки фахівців з електроніки у ЗВО США, констатує, що у професійній підготовці майбутніх фахівців електроніки «основоположні дисципліни належать до загальноосвітніх курсів, а саме до математичних та природничо-наукових предметів» [347, с. 130]. Професійна підготовка майбутніх фахівців електроніки у США здебільшого підлягає державному фінансуванню (63%), а також фінансуванню відповідними штатами. Програми підготовки фахівців розрізняють за типами тривалості підготовки: «традиційна освітня програма з повним нормативним періодом підготовки та котермінальна освітня програма» [347, с. 90]. О. Павленко виокремлює такі напрями професійної підготовки фахівців електроніки у США, як: «практична зорієнтованість та інтегративний підхід» [347, с. 186].

Одним із найстаріших університетів Німеччини є Дрезденський технічний університет (Technische Universität Dresden), заснований 1828 р. Це показовий університет вищої технічної школи Німеччини, де готують фахівців галузі електроніки та телекомунікацій у межах напрямку «Електротехніка». Навчання за цим напрямом передбачає базову підготовку (1–4 семестри) та поглиблену підготовку (5–10 семестрів), поділ освітнього

процесу на інформаційно-навчальні модулі [124]. На етапі базової підготовки студенти вивчають фундаментальні та прикладні дисципліни (сюди входить вивчення математики), спеціальні дисципліни (сюди входить вивчення теорії систем, основи техніки зв'язку тощо), що нагадує зміст навчання студентів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в Україні.

На етапі поглибленої підготовки студенти обирають один із запропонованих напрямів, зокрема підготовку за напрямом «Мікроелектроніка» або «Електронні системи та технології», а відтак набувають спеціалізованих умінь у галузі електроніки та телекомунікацій.

Розвиток вищої технічної освіти у країнах ЄС певною мірою вирізняється національними особливостями освітнього та наукового процесу, взаємодією внутрішніх чинників, національних традицій, чинників історичного й економічного розвитку окремих країн тощо.

Розвиток галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в Україні та за кордоном позначився на розвитку, зміні та трансформації мікроелектротехніки, що її випускають підприємства галузі, а останнє відобразилося й власне на галузі знань «Електроніка та телекомунікації», за якою готують фахівців. Аналіз інженерної освіти та підготовки інженерних кадрів за кордоном слугує підставою для констатації, що інженерна освіта країн Європи та США має низку особливостей, як-от: ступеневе навчання, дуальність, вузькоспрямованість, орієнтування на принцип фундаментальності. Прикметно, що математична підготовка майбутніх технічних фахівців і в Україні, й у країнах Європи та США належить до фундаментального складника.

## **1.2. Математична підготовка як компонента професійної підготовки майбутнього фахівця технічного напрямку в Україні та за кордоном**

Розбудова економіки, освіти, культури будь-якої країни зумовлена стрімким науково-технічним прогресом. Запорукою економічного зростання



країн Європи та США є розвиток інтелектуального технічного ресурсу, в основі якого – зорієнтованість вищої освіти на точні та прикладні науки. У поєднанні з високими вимогами до результатів навчальної діяльності, що слугують базисом навчальних планів вищих технічних закладів освіти країн Європи, це забезпечує високий фаховий рівень і конкурентоспроможність випускників останніх.

У руслі угод з Європейською організацією з інженерної освіти (SEFI MWG) розроблено низку стандартів фундаментальної освіти. Серед таких, наприклад, варто назвати загальноєвропейську програму з вищої математики «A Gore Curriculum in Mathematics for European Engineers», що охоплює та строго регламентує зміст основних блоків курсу вищої математики для технічних, технологічних, економічних, природничих спеціальностей і є нормативною у навчальних планах відповідних технічних ЗВО Європи. Зі світового досвіду постає очевидним, що конкурентоспроможні технології здатні продукувати тільки науковці-дослідники, інженери, технологи з фундаментальною природничо-математичною освітою, які спроможні конкурувати на світовому економічному ринку високотехнологічних продуктів завдяки вмінню опановувати сучасні новітні розробки.

Один зі складників системи професійної підготовки сучасного інженера – фундаментальна підготовка, що передбачає набуття знань із вищої математики та вмінь застосовувати їх у професійній діяльності як детермінантів умов самореалізації студента, розвитку його критичного мислення, формування організаторських навичок, лідерських якостей, посилення відповідальності за результат своєї праці, а також удосконалення навчального процесу та підвищення якості навчання.

Європейський Парламент і Рада ЄС 2021 року схвалили оновлену редакцію ключових компетентностей, у якій фігурують математична компетентність і компетентність у науках (за інформацією сайту <http://dlse.multycourse.com.ua/ua/page/15/53>). Додаток до Рекомендацій містить визначення та загальний опис компетентностей – математичної

компетентності, а також компетентності в науках, технологіях та інженерії, розташованих у переліку поряд. У додатку йдеться про те, що математична компетентність передбачає вміння застосовувати логіко-математичне мислення, практикувати використання та реалізацію математичних принципів і математичних продуктів у сферах повсякденної діяльності.

Вказане вище дає підстави констатувати, що математична підготовка є частиною загальнопрофесійної підготовки майбутнього фахівця технічного напрямку. Цитуючи Енциклопедію професійної освіти, Р. Горбатюк і В. Кабак наводять тлумачення терміна «підготовка» як: 1) наuczіння – процес формування готовності до виконання завдань, процес формування компетентностей, 2) сформованість компетентностей (наявність знань та вмінь) для виконання поставлених завдань [91, с. 10].

Важливим для пропонованого дослідження було виокремлення знань і вмінь, які сприяли б максимальній професійній продуктивності майбутніх фахівців. Цього досягали шляхом проведення експертного оцінювання із залученням у якості експертів інженерів із досвідом роботи в середньому 10–15 років, яким пропонували оцінити значущість умінь, набутих під час навчання у технічному ЗВО, для їхнього професійного зростання. Анкета експертного оцінювання, подана в додатку (Додаток А), відображає перелік використаних для оцінювання експертами за десятибальною шкалою вмінь, запозичених з освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а саме: вміння систематизувати і структурувати інформацію, вміння конструювати та проводити дослідження, вміння виокремлювати основне, вміння логічно мислити, вміння адаптуватися до нових умов роботи, вміння організаторської діяльності, вміння налагоджувати стосунки з людьми, вміння самоосвіти, вміння обстоювати свою точку зору, вміння знаходити необхідну для роботи інформацію, вміння проектувати (передбачати результати діяльності, розв'язання певної проблеми), вміння проектувати вироби середньої та

високої складності, вміння здійснювати збір, обробку та аналіз інформації, вміння розробляти програми, патенти й іншу продукцію.

Умовно вагомість кожного вищезгаданого вміння можна співвіднести з одним із чотирьох рівнів – низьким, середнім, достатнім, високим.

Низькому рівню вагомості відповідає 0–3 бала, середньому рівню –

4–6 балів, достатньому рівню – 7–8 балів, високому рівню – 9–10 балів.

Отримані та класифіковані результати опитування відображає зведена таблиця 1.1.

*Таблиця 1.1*

**Узагальнені результати експертного оцінювання вмінь**

<i>Високий рівень / назва компетентності</i>	<i>Середній бал експертів</i>
Уміння логічно мислити	9,1
Уміння здійснювати збір, обробку та аналіз інформації	9
<i>Достатній рівень/ назва компетентності</i>	
Уміння обстоювати свою точку зору	8,9
Уміння організаторської діяльності	8,9
Уміння самоосвіти	8,8
Уміння знаходити необхідну для роботи інформацію	8,7
Уміння виокремлювати основне	8,6
Уміння структурувати інформацію	8,54
Уміння конструювати та проводити дослідження	8,27
Уміння систематизувати інформацію	8,5
Уміння проєктувати (передбачати результати діяльності, розв'язання певної проблеми)	8,3
Уміння адаптації у нових умовах роботи	8,1
Уміння налагоджувати стосунки з людьми	8
<i>Середній рівень/ назва компетентності</i>	
Уміння проєктувати вироби середньої та високої складності	6,6
Уміння розробляти програми, патенти й іншу продукцію	4,3

(сформовано автором)

Визначені експертами вміння (для якісної професійної діяльності майбутнього технічного фахівця) корелюють зі складниками математичної компетентності, описаної в додатку оновленої редакції ключових компетентностей, яку схвалено Європейським Парламентом і Радою (ЄС) 17 січня 2018 року. Описаний контекст актуалізує питання пошуку шляхів і концепцій підвищення рівня якості математичної підготовки майбутніх технічних фахівців.

В Україні станом на початок 2020 року функціонувало понад 280 ЗВО, серед яких понад 60 забезпечували підготовку фахівців технічного профілю, а це означає, що 21% усіх ЗВО України є технічними (за інформацією сайту <http://www.ukrstat.gov.ua/>) (рис. 1.1).



Рис.1.1. Графічне зображення класифікації університетів України за напрямками  
(сформовано автором)

Із вищеназваних університетів 45 готують фахівців галузі знань 17. «Електроніка та телекомунікації», серед них – Вінницький національний технічний університет, Державний університет телекомунікацій, Національний університет «Львівська політехніка», Державний університет «Житомирська політехніка», Одеський національний політехнічний університет, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Луцький національний технічний університет, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя й інші. Математична підготовка для студентів технічних університетів є обов'язковою та входить до переліку обов'язкових компонент ОПП (Додаток Б).

Кількість кредитів для вивчення вищої математики студентами галузі 17 «Електроніка та телекомунікації» в розглянутих технічних ЗВО варіює в діапазоні від 8 до 22 кредитів ЄКТС (Додаток Б). На основі проаналізованих ОПП для здобувачів галузі 17 «Електроніка та телекомунікації» констатуємо, що в середньому на вивчення вищої математики ЗВО відводять 16,5 кредитів, що становить близько 7% від загальної кількості кредитів (240 кредитів на загальнопрофесійну підготовку інженера). Найбільше годин на вивчення вищої математики пропонує Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Додаток В).

З огляду на те, що курс вищої математики – це основа для вивчення багатьох спеціальних дисциплін, містить фундаментальні поняття та логічні конструкції, що є ключовими інструментами в опануванні спеціальних дисциплін, математична підготовка майбутнього технічного фахівця потребує таких *трансформаційних змін*, які б у межах дотримання відведених часових рамок (7% від загальної кількості кредитів)

уможлилювали б розв'язання проблеми фундаментальної підготовки фахівців.

У стандарті вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» для першого бакалаврського рівня вищої освіти у переліку спеціальних (фахових) компетентностей фігурує «СК5. Здатність застосовувати відповідні *математичні*, наукові й технічні методи ... для вирішення інженерних задач в галузі електроніки» [440, с. 7].

Незначна кількість навчальних годин, відведених на вивчення вищої математики, та необхідність здобуття студентами технічних спеціальностей фундаментальних математичних знань увиразнює проблему вдосконалення шляхів математичної підготовки майбутніх технічних фахівців – бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Багатоаспектуальне висвітлення проблеми математичної підготовки майбутніх фахівців різних галузей відображають роботи таких українських і зарубіжних дослідників, як: О. Глушко, Г. Дутка, С. Мухіна, Л. Журбенко, Ю. Триус та багатьох інших.

Проблемі математичної підготовки в технічному університеті присвячено широкий спектр праць вітчизняних і закордонних учених. Ідеться про доробки:

- В. Клочка, З. Бондаренко, С. Семерікова, що містять ґрунтовні теоретико-методичні розробки *математичної підготовки із застосуванням ІКТ*;
- І. Хом'юк, В. Хом'юка, Я. Стельмах, що акцентують на математичній підготовці майбутніх технічних фахівців у *контексті професійної мобільності*;
- О. Беспарточної, О. Грицюк, Н. Задерей, М. Ковальчук, Г. Нефьодової, С. Мухіної, В. Трофименко, що спрямовані на осмислення *професійній спрямованості навчання математики*;

- В. Петрук, що зорієнтовані на покращення якості математичної підготовки майбутніх технічних фахівців за допомогою *інтерактивних технологій*,
- В. Михалевича, Я. Крупського, О. Тютюнник, що розкривають застосування *СКМ у математичній підготовці* майбутніх технічних фахівців;
- С. Кирилащук, Т. Марченко, що вирізняються увагою до проблеми *формування інженерного математичного мислення* під час математичної підготовки майбутніх технічних фахівців;
- Т. Ярхо, що містять *ідеї кліптового й інтегративного підходів* у процесі математичної підготовки майбутніх технічних фахівців;
- С. Лейко, В. Мурашківської, що присвячені розробленню психолого-педагогічних основ математичної підготовки майбутніх технічних фахівців.

Прикметно, що, попри достатню розробленість проблеми математичної підготовки майбутніх технічних фахівців, дефініція термінологічного словосполучення «математична підготовка» до сьогодні не має однозначного та єдиного загальноприйнятого визначення. Дослідники, окреслюючи сутність поняття, витлумачують його в категоріях освітнього процесу. Так, Г. Дутка розглядає математичну підготовку крізь призму процесу формування якостей особистості, які забезпечать виконання професійної діяльності майбутніми фахівцями [131].

У контексті визначення математичної підготовки у вищих технічних закладах освіти О. Глушко, О. Кучерук, С. Яценко потрактовують її як систему результатів трьох взаємопов'язаних процесів: 1) формування мотивації студентів до набуття знань і вмінь застосування математичних методів у професійній діяльності; 2) засвоєння системи математичних знань, що є базовими та зумовлюють опанування знань і вмінь інших освітніх галузей; 3) формування наукового світогляду, «пізнавальної самостійності при застосуванні математичних понять» алгоритмічної, інформаційної та графічної культури [77], [269].

О. Грицюк, О. Беспарточна оперують трикомпонентною моделлю математичної підготовки майбутніх інженерів, яку утворюють: 1) математична компетентність майбутніх інженерів, 2) здатність до математичного моделювання, 3) інтеграція на рівні міжпредметних зв'язків [98]. Згадані вчені наголошують, що «з метою підвищення якості математичної підготовки студентів інженерно-технічних спеціальностей доцільним і необхідним є розвиток математичної компетентності майбутніх інженерів» [там само, с. 437].

Зважаючи на спорідненість галузей «Електроніка та телекомунікації» й «Інформаційні технології», слухними видаються міркування І. Бардус про те, що: «Вища математика потенційно може бути використана для фундаменталізації професійної підготовки майбутніх ІТ-фахівців, оскільки містить поняття і теорії, що покладені в основу принципів аналогової електроніки» [15, с. 63]. Як продовження думки зазначимо, що математична підготовка для МБГЕТК має значення неодмінного базового складника фундаментальної підготовки, що зумовлює професійну підготовку майбутніх фахівців.

Попри це, проблема математичної підготовки МБГЕТК і шляхи її розв'язання залишаються неналежно обґрунтованими. Для нівелювання такої ситуації в дисертації проблему математичної підготовки в технічному університеті будемо досліджувати як систему, а математичну підготовку МБГЕТК – як її підсистеми, для якої діють такі самі підходи, принципи та правила, як і для загальної системи математичної підготовки студентів технічних спеціальностей.

Дослідники проблеми математичної підготовки студентів у технічному закладі освіти (В. Петрук, В. Мурашківська, С. Казнадій) виявляють однаковість у констатації про доцільність організації навчання в контексті професійної спрямованості [359], [321].

Погоджуючись із баченням вищеназваних учених, вважаємо основним завданням математичної підготовки майбутніх технічних фахівців



вироблення у них умінь застосування математичного апарату в ході професійної діяльності, умінь логічного мислення, швидкої математичної мобільності за умови наявності сформованого базового фундаментального математичного складника загальнопрофесійної підготовки.

Т. Ярхо підкреслює, що математична підготовка в технічному університеті має інваріантний і варіативний складники. *Інваріантний* складник математичної підготовки майбутніх технічних фахівців охоплює розуміння та засвоєння математичної символіки, оперування математичними поняттями, розуміння та вміння використовувати алгоритми математичних дій [506], формування математичної культури та наукового світогляду майбутніх інженерів шляхом опанування евристичного та логічного складників мислення, завдяки чому, на думку вченої, відбувається формування логічного, алгоритмічного мислення, що сприяє набуттю навичок математичного моделювання в галузі професійної діяльності [506].

*Варіативний складник* математичної підготовки майбутніх інженерів, на погляд Т. Ярхо, передбачає побудову сукупності математичних моделей, які слугуватимуть для засвоєння матеріалу спеціальних дисциплін, будуть основою для моделювання та розв'язання професійних задач [504]. Розрізняючи рівні математичної підготовки майбутніх бакалаврів і магістрів технічних спеціальностей, дослідниця наголошує на необхідності досягнення у математичній підготовці для бакалаврів технічних спеціальностей рівня практичної орієнтації у використанні математичних методів, тоді як для магістрів – глибшого рівня математичної підготовки, тобто рівня вміння вибору доцільного математичного методу для розв'язання проблемної ситуації професійного виміру [503].

Відтак математичну підготовку МБГЕТК визначаємо як діалектичне поєднання *процесу* формування математичних знань і вмінь і їхню *наявність* у сформованому стані (сукупність набутих знань і вмінь, що сформовані внаслідок цілеспрямованої системи дій і мають прикладне функціонування) (рис. 1.2).

Аналіз напрацювань, присвячених проблемі математичної підготовки майбутніх інженерів, дав змогу виокремити такі характеристики математичної підготовки МБГЕТК, як: зміст, глибина, спрямованість.

1) *Зміст* математичної підготовки МБГЕТК визначається ОПП, робочими планами та навчальними робочими програмами.

2) *Глибина* математичної підготовки окреплена розумінням символічної математичної мови, розумінням і знанням окремо взятої теми чи розділу вищої математики, розумінням взаємозв'язків поняттєвого апарату, здатністю на основі наявних знань про математичні поняття самостійно переходити до нових інформаційних математичних об'єктів, розуміючи їхній зміст.

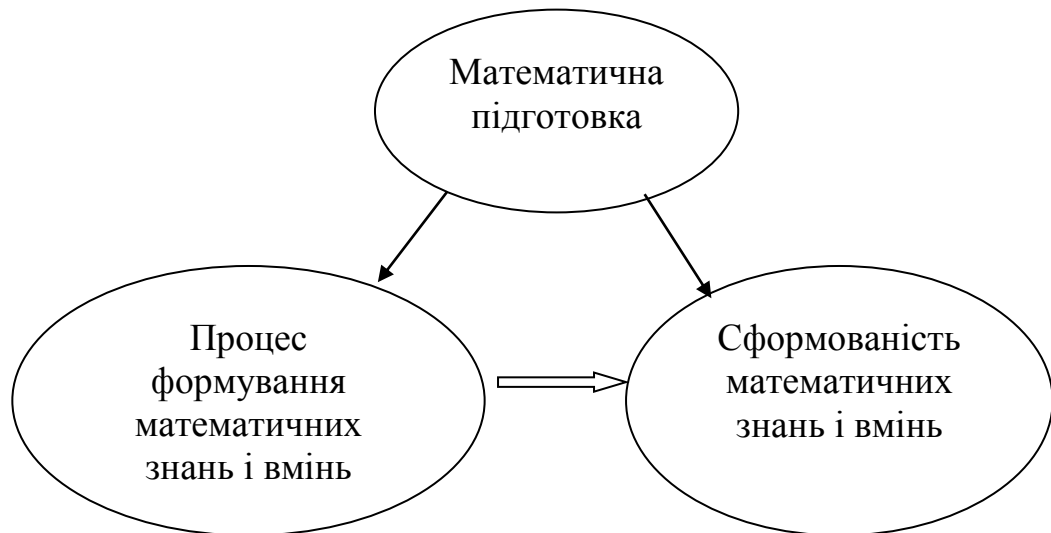


Рис. 1.2. Схематичне зображення математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»

3) *Спрямованість* математичної підготовки передбачає формування здатності фахівця самостійно знаходити, відтворювати, оперувати математичними знаннями в інженерних обчисленнях.

Одноставно з С. Раковим до функціональних ознак математичної підготовки МБГЕТК зараховуємо:

- ✓ сформованість математичного мислення;

- ✓ здатність логічно думати;
- ✓ уміння синтезувати одержані результати;
- ✓ проводити порівняльний і конструкторський аналіз вхідних даних та одержаних результатів;
- ✓ здатність до сприйняття та розуміння математичного тексту, зокрема в інженерних кресленнях, під час вивчення спецдисциплін тощо;
- ✓ уміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики та розуміти одержані результати [387].

Пріоритетною метою математичної підготовки майбутнього технічного фахівця постає формування цілісної інформаційної математичної бази знань і вмінь, яка детермінує якісну професійну підготовку. Це увиразнює надання математичній підготовці майбутніх технічних фахівців професійного спрямування. Тому математична підготовка МБГЕТК – це інтегративна якість підготовки фахівців, яка відзначається високим рівнем теоретичних знань і практичних умінь з математики, здатністю застосовувати ці знання й уміння у процесі освоєння основної освітньої програми вищої професійної освіти, готовністю використовувати математичний апарат у професійній діяльності.

*Результатом математичної підготовки МБГЕТК є сукупність набутих суб'єктом навчання знань і вмінь (предметних математичних компетентностей), що безпосередньо визначають якісну професійну підготовку МБГЕТК.*

Основними ознаками математичної підготовки можна назвати: вміння володіти фундаментальними математичними знаннями, єдність математичних знань і вмінь, творче застосування математичного апарату для дослідження та розв'язання прикладних інженерно-професійних задач. *Математична підготовка МБГЕТК охоплює теоретичну підготовку (теоретичну компоненту) та практичну підготовку (дієву компоненту).*

Теоретична компонента математичної підготовки вимагає наявності у студентів фундаментальних знань, розуміння математичних теорій, наявності сформованих математичних понять.

Практична підготовка (дієвий компонент) передбачає систему набутих студентами фундаментальних математичних умінь. Зауважимо, що фундаментальними вважаємо вміння, що відображають практичну реалізацію фундаментальних математичних знань, уміння оперувати математичними знаннями та застосовувати їх на практиці.

Спорідненим поняттю «математична підготовка» є поняття «математична культура». Вперше проблему розвитку математичної культури школярів розглядали Н. Віленкін та І. Ягломом 1957 р., визначаючи поняття математичної культури як інтегративне особистісне утворення, компонентами якого є стиль математичного мислення, філософія математики, вміння застосовувати математичні операції в професійній діяльності, а математичну культуру особистості – як сукупність засвоєних особистістю об'єктів математичної культури – графічного, логічного й алгоритмічного [505]. Останнє означає, що математична культура – це частина професійної культури фахівця та постає інтегральним особистісним утворенням, певним критерієм оцінювання майбутнього фахівця як спеціаліста [506]. Математична культура особистості вирізняється:

- сукупністю теоретичних математичних знань, які особистість здатна застосувати на практиці;
- математичним стилем мислення (філософія математики);
- розумінням і використанням математичної мови й у математичних, і спеціальних дисциплінах;
- сукупністю навичок математичної діяльності;
- вмінням поетапно пояснити всі виконані дії;
- вмінням спроектувати план розв'язання певної математичної задачі;
- глибоким розумінням і усвідомленням зв'язків між розділами та темами з математики;

- математичною самоосвітою.

Для всіх країн-учасників Болонського процесу, і для України поміж них, у навчальних планах спеціальних кафедр технічних університетів зменшено кількість аудиторних годин, відведених на вивчення курсу вищої математики (порівняно з попередніми роками), що «як відомо, є фундаментальним складником в освіті та кваліфікації майбутнього спеціаліста у технічній сфері» [149].

З огляду на таку ситуацію Н. Задерей, Г. Нефьодова пропонують для розв'язання проблеми скорочення кількості аудиторних годин активізувати процес пізнання, посилити мотиваційний складник освітнього процесу, покращити якість організації самостійної роботи студентів [149].

Збільшення завдань, які покладено на майбутнього технічного фахівця, детермінує потребу докорінної зміни інженерної діяльності [321]. Це зумовлює логіку розгортання трансформаційних змін математичної підготовки як частини загальної професійної підготовки. Технічний фахівець повинен мати навички структуризації матеріалу, вміти виокремлювати пріоритетні завдання, генерувати ідеї розв'язання ситуацій на основі наявної інформації, що їх формують, зокрема, у процесі математичної підготовки.

Проаналізуємо стан математичної підготовки майбутніх технічних фахівців в університетах Європи та США. У країнах Європи, як дають підстави стверджувати дані досліджень науковців [34], [38], пріоритетні напрями вдосконалення освітніх технологій професійної підготовки технічних фахівців реалізують шляхом виокремлення фундаментальних основ, зокрема математичної підготовки. Особливістю математичної підготовки майбутніх технічних фахівців у країнах Європи є e-Learning навчання. E-Learning навчання математичних дисциплін у Німеччині передбачає дистанційну та змішану форми, тож забезпечення якісної математичної підготовки, відповідно, супроводжується обов'язковою наявністю комп'ютерів (ноут-буків чи планшетів).

Інженерна освіта в США має низку особливостей, як-от: нерозробленість державних галузевих стандартів, недержавна форма системи акредитації, прикладна спрямованість навчання вищої математики із широким застосуванням ІКТ. Такі особливості освіти США, зокрема математичної, властиві основним напрямом навчання студентів інженерних спеціальностей. Пріоритетним же напрямом системи освіти США є той, що відображає зміст майбутньої професійної діяльності.

У переліку обов'язкових навчальних дисциплін першокурсників навчальних технічних закладів у США фігурують *вища математика*, загальна хімія, англійська мова, загальна та сучасна фізика, комп'ютерні науки програмування, вступ до інженерії. *Вищу математику* в технічних ЗВО США вивчають майже за однаковими навчальними планами, оскільки навчальні програми вищої математики мало відрізняються. Утім інформаційний освітній простір США наповнений різноманітними навчальними курсами та програмами з математики.

Прикметною особливістю навчання вищої математики інженерних кадрів у технічних університетах США є орієнтир на створення значної кількості систем комп'ютерної математики, які більшою мірою персоналізовані та індивідуалізовані, а також на використання широкого спектра ІКТ (таблиці, редактори текстів) для підтримання вивчення математичних дисциплін.

Іще одна присутня особливість вивчення математичних дисциплін у США, а також у країнах Європи – це наявність відкритих математичних online ресурсів [527], що уможливають самостійне опрацювання навчального матеріалу. Відкриті інформаційні ресурси стали відповіддю на проблему неперервного навчання та самовдосконалення, яка виникла в США. Перший відкритий інформаційний ресурс OpenCourseWare [571] (MIT OCW) було створено 2001 року за ініціативи Масачусетського технологічного інституту [304], в якому інтернет-користувачі мали вільний доступ до розроблених навчальних матеріалів. Такий проект схвалила більшість впливових

університетів та асоціацій університетів Європи. Ще одним прикладом відкритого інформаційного ресурсу варто вважати Open education consortium (The Global Network for Open Education) [516].

О. Семеніхіна, І. Шевченко [413] у площині аналізу математичних інтернет-ресурсів стверджують, що математичні курси відкритого освітнього середовища здебільшого не є класичними, а такими, що стосуються нових досягнень у математиці. «На ресурсі Coursera переважають курси з математичного аналізу, тоді як з геометрії та математичного програмування взагалі відсутні. На відміну від ресурсу Coursera на ресурсі Edx переважають курси з математичної статистики. На ресурсі Udemy найбільше курсів з алгебри, а на ресурсі MIT OpenCourseWare – з математичного аналізу. На ресурсі OpenLearn – з алгебри, а на ресурсі ІНТУІТ – з математичного аналізу» [413]. Такий розподіл математичних напрямів пов'язаний зі специфікою досліджень, які провадять університети.

Н. Кияновська в контексті вивчення змісту навчання одного з провідних ЗВО США – Массачусетського технологічного інституту (Massachusetts Institute of Technology – MIT) – зробила висновок про те, що нормативна підготовка з вищої математики в MIT охоплює елементи математичного аналізу функції однієї змінної та багатьох змінних (Calculus I та Calculus II відповідно, кожен з яких має декілька версій: основний курс, додаткові розділи, факультативний курс). Більш детальний розгляд наповнення програм MIT подано в додатку (Додаток Г).

Варто зазначити, що в наведених навчальних програмах немає таких тем, як: «Лінійні диференціальні рівняння (ДР) вищих порядків і системи лінійних ДР рівнянь першого порядку», «Функціональні ряди» й окремі інші теми, що їх традиційно вводять у курс вищої математики інженерних спеціальностей. Математична ж фундаментальна підготовка студентів галузі знань «Електроніка і телекомунікації» передбачає вивчення в курсі вищої математики, наприклад, тем «Функціональні ряди за довільними системами

ортонормованих функцій», «Функції комплексної змінної», «Перетворення Фур'є і Лапласа» й ін.

Порівняльний аналіз змісту математичної підготовки студентів технічних спеціальностей Массачусетського технологічного інституту (MIT) і ВНТУ уможливив формулювання таких висновків:

1) зміст навчального матеріалу обох закладів вищої освіти майже не відрізняється, водночас у ВНТУ програма з вищої математики є цілісною та побудованою згідно зі структурою: математичний аналіз, алгебра, геометрія (аналітична геометрія), що невласиво програмам Массачусетського технологічного інституту, де виклад тем більш хаотичний;

2) програми з вищої математики для студентів ВНТУ вирізняються чіткою послідовністю та наступністю тем, чого немає в програмі Массачусетського технологічного інституту. Так, наприклад, до складу Calculus I введено диференціальне й інтегральне числення функцій однієї змінної, неформальне введення границь і нескінченності, тоді як програма з математики для студентів усіх спеціальностей ВНТУ спочатку планує вивчення теми «Теорія границь», яка містить фундаментальні означення, теореми, властивості, приклади застосування границь, а вже далі – вивчення розділу «Диференціювання функції однієї змінної» як логічного наслідку вивчення попередньої теми;

3) в основній програмі з вищої математики Массачусетського технологічного інституту, тобто в Calculus I і Calculus II, немає тем і розділів із вищої математики, які наявні у програмах з вищої математики ВНТУ, як-от: «Аналітична геометрія», «Системи лінійних рівнянь», «Операційне числення», «Теорія функції комплексної змінної», «Теорія ймовірностей». Важливо зазначити, що такі фундаментальні теми, як: «Умови Коші-Рімана», «Лишки та їх застосування», «Перетворення Лапласа», що, на нашу думку, є необхідними в курсі математичної підготовки майбутніх інженерів багатьох напрямів, не передбачено в основній частині, тобто в Calculus I і Calculus II;



4) фундаментальний курс вищої математики – Calculus I і Calculus II MIT – містить меншу кількість тем і розділів на відміну від курсу вищої математики ВНТУ, проте студенти MIT мають змогу додатково опрцьовувати список дисциплін для кожного напрямку підготовки, що містить теми та розділи з математики, що не ввійшли до основного списку фундаментальних тем. Окрім того, на старших курсах, починаючи з третього, студенти ВНТУ різних спеціальностей вивчають математизовані спецкурси з математики, спроектовані на відповідну спеціальність;

5) студенти США та країн Європи мають у вільному доступі відкриті інформаційні on-line ресурси зі значним обсягом математичного матеріалу (англійською мовою). На сьогодні для студентів України такого типу ресурси розроблені в недостатній кількості. Порівняльний аналіз математичної підготовки майбутніх технічних фахівців в Україні та за кордоном наведено в табл. 1.2.

Системи вищої технічної освіти України та країн Європи вирізняються низкою відмінностей, серед яких: доступ майбутніх технічних фахівців західноєвропейських країн (на відміну від українських здобувачів) до різних інтернет-ресурсів, зокрема й математичного циклу (хоча такі ні логічно, ні структурно не пов'язані); вузько спрямований характер вищої технічної освіти Великобританії, що певною мірою сприяє фундаментальності знань. Вектором розвитку системи вищої технічної освіти України є здобуття студентами фундаментальних базових універсальних знань, набуття фундаментальних навичок для досягнення майбутнім фахівцем технічного профілю високого професійного рівня та професійної мобільності.

Загалом постає очевидним, що математична підготовка й для України, й для країн Заходу є необхідним фундаментальним складником професійної підготовки у вищій технічній школі.

**Порівняльна таблиця математичної підготовки майбутніх  
технічних фахівців в Україні та за кордоном**

<i>Критерії порівняння математичної підготовки майбутніх технічних фахівців</i>	<i>Україна</i>	<i>Країни Європи та США</i>
цілісність загальної програми математичної підготовки, взаємозв'язок розділів	так	частково
зв'язок з іншими спеціальними дисциплінами	частково	частково
наявність створених онлайн ресурсів курсу вищої математики	частково	присутні
формування професійних компетентностей під час математичної підготовки	так	так

(сформовано автором)

З огляду на те, що математична підготовка фахівця – це основний чинник формування математичної культури майбутнього фахівця технічного профілю, у пропонованому дослідженні сфокусуємося на фундаменталізації математичної підготовки (як процесі її покращення) та шляхах реалізації фундаменталізації в освітньому процесі, позаяк остання постає провідною ідеєю вдосконалення математичної підготовки МБГЕТК.

### **1.3. Дефінітивний аналіз проблемного поля фундаменталізації освітнього процесу**

Підвищення рівня професійної підготовки майбутніх технічних фахівців науковці (І. Бардус, С. Гончаренко, С. Семеріков, Т. Ярхо) пов'язують із фундаменталізацією освітнього процесу, а також фундаменталізацією математичної підготовки. Для детального аналізу концепції фундаменталізації освітнього процесу розглянемо цей феномен «крізь призму» філософських категорій.

Обсяг наукової інформації щороку зростає експоненціально, а відображення її у навчальному процесі є неможливим тією мірою, якою вона з'являється. На цій підставі виникає *проблема* корелювання означених процесів, запоруку розв'язання якої багато дослідників убачають у фундаменталізації освітнього процесу. Накопичення наукової інформації зумовлює перехід її на якісно новий рівень. Кожен новий етап розвитку науки базується на генеруванні, синтезі, виокремленні та трансформації інформації. Це й розкриває власне ідею фундаменталізації.

Проблемі фундаменталізації професійної сучасної вищої технічної та технологічної освіти присвячено наукові розвідки С. Архангельського, І. Бардус, А. Вербицького, С. Гончаренка, Г. Дутки, М. Лазарева, Е. Лузік, Н. Морзе, В. Поліщук, О. Романовського, В. Сергіївського. Роботи С. Семерікова, Н. Тализіної, Г. Шатковської, Т. Ярхо й інших учених відображають глибоке вивчення проблеми фундаменталізації вищої технічної освіти. Попри те, що у проаналізованих працях різноаспектно обґрунтовано засади фундаменталізації освітнього процесу майбутніх технічних фахівців, проблема теоретичних і практичних засад фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК на сьогодні залишається неналежно осмисленою.

Огляд і аналіз джерел окресленого проблемного поля дали підстави стверджувати про неоднозначність трактування поняття фундаменталізації освітнього процесу. Фундаменталізацію часто ототожнюють з інформатизацією, комп'ютеризацією або навіть удосконаленням освітнього процесу. М. Ковтонюк, серед іншого, констатує, що фундаменталізація – це процес якісної зміни вищої освіти, а також один із провідних принципів, покладений в основу сучасної багаторівневої освіти, який охоплює освіту «вглиб» (поглиблену наукову підготовку в межах конкретної спеціалізації); освіту «вшир» (різносторонню гуманітарну і природничо-наукову, освіту на основі фундаментальних знань) тощо [206].

С. Семеріков називає такі ознаки фундаменталізації освіти, як:

- ✓ виділення універсальних, базових знань, введення їх на пріоритетні позиції та надання їм стрижневого значення для накопичення інших знань;
- ✓ інтеграція освіти і науки;
- ✓ перебудова процесу навчання на основі професійної та технологічної мобільності [416].

За С. Семеріковим, «Фундаменталізація інформативної освіти зводиться до посилення математичної складової» [416, с. 62].

Однак на тлі наявності широкого спектра різнопланових досліджень феномену фундаменталізації їхні автори не виявляють одностайності у визначенні дотичних до нього понять.

Розглянемо фундаменталізацію крізь призму *категорій філософії*. Дослідники проблеми фундаменталізації навчання С. Іванов і М. Кітов підкреслюють, що фундаменталізація освітнього процесу у ЗВО не можлива без поглиблення вивчення філософії [154], а відтак називають серед рівнів фундаменталізації найвищим філософсько-методологічний (трактування явища фундаменталізації вимагає оперування категорійним апаратом філософії).

Як було зазначено, фундаменталізація – це явище, сутність якого полягає у виокремленні з усього обширу накопиченої наукової інформації базових інваріантів, що уможливлуватимуть перехід науки на новий рівень. Ідею фундаменталізації першим описав Гумбольдт на початку XIX ст., наголошуючи на соціальній корисності та професійній спрямованості останньої.

Розвиток наукових знань, теорій законів відбувається спіралеподібно та порівнево. Фундаменталізація – процес «створення фундаменту знань» на певному рівні для переходу науки на новий рівень. Ці процеси можна описати стадіальною моделлю фундаменталізації (рис 1.3). Перший етап – «гносеологічний» – передбачає пізнання та сприймання інформації, пізнання сутності речей, явищ певного проблемного поля (наукового напрямку).

Гносеологічний рівень є рівнем розгортання процесів наповнення свідомості інформацією, переходу від «незнання до знання».

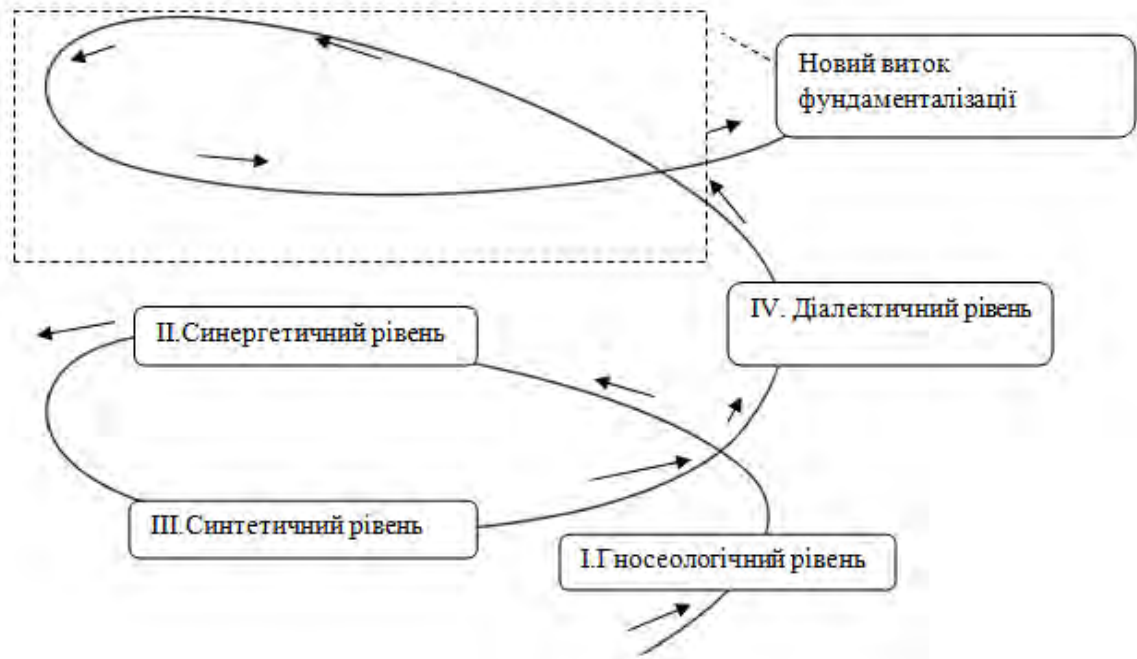


Рис 1.3. Рівні процесу фундаменталізації знань у філософських категоріях

Унаслідок аналізу розвитку наукових теорій, понять, а також вивчення філософської літератури фундаменталізацію знань у філософських категоріях опишемо як процес, що проходить такі рівні: «гносеологічний», «синергетичний», «синтетичний», «діалектичний» (рис. 1.3).

*Гносеологією* називають науковий розділ філософії, присвячений дослідженню принципів процесу пізнання [174, с. 136]. Перший етап фундаменталізації – «гносеологічний» – спроектований на процес пізнання законів, ідей, понять, функціонує на основі культивування наукової інформації. В. Петрушенко розрізняє: інформаційний, смисловий, вольовий аспекти пізнання [361, с. 327]. Пізнанню підлягає й фізична (матеріальна), й нематеріальна частини реальності, в найглибшій сутності якої людини намагається проникнути.

«Синтетичний рівень» фундаменталізації передбачає генералізацію сприйнятої інформації, тобто виокремлення її основних об'єктів та усунення

другорядних. Такий процес регламентує єдиний закон, що уніфікує правила виокремлення інформаційних об'єктів. Водночас процес синтезу означає об'єднання в одне ціле виокремлених базових інформаційних об'єктів, які утворюватимуть підґрунтя наукової теорії.

«Синергетичний рівень» фундаменталізації – це вибір руху наукової теорії. На цьому рівні тривають процеси саморганізації, а наукова теорія ніби вибирає напрям подальшого розвитку.

На «діалектичному рівні» фундаменталізації (його ще називають динамічним рівнем) відбувається перетворення кількісної інформації на якісну, а концентрована наукова інформація набуває якісно нового стану – стану використання її на новому рівні [174, с. 136]. У розрізі того, що розділ філософії – діалектика – обґрунтовує ідею існування дійсності (та наукової інформації зокрема) як неперевний рух «спіраллю», кожен новий виток спіралі накопичує інформаційні генералізовані об'єкти розвитку науки попередніх витків, утілює перехід на їх новий, якісніший рівень [174].

Діалектика набуває реалізації за допомогою трьох основних уніфікованих законів – *закону взаємного переходу кількісних змін у якісні, закону єдності та боротьби протилежностей і закону заперечення* [476, с. 158].

Найважливіший для фундаменталізації – *закон взаємного переходу кількісних змін у якісні*, оскільки в її межах він втілюється в «якісному стрибку» знань (змін) за умови, коли кількість інформації (або змін) перевищує певне допустиме їхнє число, міру.

Стрибки можуть бути у формі: а) разових однократних змін, б) поступових якісних перетворень [476, с. 159]. Важливо, що кожен перехід кількісних змін у якісні означає водночас і перехід якісних змін у нові кількісні [476, с. 159].

Перші три рівні передбачали пізнання, накопичення, генералізацію, синтез інформації, збільшення кількості інформаційних змін, а четвертий –

«діалектичний рівень» – вирізняється переходом таких кількісних змін у якісні.

«Фундаменталізація науки спрямована на продукування якісних конструктивних змін у методи наукового пізнання, в понятійно-категоріальний апарат, в сукупність наукової інформації і накопичених людством знань» [236].

Відтак із філософської точки зору фундаменталізація постає явищем сучасності, що пронизує всі сфери людського буття, наслідком чого є трансформація світосприйняття людини внаслідок поглиблення, розширення, переосмислення знань. Відповідно, фундаменталізацію освіти в дисертації розглядаємо в контексті філософського тлумачення явища фундаменталізації, фундаменталізацію математичної підготовки – як таку, що функціонує у межах фундаменталізації освітнього процесу.

Як зазначає у своїй роботі І. Бардус, закон протилежностей обґрунтовує наявність розриву між розвитком наукових технологій і рівнем підготовки фахівців у навчальних закладах, що є явищем природнім, об'єктивним і необхідним для розвитку освіти [15, с. 82].

Фундаменталізації підлягають усі наукові теорії й освітні процеси ЗВО як такі, що певною мірою відображають розвиток наукових знань.

Поняття «*фундаменталізація освіти*» науковці потрактовують по-різному. Дефініцію цього феномену вчені формулюють переважно логіко-інтуїтивно, що унеможлиблює їхню одностайність. Посутньо, що й тлумачні словники не містять визначення фундаменталізації, натомість пропонуючи спільнокореневі слова, семантика яких допоможе окреслити змістове наповнення цього терміна. Зокрема, термін «фундаментальний» має такі значення: 1) міцний, великий, зроблений на тривалий час; 2) значний за вмістом; 3) значний за величиною, обсягом; 4) *перен.* Який є головним, основним, ґрунтовним, глибоким, капітальним [432].

Термін «фундаментальний» походить від слова «фундамент», пряме значення якого називає ту частину будівлі, на якій тримається вся її

конструкція та яка слугує основою всіх елементів (міцність і якість фундаменту впливає на довготривалість і міцність усієї будівлі); переносне ж значення – сутність певного поняття, головна основа, на якій ґрунтується вся подальша теорія, першопочаток чогось, головне, істотне, що лежить в основі чого-небудь, на чому ґрунтується, будується щось; база, підвалина.

У перекладі з латинської мови «*fundamentum*» – основа, підвалина, опора. У тріаді *фундамент*, *фундаментальний*, *фундаменталізація* перше поняття визначає сутність предмета або явища, друге описує певну характеристику явища, предмета чи процесу, а третє постає описом водночас і процесу (явища), і результату зміни, трансформації об'єкта (явища). Тому фундаменталізація певної категорії означає виокремлення базових елементів такої, на яких, як на фундаменті, та з яких будуть вибудовуватися інші її елементи. Відтак фундаменталізація чого-небудь (освіти, освітнього процесу тощо) передбачає «виокремлення», «створення» фундаментальних основ. Фундаментальна підготовка супроводжується набуттям фундаментальних знань. На переконання А. Колота, «фундаментальні знання – це системоутворювальні, цілісні, глибинні, змістовні, методологічно значимі уявлення про навколишній світ, закономірності його функціонування та розвитку» [250, с. 97].

*Фундаментальні знання* в роботі витлумачуємо як сукупність методологічно важливих, здобутих особистістю, осмислених у свідомості та використовуваних знань про дійсність, світ і його закони.

М. Кітов і С. Іванов підкреслюють, що фундаменталізація має бути різною для спеціальностей та освітніх рівнів [154]. Дослідники розрізняють рівні фундаменталізації професійної освіти, як-от: перший, де відбувається поглиблення базових, фундаментальних дисциплін; другий, де розгортається «математизація технічного та технологічного знання», третій – філософсько-методологічний, що спроектований на розроблення нової парадигми. М. Кітов, С. Іванов стверджують, що коли на третьому рівні розвитку наука визнає обмеженість власних методів пізнання, то виникає



нова парадигма. Прикметно, що такі уточнення нових парадигм у науці тривають постійно, оскільки всесвіт нескінченний і зумовлює невичерпність наукового знання. «Сама наука в процесі свого функціонування піднімається на найбільш високий рівень свого розвитку – *філософський*» [154].

У праці Л. Дорогань-Писаренко у співавторстві [119] фундаменталізацію потрактовано як «один із пріоритетних *напрямів* підвищення якості освіти через модернізацію навчальних дисциплін».

У контексті осмислення феномену фундаменталізації професійної підготовки фахівців інформаційних технологій (які за своєю професійною діяльністю найближчі до фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації») І. Бардус називає таким «процес, результатом якого є формування в них профілізованих, загальнонаукових та фундаменталізованих базових і перспективних ІТ-галузових знань, умінь та їх застосування» [15, с. 82]. Окрім того, дослідниця вважає найважливішим детермінантом фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців галузі інформаційних технологій «суперечність між високими темпами розвитку комп'ютерної техніки та технологій і постійним відставанням освітньої галузі» [15, с. 82]. Аналогічна невідповідність увиразнюється між рівнем розвитку галузі електроніки та телекомунікацій і відставанням освітньої галузі, недосконалою структурою та змістом математичної підготовки майбутнього фахівця, яка б задовольнила спеціальну фахову підготовку.

На професійній спрямованості фундаменталізації акцентують Л. Дорогань-Писаренко й інші [119], констатуючи, що саме фундаменталізація може забезпечити реалізацію професійно-зорієнтованої освіти. Погоджуючись із думкою вчених, до завдань фундаменталізації освітнього процесу зарахуємо виокремлення з навчального матеріалу інваріантів, на основі яких відбувається формування у студентів професійно-орієнтованих знань [119, с. 22]. Л. Ребуха визначає сутність фундаменталізації професійної підготовки за допомогою дефініції «система»,

оперуючи термінологічним сполученням «система фундаменталізації» як елементом системи освіти [394]. Обґрунтування науковицею такої позиції переконує в тому, що фундаменталізація є підсистемою системи освіти.

Основні визначення поняття «фундаменталізація», що фігурують у проаналізованій у дисертації фаховій літературі, подано в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

### Основні визначення терміна «фундаменталізація освіти» у роботах учених

<i>Тлумачення терміна фундаменталізації в роботах науковців</i>	<i>Дослідник</i>
Пріоритетний <i>напрямок</i> підвищення якості освіти	Л. Дорогань-Писаренко, О. Безкровний, О. Лега, О. Песцова-Світалка, А. Колот
Складна динамічна <i>система</i> , що побудована на взаємозв'язках і яка поєднує в собі всі складові освітнього процесу	Ю. Ткач
Провідний імператив освітніх реформ	С. Гончареко
Основа формування змісту професійної освіти, <i>принцип</i> дидактики	Г. Дутка
<i>Система</i> , підсистема системи освіти	Л. Ребуха
<i>Процес</i> якісної зміни освіти на основі принципу її фундаментальності	Л. Липова
<i>Процес</i> структуризації ціннісно-сміслових імперативів, який є передумовою побудови інтелектуального фундаменту особистості	А. Гладун
Один із <i>провідних принципів</i> , покладений в основу сучасної багаторівневої освіти, процес багатоваріантної взаємодії суб'єктів освітнього простору, результатом якої є формування в них певних компетентностей	М. Ковтонюк
<i>Процес</i> , у результаті якого у студентів формуються профілізовані, загальнонаукові та фундаменталізовані базові знання	І. Бардус
<i>Принцип сучасної освіти</i>	Г. Шатковська
Інтегрований <i>процес</i> генералізації знань і формування інноваційного фахового мислення.	Т. Ярхо
Фундаменталізація – <i>фокус</i> освіти, створення цілісного узагальнювального знання, яке було б ядром (основою) усіх знань набути студентом, і яке об'єднало б знання, отримані в процесі навчання в єдине ціле	Passey, D. Lai, Y.-C. & Peng, L.-H.

(сформовано автором)

Різноманіття підходів до тлумачення поняття фундаменталізації освітнього процесу розкриває неоднотайність науковців у баченні останнього. Кожен із розроблених ученими підходів до тлумачення терміна «фундаменталізація» є дієвим у межах авторського визначення, оскільки автор закладає в останнє смислові та функціональні ознаки окреслюваного поняття.

Серед запропонованих визначень трапляються здебільшого спроектовані на поняття «система», «дидактичний принцип», «процес». Відтак феномен фундаменталізації тією чи тією мірою набуває вияву як «система», «дидактичний принцип», «процес» і має ознаки кожного з перерахованих понять (рис. 1.4).

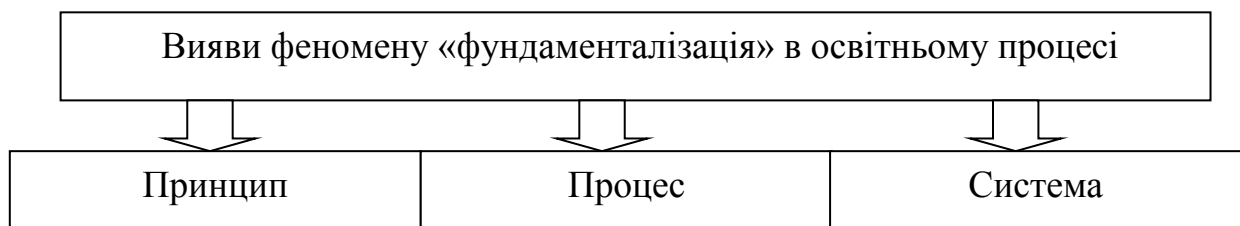


Рисунок 1.4. Форми виявів феномену «фундаменталізація» в освітньому процесі

З огляду на власне визначення поняття фундаменталізації дослідники цього явища будували власну концепцію фундаменталізації освітнього процесу. І. Бардус серед шляхів фундаменталізації фахівців ІТ-галузі називає «*професійну спрямованість* фундаментальних навчальних дисциплін (математики, фізики), *інтеграцію* між загальнонауковими та спеціальними дисциплінами» [15, с. 82]. Л. Дорогань-Писаренко, О. Безкровний, О. Лега, О. Песцова-Світалка [119, с. 142] обґрунтовують *напрями фундаменталізації*, найбільш значущими з яких вважають:

- ✓ дослідження законів світу та формування світогляду особистості шляхом розв'язання певних проблем;
- ✓ акцент на інформатизації освіти;

- ✓ пріоритетність у спрямуванні на пізнання та на самопізнання;
- ✓ напрям на вдосконалення шляхів підвищення інтелектуального зростання студентів;
- ✓ розвиток наукового стилю мислення.

У такому ключі варто підкреслити, що фундаменталізація виконує суттєву функцію покращення наукового складника освітнього процесу ЗВО.

Л. Ребуха зазначає, що «...фундаменталізація освіти обумовлена, передусім, професійно цільовим змістом» [394].

Погоджуючись із такою думкою дослідниці, фундаменталізацію освітнього процесу в технічному університеті *будемо синхронізувати із професійною спрямованістю та процесами інтеграції між загальнонауковими та спеціальними дисциплінами.*

Схиляючись до окреслення фундаменталізації за допомогою поняття *системи*, а також беручи до уваги перераховані С. Семеріковим ознаки фундаменталізації, вкажемо *основні особливості цього явища*. Йдеться про такі, як:

- генералізація наукових положень, понять, законів, теорій;
- виокремлення базових інформаційних блоків наукової теорії;
- професійна орієнтація виокремлених інваріантів освітнього процесу та професійна спрямованість базових знань;
- покращення якості освітнього процесу, відображенням чого слугує сформованість загальнонаукових і фахових компетентностей;
- побудова власної освітньої траєкторії учасників освітнього процесу, де відбувається фундаменталізація.

Загалом категорійний апарат філософії дав змогу описати явище фундаменталізації як спіралеподібне, поетапне культивування, генералізацію, накопичення, трансформацію наукових знань шляхом відбору їхніх інваріантів, а відтак переходу останніх на новий рівень. Тому явище фундаменталізації постає проходженням наукових знань через

«гносеологічний», «синергетичний», «синтетичний», «діалектичний» рівні та вихід на новий рівень розвитку – новий виток фундаменталізації.

#### **1.4. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» як складник фундаменталізації освітнього процесу**

Як було зазначено вище, на сьогодні науковці широким спектром авторських визначень фундаменталізації освітнього процесу. Так, М. Ковтонюк наголошує на тому, що результатом фундаментальної професійної підготовки є сформований фундаментальний простір студента та що «за умови фундаменталізації освіти майбутній фахівець зможе одержати не просто фахову підготовку, а й необхідні для саморозвитку фундаментальні базові знання» [206, с. 69].

На думку С. Семерікова, фундаменталізацію освітнього процесу вирізняють декілька ознак, а саме: динаміка до виділення універсальних фундаментальних, базових знань, «виведення їх на пріоритетні позиції та надання їм стрижневого значення для накопичення інших знань»; інтеграційні процеси науки та перебудова освітнього процесу, враховуючи формування професійної та технологічної мобільності» [416, с. 26].

Л. Липова, М. Войцеховський, П. Замаскіна переконують, що фундаментальність освіти означає «спрямованість її змісту на методологічні, інваріантні елементи знань» [276, с. 39], а також додають, що саме такі знання сприяють внутрішній мотивації до самоосвіти.

Визнаючи слушність такої думки, підкреслимо, що до *основних ознак фундаменталізації освітнього процесу* належать: виокремлення ядра фундаментальних знань – фундаментальних, основних знань, які є консервативними та базовими для вивчення; генералізація знань (їхня уніфікація); виокремлення та дотримання найважливіших принципів і підходів до освітнього процесу.

С. Іванов і М Кітов стверджують, що «математизація є всезагальним рівнем фундаменталізації» [154], а Г. Шатковська пояснює, що протягом певного періоду фундаменталізацією вважали відповідність між фундаментальною сферою наукового знання та змістовим наповненням навчальних дисциплін [494, с. 56].

Фундаменталізація професійної підготовки майбутнього технічного фахівця передбачає педагогічну систему, впровадження якої в загальну професійну підготовку сприятиме уніфікації, систематизації професійних знань, виокремлення ядра професійних фундаментальних знань і вмінь. Результат фундаменталізації професійної підготовки – набуття фахівцями системних, універсальних знань як основи професійної мобільності майбутнього інженера. Вважаємо раціональними міркування Г. Дутки про те, що «фундаментальність знань у процесі навчання не зводиться лише до фундаментальності відповідних наукових знань, а передбачає професійне спрямування змісту навчальних дисциплін» [129, с. 9]. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК зазнає інтеграції в цілісний процес фундаменталізації освітнього процесу технічного ЗВО й охоплює *систему дій, що зорієнтовані на формування математичної, професійно спрямованої математичної компетентності*. Критерієм якісної математичної підготовки постає здатність фахівця самостійно знаходити, відтворювати, оперувати математичними знаннями, використовувати математичне ядро в ході інженерних обчислень. Для інженера математичні знання необхідні так само, як і для користувача комп'ютера – знання про використання базових комп'ютерних програм. Як ішлося вище, математична підготовка – це частина системи загальнопрофесійної підготовки технічного фахівця, відповідно фундаменталізація математичної підготовки – це частина фундаменталізації освітнього процесу, де проходить загальна професійна підготовка МБГЕТК.

Структуру взаємозв'язків рівнів фундаменталізації зобразимо на рис 1.5.



Рисунок 1.5. Фундаменталізація в загальній структурі фундаменталізації освітнього процесу

Під фундаменталізацією технічної освіти розуміємо концепцію, в основі якої лежить *виділення у змісті освіти світоглядних, філософських і математичних інваріантних основ наукових знань, формалізації теорій предметної галузі.*

Взаємопов'язаність фундаменталізації математичної підготовки та фундаменталізації освітнього процесу підсилена думкою Г. Дутки, яка стверджує, що фундаменталізація математичної освіти не може існувати безпосередньо сама по собі, поза зв'язком з іншим. Учена доводить, що всі процеси зміни чи трансформації фундаменталізації математичної освіти майбутніх економістів (ідеться про фундаменталізацію математичної підготовки майбутніх економістів), пов'язані зі змінами та тенденціями фундаменталізації професійної освіти фахівців, також повинні мати «точки» зіткнення, бути сумірними, однорідними, «володіти спільністю» [130].

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК це – концепція, що передбачає педагогічну систему (в цілісній системі фундаменталізації освітнього процесу та рівневої фундаменталізації), що спрямована на формування та вдосконалення складників математичної компетентності. З огляду на ідею професійної спрямованості фундаменталізації, обґрунтовану в роботах науковців [129], [394]

фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК зорієнтована на формування окремих складників професійних компетентностей у поєднанні із формуванням складників математичної компетентності.

Науково логічною, на наш погляд, видається думка Г. Дутки про доцільність розмежування сутності фундаменталізації та явища фундаменталізації: явище відображає лише ті процеси, що відбуваються усередині, а сутність фундаменталізації є концепцією покращення якості освіти.

Т. Ярхо акцентує увагу на тому, що «фундаменталізація математичної підготовки є цілісним та інтегрованим процесом *генералізації математичних знань, набуття здатностей їх творчого, професійного застосування*» [505]. У такому контексті фундаменталізація виступає процесом формування вмінь прикладного застосування математичних знань у професійній діяльності, що дає підстави вченій вважати фундаменталізацію математичної підготовки майбутніх технічних фахівців підґрунтям їхньої технічної професійної підготовки. Продовженням таких міркувань є обґрунтована ідея М. Ковтонюк про необхідність побудови знаннєвого каркасу інваріантних фундаментальних знань студентів у системі їхньої професійної підготовки. Це розкриває очевидність того, що фундаментальна підготовка передбачає формування фундаментальних знань і фундаментальних умінь.

На переконання М. Ковтонюк, принцип фундаменталізації у професійній підготовці зумовлює виокремлення сукупності навчальних дисциплін і ядра навчального матеріалу в них. Дослідниця вважає, що виокремлене ядро навчального матеріалу використовують під час вивчення дисциплін спеціальної професійної підготовки, а також природничо-наукового та загальнопрофесійного циклів підготовки [206].

Побудова серцевини інваріантних математичних знань у системі професійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є засадничою серед цілей фундаменталізації їхньої математичної підготовки.



Створення ядра інваріантних математичних знань забезпечували декілька поетапно реалізовуваних дій. Ідеться, по-перше, про аналіз навчальних планів для майбутніх бакалаврів галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» (МБГЕТК) Вінницького національного технічного університету (ВНТУ), що відзначаються об'єднанням усіх навчальних дисциплін у групи, розмежуванням дисциплін природничо-наукової (фундаментальної) підготовки, дисциплін професійної підготовки та дисциплін загального циклу. Стислий порівняльний аналіз змісту фундаментальної підготовки для МБГЕТК, які навчаються за різними спеціальностями наведено у табл 1.4.

Таблиця 1.4

**Порівняльна таблиця фундаментальної підготовки для студентів галузі знань 17. «Електроніка та телекомунікації» у ВНТУ**

Цикл дисциплін фундаментальної підготовки	Спеціальність 171 «Електроніка та телекомунікації»	Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
	<i>Вища математика</i>	<i>Вища математика</i>
	Фізика	Фізика
	Загальна хімія	Теорія електричних кіл та сигналів
	Інженерна графіка	Інженерна графіка

(сформовано автором)

У навчальних планах для кожної зі спеціальностей галузі знань «Електроніка та телекомунікації» дисципліна «Вища математика» є фундаментальною – зарахованою до циклу вивчення фундаментальних дисциплін. Це відповідає статусу математичної підготовки як одного з пріоритетних напрямів освітнього процесу в технічному університеті, де

фундаментальна математична підготовка майбутнього технічного фахівця закладає основу всієї професійної підготовки та постає її частиною.

Процес фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців передбачає виокремлення тем і понять із вищої математики для зосередження на них більшої уваги, а також кращого їх засвоєння майбутніми фахівцями. Виокремлення базових (основних) тем і понять математичної підготовки студентів різних спеціальностей і галузей – це процес диференційований, що передусім залежить від галузі знань і майбутньої інженерної спеціальності та спеціальних дисциплін, регламентованих для вивчення студентами конкретної спеціальності.

Другим етапом добору інваріантів математичного апарату та побудови математичного ядра стало експертне оцінювання викладачами виокремлених тем, які складатимуть фундамент вивчення математики студентами галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Експертне оцінювання викладачами спеціальних дисциплін Факультету інформаційних електронних систем (ФІЕС) ВНТУ охоплювало такі спеціальні дисципліни, як: «Приймання та оброблення сигналів», «Біофізика та біомеханіка», «Теорія електрозв'язку», «Твердотільна електроніка», «Основи мікроелектроніки».

Відтак викладачам ФІЕС ВНТУ, що працюють на різних випускових кафедрах, було запропоновано проранжувати теми з вищої математики на основі важливості для дисципліни, яку вони читають студентам спеціальностей галузі знань 17 «Електроніки та телекомунікацій». Кожен викладач отримав перелік тем з вищої математики, що запланований програмою, а відтак відповідно до своєї дисципліни визначав вагомість кожної теми в числовому еквіваленті від 1 до 10 балів. Фундаментальними темами вищої математики вважали ті, що отримали показник «шість та вище» в рейтингуванні тем. Детально рейтингування тем із дисципліни «Вища математика» викладачами ФІЕС ВНТУ описано в додатку (Додаток Д).

Основні результати рейтингування тем із дисципліни «Вища математика» для спеціальної дисципліни «Приймання та оброблення сигналів» викладачами ФІЕС ВНТУ подано на рис. 1.6.

За результатами анкетування загальна вагомість вищої математики для дисципліни «Приймання та оброблення сигналів» складає 89 балів, тобто 59% від загальноможливої вагомості вищої математики для цієї дисципліни.

Результати експертного оцінювання вагомості дисципліни «Вища математика» для дисципліни «Біофізика та біомеханіка» подано в додатку (Додаток Е).



Рисунок 1.6. Геометричне зображення результату анкетування викладачів дисципліни «Приймання та оброблення сигналів» стосовно важливості тем з вищої математики

Загальна вагомість вищої математики для дисципліни «Теорія електрозв'язку» складає 87 балів, тобто 58 % від загальноможливої вагомості вищої математики для цієї дисципліни (рис. 1.7).

У дослідженні узагальнення результатів опитування викладачів щодо важливості тем із дисципліни «Вища математика» для їхньої дисципліни оформили у вигляді діаграми (рис. 1.8).

За результатами експертного опитування математичне ядро для МБГЕТК складають такі теми, як: «Математична статистика», «Теорія ймовірностей», «Теорія графів», «Дискретна математика», «Ряди», «Диференціальні рівняння», «Інтегральне числення», «Диференціальне числення», «Векторна алгебра».

Ці теми оцінено в 6 та вище балів у рейтингуванні, що слугує підставою для зарахування їх до фундаментальних і внесення в математичне ядро.



Рисунок. 1.7. Геометричне зображення результату анкетування викладачів дисципліни «Теорія електрозв'язку» стосовно важливості тем із вищої математики

Результатом експерименту є інтегральна характеристика вагомості кожного розділу вищої математики в загальній експертній оцінці викладачів.

Прикметно, що експертне дослідження містить певні недоліки щодо формування ядра інваріантних математичних знань. Під час виокремлення фундаментальних розділів вищої математики викладачі надавали перевагу тим темам, матеріал яких безпосередньо залучають до викладання своїх спеціальних дисциплін. Утім у фокус уваги в ході дослідження потрапили й теми, що не ввійшли до рейтингу фундаментальних.

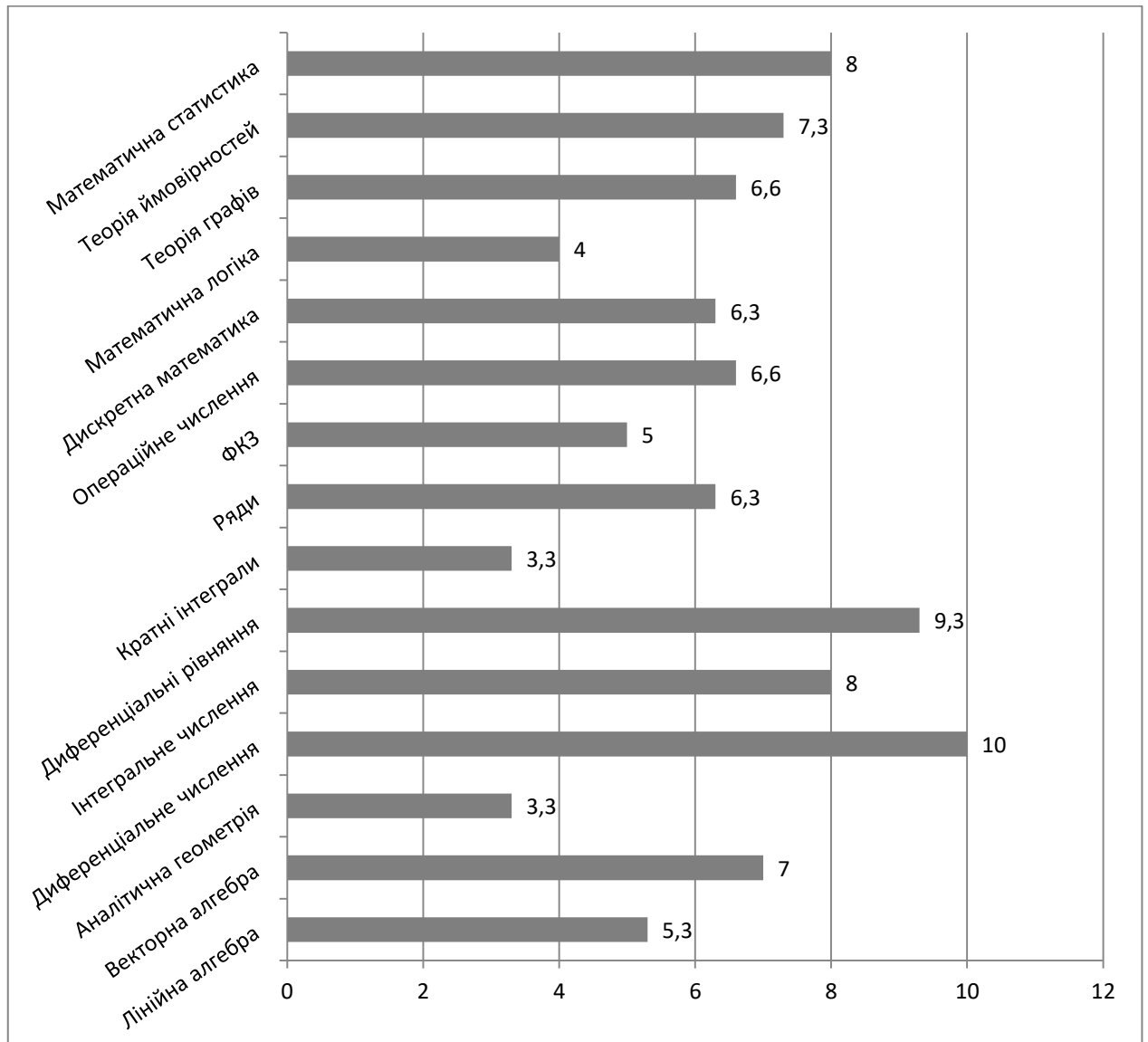


Рисунок 1.8. Узагальнені результати анкетування викладачів спеціальних дисциплін

Так, наприклад, тема «Теорія функції комплексної змінної» за показниками не є фундаментальною (за рейтингом важливості має 5 балів),

проте вона – базова й опорна для вивчення теми «Операційне числення», що в рейтингу набрала 6,6 і фігурує як фундаментальна. На основі експертного оцінювання зроблено висновок про диференційований підхід до виокремлення фундаментальних розділів курсу вищої математики.

Аналіз отриманих даних увиразнив диференційованість і водночас інтегративність процесу виокремлення фундаментальних тем з математики під час формування ядра інваріантних математичних знань на основі експертного оцінювання [13].

Фундаменталізація змісту математичної підготовки студентів технічних спеціальностей пов'язана зі спеціальністю, яку опановує студент. Тому набір компетенцій, які здобувають студенти, та компетентностей, формування яких відбувається, будуть відрізнятися. Ось чому фундаменталізація математичної підготовки студентів технічних спеціальностей на найвищому рівні переходить у фундаменталізацію компетентностей майбутніх фахівців технічних спеціальностей. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК, яка підпорядкована законам явища фундаменталізації, має низку характеристик, які водночас є характеристиками поняття системи. Це спроектовує на проблему дослідження фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК як цілісної педагогічної системи.

Базовий курс вищої математики є важливим складником змісту професійної підготовки майбутніх фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікація». Попри це, зміст математичної підготовки фахівця не завжди відображає акцентуацію на його професійній спрямованості, демонструючи певну типовість, як-от – відсутність елементів у формулюванні обов'язкових для вивчення, фундаментальних тем і розділів під час навчання студентів різних спеціальностей. Це варто визнати суттєвим методологічним недоліком, який доводить потребу введення до навчальних програм курсу вищої математики нових розділів, зміст яких відповідає сучасній інженерній діяльності.

Виокремлення фундаментальних тем було взято до уваги під час розроблення навчальних програм дисципліни «Вища математика» для МБГЕТК (Додаток Ж).

У контексті дослідження проблеми фундаменталізації професійної підготовки ІТ-фахівців І. Бардус підкреслює, що загалом ідея фундаменталізації професійної підготовки ІТ-фахівців передбачає потребу сформулювати у студентів здібності в сукупності масових явищ уловити одну суть, тобто навчити за численними явищами побачити одну сутність (ідеться про фундаментальний закон чи явище) і/або з однієї сутності представити кілька явищ (авторка тези наводить приклад представлення з однієї сутності природничо-математичного закону декількох закономірностей для різних ІТ-продуктів).

В. Мурашківська, С. Казнадій певною мірою інтуїтивно називають основні елементи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців, акцентуючи на:

- «зіставленні етапів інженерної діяльності та етапів розв'язання математичних задач для реалізації професійної спрямованості навчання»;
- «створенні узагальненої класифікації завдань з математичного курсу, розгляд їхніх функцій для спрямованого формування професійно важливих якостей і властивостей особистості майбутнього інженера-механіка»;
- «розробленні навчально-методичного забезпечення для оптимальної організації професійно-спрямованого навчання і самостійної роботи студентів» [321].

Фундаменталізація *математичної підготовки* МБГЕТК передбачає декілька функціональних ознак, а саме:

- виокремлення фундаментальних тем, розділів дисципліни – елементів знань (виокремлення фундаментального теоретичного ядра змісту) для надання їм першорядного значення та побудови на їхньому ґрунті нових знань;

- структурування змісту математичної підготовки згідно з вимогами спеціальних дисциплін (зміна навчальних програм дисципліни – внесення окремих додаткових тем у навчальні програми дисципліни «Вища математика»);
- уведення в процес навчання допоміжних пакетів СКМ для розширення можливостей прикладного застосування математичного апарату до розв'язання прикладних задач професійного спрямування.

У контексті позиціонування фундаменталізації як підсистеми системи освіти видається слушною думка В. Бикова про підходи до трактування останньої: «Освіту як соціальне *явище* зазвичай розглядають у кількох аспектах: як *систему*, що її забезпечує; як *процес* засвоєння індивідом узагальненого суспільного досвіду, норм, цінностей, здобуття знань (та інших кінцевих продуктів процесу освіти) тими, хто навчається (процес опанування освіти); як *освітній* або *освітньо-професійний рівень* тих, хто її здобув або планує здобути ...; як *форму* (очна, вечірня, заочна, дистанційна), за якою ті, хто навчається, опановують тією або іншою освітою за тим або іншим її рівнем; як *цінність* (окремої особи, яка стає притаманна людині, що її опанувала...)» [31]. Твердження вченого увиразнює зроблений висновок про те, що фундаменталізація може набувати вияву як *явище*, як *система*, як *процес*.

## Висновки до розділу 1

1. Розгортання розвитку галузі електроніки та телекомунікацій через етапи від «апаратної» до «оптоелектронної» знайшло своє відображення в розвитку, зміні та трансформації галузі знань «Електроніка та телекомунікації», за якою відбувається підготовка фахівців. В Україні підготовка технічних фахівців посідає друге місце в системі підготовки всіх фахівців у ЗВО, які становлять понад 20% від усіх закладів вищої освіти у



країні. Це доводить ґрунтовність підходу до підготовки фахівців технічного напрямку на державному рівні.

2. Порівняльний аналіз загальнопрофесійної підготовки студентів технічних спеціальностей в Україні та країнах Європи та США дав змогу виокремити низку особливостей підготовки інженерних кадрів, у якій спільною виявилася спрямованість на ґрунтовну професійну підготовку. У країнах Європи позитивною особливістю технічної професійної освіти є її дуальність, яка набуває реалізації шляхом проходження студентами спеціалізованої практики на підприємствах, що уможливорює досягнення ними високого рівня професіоналізму в межах освітнього процесу.

3. В Україні організацію освітнього процесу у вищій технічній школі регламентують розроблені на державному рівні стандартів. Ідеться про відображення в останніх відповідних положень про організацію освітнього процесу у вищій технічній школі, а також освітньо-професійних програм. Освітній процес української вищої технічної школи зорієнтований на модель формування всебічно розвинутого технічного фахівця.

4. Порівняльний аналіз вітчизняної інженерної освіти та вищої технічної школи країн Заходу сприяв констатації, що інженерна освіта країн Європи та США вирізняється спектром особливостей, як-от: ступеневе навчання, дуальність, вузькоспрямованість, орієнтування на принцип фундаментальності. Підготовка фахівців у вищій технічній школі України передбачає вузький випуск фахівців.

5. На основі проведеного аналізу сучасної вищої технічної освіти в Україні та за її межами постало очевидним, що орієнтацію системи підготовки майбутніх технічних фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» забезпечує формування культурних і професійних компетентностей, зокрема математичних, на тлі збереження фундаментальності теоретичного складника змісту освіти.

6. Встановлені шляхом вивчення науково-педагогічних досліджень основні вимоги до технічної освіти України на рівні бакалавра (забезпечення

фундаментальної математичної підготовки, високого рівня знань професійно-орієнтованих і спеціалізованих дисциплін, створення умов для творчого професійного розвитку студентів) увиразнює розроблення концептуальних основ фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК відповідно до світових тенденцій розвитку освіти.

7. Детальне опрацювання фахової наукової літератури слугувало площиною для виявлення теоретичних підходів до визначення сутності та структури математичної підготовки як засадничого поняття дослідження. Авторське бачення фундаментальної математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» передбачає її тлумачення як інтегративної якості підготовки фахівців, що відзначається високим рівнем теоретичних знань і практичних умінь з математики, здатністю застосовувати ці знання й уміння у процесі освоєння основної освітньої програми вищої професійної освіти, готовністю використовувати математичний апарат у професійній діяльності.

8. Теоретичний аналіз літературних джерел уможливив позиціонування фундаменталізації математичної підготовки як шляху підвищення якості математичної підготовки майбутніх технічних фахівців. Явище фундаменталізації описано в категоріях філософії як поетапний розвиток наукових знань на «гносеологічному», «синергетичному», «синтетичному», «діалектичному» рівнях. Аналіз доробків дослідників проблеми фундаменталізації дав змогу констатувати, що феномен фундаменталізації в тій чи тій мірі набуває вияву у формах «системи», «дидактичного принципу», «процесу» та має ознаки кожного із перерахованих понять.

9. Математичну підготовку МБГЕТК у роботі потрактовано як діалектичне поєднання процесу набуття математичних знань і вмінь та його результату – наявної сукупності набутих знань і вмінь (предметних математичних компетентностей), що безпосередньо зумовлюють якісну професійну підготовку. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК як складник системи фундаменталізації освітнього процесу

вирізняється низкою прикметних ознак, серед яких: генералізація наукових положень, понять, законів, теорій; виокремлення базових інформаційних блоків наукової теорії;

професійна орієнтація, виокремлених інваріантів освітнього процесу та професійна спрямованість базових знань; покращення якості освітнього процесу, відображенням чого постає сформованість компетентностей фахівців; побудова власної освітньої траєкторії учасників освітнього процесу, де відбувається фундаменталізація.

Основні наукові результати, представлені в розділі, опубліковано у працях автора: [13, 195, 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238].

## РОЗДІЛ 2

### ПОБУДОВА КОНЦЕПЦІЇ ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

#### **2.1. Теоретико-методологічні основи побудови педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК передбачає підвищення якості математичної підготовки студентів за рахунок реалізації методології фундаменталізації освітнього процесу. Реалізація методології фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців можлива за умови побудови педагогічної системи як цілісного явища із чіткою структурою.

З другої половини ХХ століття педагоги-дослідники розпочали активний пошук методів та засобів удосконалення та підвищення якості освітнього процесу за рахунок нових конструйованих педагогічних прийомів. У процесі пошуку шляхів удосконалення методів, форм і засобів покращення якості освіти у педагогіці зароджується технологія системного підходу. Дослідниками цієї проблеми стали О. Авраменко, В. Биков, С. Беляєв, І. Драч, Ю. Клименко, С. Лісова, О. Пехота, Л. Ткаченко, Д. Чернілевський Ю. Шабанова та інші. До кінця ХХ століття системний підхід викристалізувався у чітку структуру як метод побудови прогностичної моделі педагогічного процесу. У науковій літературі зустрічається понад 40 визначень поняття «системний підхід». Суть системного підходу в освітньому процесі полягає у вивченні та впровадженні педагогічних систем в освітній процес, а також у дослідженні та обґрунтуванні взаємозв'язків і взаємовпливів у педагогічній системі,

дослідженні її основних елементів, обґрунтуванні та реалізації прогностичної моделі педагогічного процесу.

Дослідниця системного підходу Ю. Шабанова констатує, що системний підхід – це «методологічний засіб наукового пізнання» [490, с. 32], і підкреслює, що це найскладніший підхід. Ідея системного підходу полягає у тому, що об'єкти чи явища вивчаються як цілісна сукупність їх елементів та взаємозв'язків між ними.

У центрі понятійного апарату системного підходу знаходиться фундаментальне поняття – «система». Дослідники проблемного поля системного підходу досліджень розділилися на два табори. Прихильники першого табору пріоритетом своїх досліджень обрали особливості механізмів, що покладені в основу створення цілісності досліджуваних структур, взаємодії утвореної структури (системи) із навколишнім середовищем аналогічно як цілісний об'єкт взаємодіє із середовищем, його оточує.

Інша група дослідників за основу своїх досліджень обрали ідею про те, що освітній процес – це єдина система, множина взаємопов'язаних елементів, які виділені за певними критеріями і мають спільну мету функціонування. До цієї групи науковців належать Л. Лісіна, С. Лісова, В. Раєвський, Н.Фоміцька та інші.

Аналізуючи думки дослідників, що висвітлені у проаналізованих нами літературних джерелах, констатуємо, що поняття педагогічної системи діалектично поєднує у собі властивості явища чи процесу і має характеристики єдиного, цілісного об'єкта що взаємодіє із зовнішнім середовищем.

У тлумачному словнику української мови наведено досить великий перелік визначень поняття системи. Наведемо основні з них: 1) *порядок* у розміщенні, 2) *форма організації чи будова чого-небудь*, 3) *сукупність* певних об'єктів, які об'єднані за певним принципом чи правилом, 4) *класифікація* [431].

Ю. Шабанова схиляється до визначення системи як сукупності елементів і зв'язків між ними [490, с. 32].

Д. Чернілевський у своїх дослідженнях підкреслює, що «система – це цілісна множина взаємопов'язаних елементів, компонентів, підсистем [487]. При чому за визначенням дослідника система має функції, цілі, структуру, і характеризується такими ознаками: цілісність, структурність, взаємозв'язок із зовнішнім середовищем, ієрархічність, цілеспрямованість, самоорганізація.

Дефініція «система» характеризується різноплановістю, її основними ознаками є цілісність, порядок, єдність закономірно розміщених частин єдиного цілого.

У контексті цієї думки Т. Жижко підкреслює що «система – це сукупність діалектично пов'язаних між собою елементів, які є основою забезпечення цілісності явищ і процесів як у природі, так і в суспільстві» [146].

*Узагальнивши думки дослідників, під поняттям системи будемо розуміти сукупність пов'язаних елементів, яка покладена в основу цілісності та єдності процесів і явищ, що відбуваються у навколишньому середовищі, і яка є ключем до розуміння їхньої суті.*

Спираючись на класичні дослідження науковців, що присвячені побудові педагогічних систем, О. Диса у своїх працях вказує на компоненти педагогічної системи [117, С. 15]. До них віднесено:

- ✓ цільові аспекти;
- ✓ навчальну інформацію;
- ✓ суб'єктів навчальної діяльності;
- ✓ засоби педагогічної комунікації (форми, методи, засоби).

Перераховані компоненти відрізняють педагогічну систему від непедагогічної. Аналогічні складники зустрічаємо і у дослідженнях Н. Кузьміної (які вважають класичними).

Аналізуючи запропоновані компоненти, констатуємо, що педагогічна система має структурні та функціональні складники, які взаємопов'язані між собою. Структурно-функціональні компоненти педагогічної системи представимо у вигляді таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

### Структурно-функціональні компоненти педагогічної системи (ПС)

Функціональні компоненти ПС	Структурні компоненти ПС
Проектувальний	Мета
Гностичний	Педагог
Організаторський	Студенти/учні
Комунікативний	Засоби педагогічної взаємодії/комунікації
Конструктивний	Навчальна/освітня інформація

Дефініцію «педагогічна система» зустрічаємо у роботах М. Монтесорі, Я. Коменського, К. Ушинського, В. Сухомлинського та багатьох інших фундаторів педагогіки. Педагогічну систему відрізняє від непедагогічної наявність мети, навчальної інформації, засобів педагогічної взаємодії, викладача та студентів.

За визначенням К. Іващенко «Педагогічна система – це комплекс взаємозалежних заходів і способів педагогічної діяльності, орієнтованої на формування й розвиток особистості відповідно до соціального замовлення» [156]. Дослідниця підкреслює, що педагогічна система має структуру, що складається із сукупності взаємопов'язаних інваріантних елементів: суб'єктів освітнього процесу, мети та змісту освітнього процесу, педагогів; організаційних форм та засобів навчання.

Описом педагогічної системи є її модель, відповідно дослідження педагогічної системи, як зазначає К. Іващенко, здійснюється через дослідження моделі, що відображає групу властивостей системи [155].

Під педагогічною системою будемо розуміти комплекс взаємопов'язаних структурних елементів, які у своєму поєднанні дозволяють

створити умови для досягнення педагогічних цілей освітнього процесу. У дослідженні.

Виходячи із аналізу досліджень науковців моделювання педагогічних систем (С. Вітвицька, В. Докучаєва, Є. Лодатко, Л. Петренко та інших) трактуємо педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК як взаємодію пов'язаних структурних компонентів, що об'єднані однією освітньою метою.

У своєму дослідженні О. Маслій визначення педагогічної системи будує опираючись на ідею педагогічного моделювання. Дослідник визначає педагогічну систему як конструкцію, що являє словесно-логічний та графічний опис взаємодії суб'єктів освітнього процесу [305, с. 230]. Автор констатує, що завдяки такому поданню педагогічну систему можна досліджувати. Графічним доповненням педагогічної системи є її структурно-функціональна модель.

У наукових доробках М. Ковтонюк підкреслено, що педагогічні системи мають динамічний характер і тенденцію до змін та вдосконалень. Разом із тим дослідниця підкреслює, що педагогічна система є підсистемою соціальної системи [206, с. 86]. Вслід за закордонними науковцями, окреслюючи поняття педагогічної системи, С. Роман зазначає, що це організована за певними ознаками множина взаємопов'язаних складників, що формують керовану цілісність, і поєднані загальною метою [399]. У своєму дослідженні О. Столяренко, О. Столяренко окреслюючи феномен системи, визначають головну характеристику цього поняття – єдність (цілісність) «зв'язків окремих частин, що зумовлюють виконання визначеної складної функції». Фундаменталізація освітнього процесу виконує системотвірну функцію, що переконує у наявності прикмет педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки [442, с. 10].

Як було зазначено у розділі 1, явище фундаменталізації має характеристики процесу, принципу та системи. Разом із тим у різних своїх роботах науковці, характеризуючи фундаменталізацію, приписують цьому



явищу різні властивості. Наприклад, М. Ковтонюк описує спочатку фундаменталізацію як «процес цілеспрямованої діяльності суб'єктів освітнього процесу» [206, с. 85]. Далі дослідниця акцентує увагу на тому, що фундаменталізацію доцільно описувати у межах функціонування та розвитку педагогічної системи, у контексті поєднання структурно-функціональних компонент педагогічної системи [206, с. 86]. Ця думка корелює з ідеєю та концепцією щодо структурно-функціональних компонент педагогічної системи, що запропонована Н. Кузьміною.

Дослідниці О. Ісаєва, Б. Кушка підкреслюють, що «фундаменталізація вищої технічної освіти передбачає базові знання, сформовані в єдину «картину світу» за допомогою міжпредметної інтеграції» [160, с. 38]. Це безпосередньо вказує на ідею *системності* та присутність ознак системи у процесі фундаменталізації освітнього процесу.

Вважаємо, що фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК обумовлює функціонування педагогічної системи, впровадження якої у загальну підготовку майбутнього фахівця сприятиме уніфікації, систематизації математичних знань, виділення ядра фундаментальних знань та вмінь, систематизацію та класифікацію основних математичних понять, інтеграцію теоретичної і практичної частини математичних та спеціальних дисциплін. Результатом фундаменталізації професійної підготовки є набуття фахівцями системних, універсальних знань, які є основою для професійної мобільності майбутнього інженера.

На думку М. Ковтонюк, фундаменталізацію професійної підготовки майбутнього вчителя математики потрібно розглядати у контексті педагогічної системи – «системи освіти», яка містить підсистеми «університет», «факультет», «кафедра» [206].

Поняття «система» та «фундаменталізація» мають деякі подібні характеристики. Спільними ознаками системи та фундаменталізації є цілісність елементів та їхнього підпорядкування єдиній спільній меті функціонування. На основі аналізу думок науковців, присвячених вивченню

дефініцій «система» та «фундаменталізація», ми узагальнили характерні ознаки цих понять (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Спорідненість понять «система» та «фундаменталізація» за їхніми ознаками**

Ознаки системи	Ознаки фундаменталізації
Єдність відношень і зв'язків окремих частин, що зумовлюють виконання визначеної складної функції (О. Столяренко, О. Столяренко) [442]	Основа фундаменталізації – створення системи і структури освіти... (С. Семеріков) [415, с. 25] Сукупність взаємозв'язків, що поєднують всі складові освітнього процесу (Ю. Ткач)
Цілісність і єдність елементів (Т. Жижко) [163]	Поєднання в собі всіх складників освітнього процесу (цілісність) (Ю. Ткач) [456] цілісність і єдність елементів, що беруть участь у процесі (І. Бардус) [15]
Множина взаємопов'язаних складників (С. Роман) [389]	Сукупність взаємозалежних функцій [415, с.26]

(Сформовано автором)

Порівняльний аналіз побудованої таблиці (табл. 2.2) дає підстави стверджувати, що фундаменталізація, як явище, має чіткі ознаки системи.

Цікавим фактом, на який хочеться звернути особливу увагу, є констатований у роботі [442] факт про те, що кожна система проходить у своєму розвитку етапи: виникнення, становлення, період зрілості і перетворення. Доречно підкреслити, що ці етапи синхронні із рівнями фундаменталізації наукових знань у філософських категоріях – порівневе проходження розвитку наукових знань, що продемонстровано на рис 1.3.

Вважаємо, що математична підготовка майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій є педагогічною системою і підсистемою систем: «професійна підготовка фахівця технічного напрямку», «загально-професійна підготовка фахівця технічного напрямку», «соціальний розвиток фахівця технічного напрямку».

Метою фундаментальної підготовки майбутнього технічного фахівця є зміцнення взаємозв'язків теоретичної й практичної підготовки до професійної діяльності. Така підготовка впливає на формування цілісної наукової картини навколишнього світу, індивідуально-професійний розвиток студента, формування його професійної компетентності, що у сукупності засвідчує високу якість освіти.

Результатом фундаменталізації освітнього процесу у технічному закладі вищої освіти є низка особливих характеристик, що сформувалися у майбутнього технічного фахівця, зокрема це:

- узгодженість теоретичних і практичних знань з розумінням важливості матеріалу, що вивчається;
- націленість майбутнього фахівця на виділення головного із загальної структури навчального матеріалу (виділення ядра інваріантних знань) з метою застосування його у подальших професійних дослідженнях;
- високий рівень вмотивованості студентів до навчання, що обґрунтоване розумінням студентів цінності, прикладного застосування навчального матеріалу;
- сформованість уміння сприймати навчальний матеріал з різних дисциплін цілісно, розуміючи міждисциплінарні взаємозв'язки.

Грунтуючись на ідеях щодо фундаменталізації, що викладені у першому розділі, фундаменталізацію математичної підготовки окреслюємо у загальній системі фундаменталізації освітнього процесу. З огляду на те, що фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК має ознаки системи, у категоріях поняттєвого апарату «системи», фундаменталізацію математичної підготовки МБГЕТК розуміємо як *систему* наукових, філософських, педагогічних принципів, підходів, прийомів і технологій, що забезпечують якісну математичну підготовку і яка є обов'язковою передумовою професійної підготовки майбутнього технічного фахівця.

Педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК має функціональні компоненти: гностичний, організаторський, конструктивний, комунікативний, проєктувальний.

Запропоновані компоненти педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК для викладача і студента не повинні бути роздільні, адже ці дві групи завжди доповнюють одна одну та функціонують разом. Функціонування педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК можливе лише за тісної співпраці викладача та студентів. Перелік функціональних компонент педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки та їхнє змістове наповнення подано у додатку (Додатку 3).

Обґрунтування методологічних засад професійної та математичної підготовки МБГЕТК потребує ідентифікації її основних складників. Звернення до словника [135] визначає, що методологія – це: 1) сукупність прийомів дослідження, що застосовуються у певній галузі науки; 2) вчення про методи пізнання та перетворення дійсності.

Зазначимо, що «методологія в педагогіці є не лише засобом теоретичного пізнання, а й водночас є інструментом практичного перетворення педагогічної дійсності на наукових засадах» [89]. Це дає змогу виокремити основні складники методології професійної та математичної підготовки інженерів, виокремити методологічні підходи та принципи.

У сучасній педагогіці професійної освіти знайшли широке застосування системний, діяльнісний, особистісно-орієнтований підходи, набувають ваги системний та синергетичні підходи, які розвивають ідеї неперервної професійної освіти на новому рівні. Розглянемо їх детальніше у контексті освітнього процесу майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Фундаменталізації математичної підготовки притаманна системотвірна функція, яка реалізується на усіх рівнях фундаменталізації освітнього простору і відображається у таких аспектах:

- ✓ у взаємозв'язку та структуризованості змістовних ліній курсу вищої математики. Кожна змістова лінія являє собою сукупність взаємопов'язаних структурних компонентів дисципліни, мають власну мету та функції, взаємопов'язані;
- ✓ цілісному підході до класифікації математичних понять та визначень;
- ✓ у структуризації курсу дисципліни «Вища математика»;
- ✓ у загальній структурі побудови курсу дисципліни «Вища математика». Курс дисципліни утворює таку структуру, компонентами якої є теоретичний та практичний матеріал, самостійна (позааудиторна) робота студентів, елементи якої тісно пов'язані між собою;
- ✓ у взаємозалежності між знанням інформації, умінням діяти на основі інформації та вмінням характеризувати одержані результати дій, застосовувати одержані результати діяльності.

Кожен вказаний аспект є складником загальної структури, яку можна зобразити схемою (рис. 2.1).

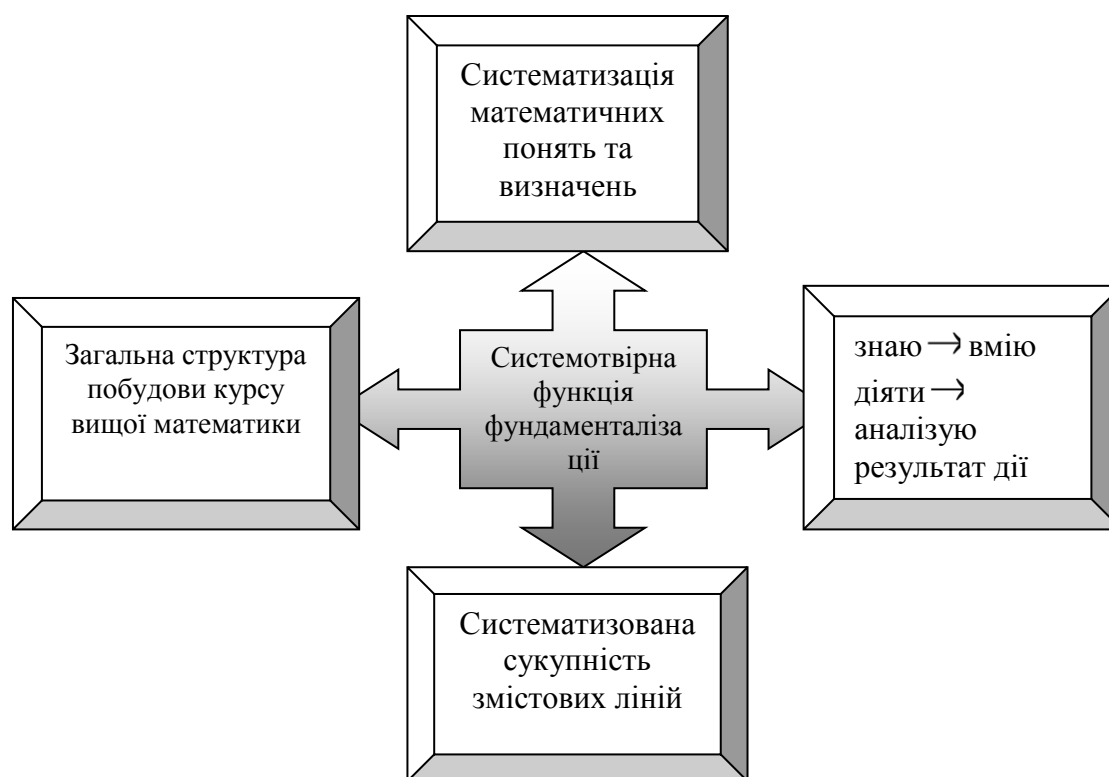


Рисунок 2.1 – Схема системотвірної функції фундаменталізації математичної підготовки

Курс дисципліни «Вища математика» утворює структуру, компонентами якої є теоретичний і практичний матеріали, самостійна (позааудиторна) робота студентів. Отже, фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК є підсистемою у ієрархії систем освітнього процесу підготовки майбутнього технічного фахівця і обумовлена цілісністю, єдністю взаємозв'язків системи.

Прояв фундаменталізації як системи обумовлює побудову концепції фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Вибір методологічних основ професійної та математичної підготовки МБГЕТК полягає у процесі виокремлення методологічних підходів та принципів. Дослідники проблеми методології освітнього процесу у переважній більшості схиляються до думки, що методологічні підходи доцільно виокремлювати залежно від поставлених завдань педагогічного процесу. Натомість М. Даніелс (Daniels M.) та А. Перс (Pears A.) [529] переконують в уніфікації методологічних підходів в освітньому процесі.

Методологія науки в цілому полягає у виокремленні найсуттєвіших ознак і методів дослідження [268]. В опрацьованих нами роботах науковців проблеми підготовки фахівців технічного напрямку та проблеми фундаменталізації виокремлено такі методологічні підходи:

*для освітнього процесу студентів технічних спеціальностей:*

- ✓ діяльнісний, індивідуальний, особистісно-орієнтований, компетентнісно-орієнтований, індивідуальний (В. Петрук) [358];
- ✓ системний, діяльнісний, компетентнісний, особистісно-орієнтований (С. Дембіцька) [108, с. 154];
- ✓ системний, синергетичний, інтеграційний, діяльнісний, компетентнісний, технологічний (Н. Доценко) [120];
- ✓ синергетичний, акмеологічний, особистісний, діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, технологічний, алгоритмічний, модульний, інформаційний (М. Ковальчук) [204];

*для фундаменталізації освітнього процесу:*

- ✓ синергетичний, компетентнісний, діяльнісний, інтегративний, прогностичний, системний (І. Бардус) [15, с. 237];
- ✓ синергетичний, інформаційний, системний, особистісний, діяльнісний, компетентнісний (Ю. Ткач) [453, с. 327].

На основі аналізу досліджень науковців та виділених ними методологічних підходів освітнього процесу підготовки технічних фахівців і фундаменталізації освітнього процесу та на основі власного педагогічного досвіду викладання вищої математики студентам технічних спеціальностей було виділено методологічні підходи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Ми класифікували підходи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК виділивши загальнонаукові та конкретно наукові. До загальнонаукових підходів належать *системний, синергетичний до конкретнонаукових – діяльнісний, знанняєво-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтований, професійно-орієнтований, навчально-дослідницький підходи.*

Класифікація методичних підходів та принципів фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК подано на рис. 2.2.

Запропоновані підходи дозволяють окреслити педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК як цілісну систему підвищення якості математичної підготовки та обумовлюють виокремлення принципів реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Реалізація *системного підходу* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК зумовлена дослідженням явища фундаменталізації як складної системи, оскільки, як зазначалося вище, фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК передбачає побудову педагогічної системи. Враховуючи той факт, що системний підхід передбачає дослідження об'єктів та явищ завдяки поділу та дослідженню їх окремих частин, у контексті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК цей підхід набуває особливого значення, оскільки математична підготовка передбачає

диференціацію навчального матеріалу на блоки з метою їх вивчення та кращого засвоєння. Поміж іншим, системний підхід увиразнює системотворчу функцію фундаменталізації, яка є її основною характеристикою.

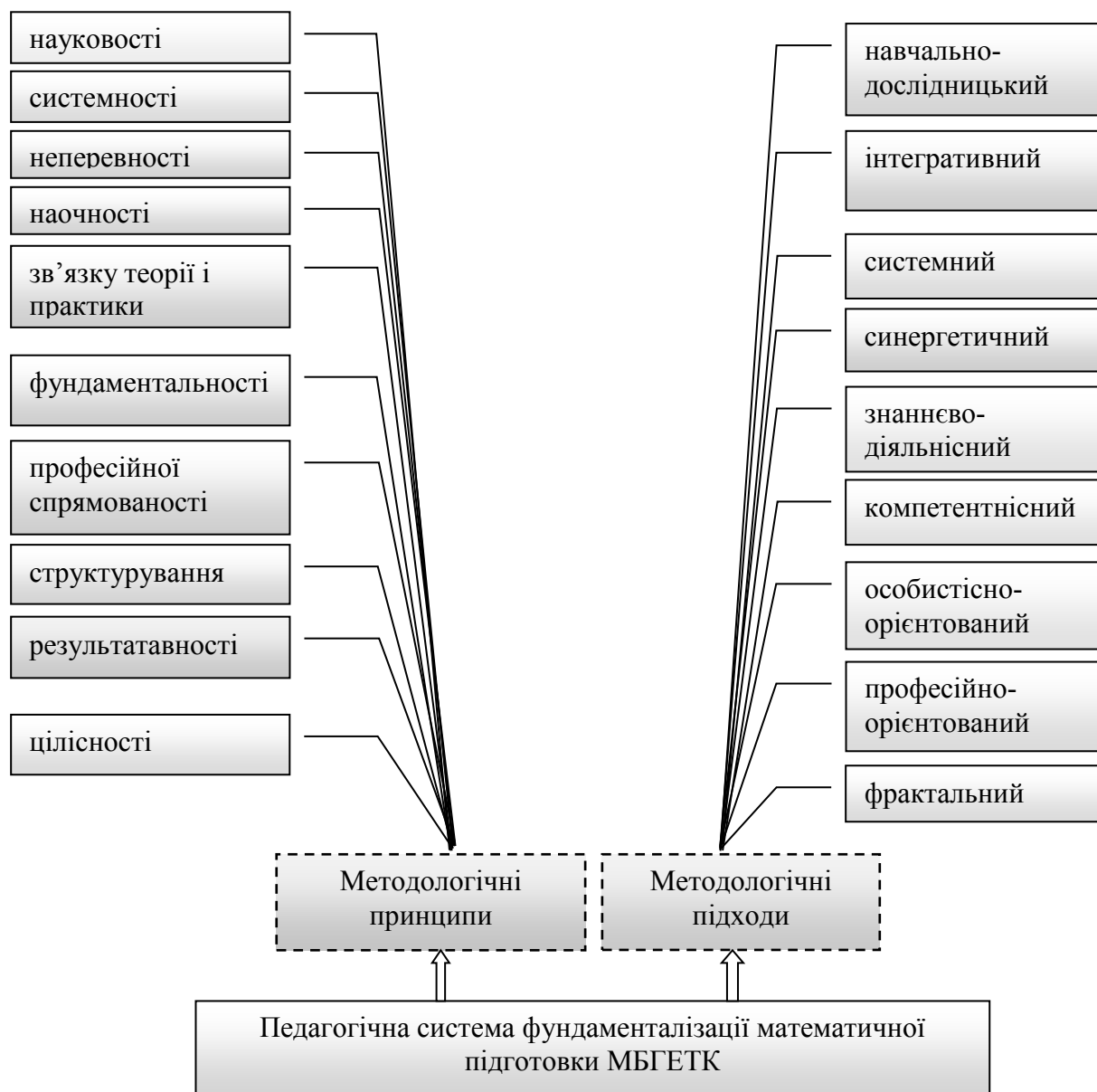


Рисунок 2.2 – Класифікація методологічних принципів та підходів педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБЕТК



*Синергетичний* підхід постає у вигляді стану нерівноваги педагогічної системи фундаменталізації математичної МБГЕТК. У стані нерівноваги уся існуюча наукова інформація і відповідно власне розвиток науки ніби «вибирає» вектор свого подальшого руху. Відповідно до цього фундаменталізація освітнього процесу реалізується у контексті неперервної динаміки такого процесу. Відтак нерівновага наукових знань спричиняє перехід освітнього процесу до якісно нового стану, з кращими організаційними процесами.

Враховуючи можливі швидкі зміни у освітньому процесі, студенту необхідно бути інформаційно мобільним, при цьому не втрачати спрямування на опанування фундаментальними математичними заняттями.

Отже, синергетичний підхід обумовлює реалізацію фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у межах неперервної динаміки та нерівноваги розвитку науки, забезпечує швидке реагування освітнього процесу на інтенсивну зміну соціального замовлення підготовки фахівців галузі.

У своїх дослідженнях М. Фенко [475] приходять до висновку, що на сьогодні немає ще єдиної уніфікованої теорії *синергетики*, натомість присутня низка концепцій, які сформувався на основі різних сфер знання, однак вони взаємодоповнюють одна одну.

Зусилля багатьох вчених (В. Буданов, С. Важинський, Ю. Васьков, Г. Васянович, А. Євтодюк, С. Клепко, Є. Князева, В. Кушнір, В. Лутай, С. Цикін, О. Чалий й інші) спрямовані на адаптацію принципів і ідей взаємодії освітніх систем і процесів, результатом чого є висновки, які дозволяють моделювати і будувати нелінійні організації освітнього процесу в університеті.

Один із головних методологічних підходів в освіті – *синергетичний*, базується на теорії складних нелінійних динамічних природних систем, що саморегулюються. На його основі формуються методологічні за своєю природою, фундаментальні знання майбутнього технічного фахівця.

У системах, що здатні до самоорганізації (мова йде про нелінійні системи) процеси відбуваються ніби вони в минулому вже були частиною певної системи і займали в ній певну ланку, таким чином їх цілісне функціонування ніби відображає систему, частиною якої вони будуть у майбутньому.

Синергетичний підхід зумовлює зосередження уваги науковців на відкритих системах, неупорядкованості, нестійкості, на існуванні та функціонуванні нелінійних відносин. Цілком природним є зосередження уваги вчених-педагогів, викладачів і вчителів на синергетичному світорозумінні, на прагненні перенести його поняття і положення безпосередньо в педагогічну діяльність. Потенціал синергетики може бути розкритий на різних рівнях, адже кожен структурний елемент педагогічної системи (студент, педагог, студентська група) є відкритою інформаційною системою. Тому сучасна педагогіка спирається на наукові методи пізнання та керування складним об'єктом. Синергетичний підхід є розвитком системно-функціональних методів, застосовуваних у педагогіці. Результатами синергетичного аналізу деяких питань педагогіки включає: цілі і структури освіти; нову парадигму вибору змісту навчання; нові технології навчання як інтенсифікації обміну інформацією; синергетичну сутність педагогічного управління самостійної роботи студентів. Зараз у теорії педагогіки з'явилося досить багато праць, у яких застосовані методи синергетики.

У своїх дослідженнях науковці [360] звертають увагу на те, що функціональність синергетичного підходу обумовлює здійснення дослідження зовнішніх та внутрішніх взаємозв'язків у системі. При чому науковці зазначають, що синергетичний підхід з точки зору методології є більш складним. Констатуємо, що для складних нелінійних систем методологічно доцільним є поєднання двох підходів – системно-синергетичного та фрактального. У фрактальній синергетиці хаос постає не моментом переходу від однієї системи до іншої, а «вкладеним» у систему енергоінформаційним потенціалом, що містить у згорнутому вигляді всю

фрактальну інформацію її структурних, функціональних, еволюційних можливостей. Така цілісність тенденцій і варіантів розвитку (хаос) можливий всередині системи в силу стохастичних взаємодій її елементів. Саморозвиток системи як структурної висхідної еволюції відбувається, таким чином, за рахунок упорядкування, структурування внутрішнього хаосу, розгортання за допомогою вільного вибору однієї з безлічі ідей, можливостей з потенційного стану в актуальний.

*Фрактальна структура*, яка з'явилася у дослідженнях учених, що присвячені синергетиці, відображаючи особливості еволюції навколишнього середовища шляхом безперервного відтворення багатьох характеристик, може виступати в якості фундаментального принципу наукової картини світу. Фрактал є основою комунікації і виступає в якості інноваційної парадигми, що дозволяє повністю розкрити загальні характеристики розуміння динамічної рекурсії, когнітивної і знакової модифікації явища, процесу тощо. Крім того, фрактальна система може вважатися найбільш стабільною серед усіх типів систем, оскільки її не може зруйнувати сума окремих внутрішніх флуктуацій (випадкових відхилень).

Складові курсу вищої математики можна розглядати як самоподібні структури, які можна подати у вигляді фракталів. *Фрактальний* підхід до фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК дозволив якісно змінити зміст навчання, став потужним засобом формування математичної освіти фахівця, підвищує рівень проєктування навчального процесу. В основі фрактального підходу фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК покладено засвоєння математичних знань за допомогою розділення цілого інформаційного об'єкта на окремі частини (фрактали).

*Компетентнісний* підхід спроектований на синтез математичних знань і вмінь, досвід прикладного використання останніх під час виконання професійних завдань, а також реалізацію у процесі фундаменталізації математичної підготовки шляхом виокремлення форм, методів і засобів навчання, їхнього введення в освітній процес для досягнення такого

результату, як набуття сукупності знань і вмінь, професійно спрямованої математичної компетентності.

Практична діяльність постає головним інструментом процесу засвоєння, і водночас виступає критерієм оцінки цього результату. Фахівець галузі електроніки та телекомунікацій у своїй професійній діяльності щоденно послуговується знаннями математичного апарату. Відтак, для його професійної діяльності необхідне опанування як знаннями, так і вміннями прикладного їхнього застосування. Для забезпечення утворення вказаних вмінь видається за необхідне запровадження в освітній процес *знаннєво-діяльнісного підходу*, який спрямований на засвоєння знань і реалізацію основних алгоритмів дій, формування фундаментальних умінь.

Діяльнісний підхід, який виділяють науковці, фокусується на укоріненні у МБГЕТК сукупності вмінь, завдяки яким майбутні фахівці зможуть досягати поставлених професійних цілей. Провідним поняттям діяльнісного підходу є поняття «діяльність», яке витлумачуємо у двох аспектах: 1) у широкому (загальному) значенні – це взаємодія людини та зовнішнього середовища, 2) у вузькому – навчальна, специфічна, професійна форма активності. Результативність будь якої діяльності забезпечується перш за все усвідомленими причинно-наслідковими зв'язками діяльності, які забезпечуються необхідною інформацією та знаннями. Відтак постає очевидним впровадження *знаннєво-діяльнісного підходу* системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Він постає як діалектичне поєднання засвоєних знань та їх практичного застосування. *Знаннєво-діяльний* підхід уможливорює поєднання засвоєних математичних знань зі сформованими вміннями їхнього практичного застосування, упровадження за допомогою сукупності форм і методів навчання, урівноваження процесу набуття математичних знань і закріплення їх у ході практичної діяльності, спрямованість на засвоєння знань і реалізацію найбільш значущих алгоритмів дій, вироблення фундаментальних математичних умінь.

*Інтегративний* підхід у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК реалізується на синтетичному рівні фундаменталізації; результатом його впровадження є низка інтегративних утворень, які є новими об'єктами педагогічного процесу. Інтегративний підхід спрямований на формування у МБГЕТК розуміння функцій та ролі математичної підготовки у системі загальнопрофесійної підготовки. Запровадженню інтегративного підходу у освітній процес у вищій школі присвячено роботи С. Гончаренка, Р. Гуревича, В. Максимової, М. Опачко та ін. Застосування цього підходу у системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК охоплює два аспекти: 1) фундаменталізація всього освітнього процесу характеризується інтегративною структурою (вона є частиною загальної системи фундаменталізації освітнього процесу), 2) фундаменталізація математичної підготовки передбачає «ущільнення навчального часу» на вивчення деяких тем та понять з метою вивільнення його резерву для застосування комплексу інтегрованих навчальних інструментів, таких, як інтегроване заняття, інтегрована лекція, застосункові (прикладні) задачі тощо. Як зазначає, І. Бардус для забезпечення неперервності фундаменталізації ІТ-дисциплін необхідно здійснити системну інтеграцію загальнонаукових та ІТ-дисциплін [15, с. 75]. Підтримуючи цю думку дослідниці, констатуємо, що для забезпечення неперервності фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК необхідна системна інтеграція загальнонаукових, спеціальних та математичних дисциплін. У роботі М. Ковальчук [203] підкреслено, що основними характерними ознаками інтеграційного процесу у ЗВО є високий рівень теоретичного узагальнення, абстрактність теорій. Ця ідея корелює із концепцією фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК та концепцією фундаменталізації освітнього процесу в цілому, оскільки інтеграційні процеси в освітньому середовищі (які є водночас інструментом його

фундаменталізації) сприяють *накопиченню* потенціалу професійної адаптивності студента.

*Особистісно-орієнтований* підхід дає змогу реалізовувати фундаменталізацію математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» на ґрунті системи педагогічних прийомів, зорієнтованих на розвиток умінь і здібностей майбутнього фахівця, його становлення як особистості, рокування внутрішніх ресурсів останньої [349].

*Професійно-орієнтований* підхід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК детермінує формування складників професійних знань і вмінь під час математичної підготовки, професійно спрямованої математичної компетентності, орієнтацію математичної підготовки на загальнопрофесійну підготовку майбутніх фахівців галузі, реалізується через добір та розв'язування прикладних, професійно-орієнтованих завдань, виконання проєктів, підготовку та виступ на конференціях з доповідями, розв'язування професійних завдань.

Дослідженню *навчально-дослідницького підходу* присвячено роботи Ю. Козловського, Л. Сікорської, З. Слєпкань та інших. Когорта науковців – М. Жалдак, Ю. Горошко, С. Раков та інші – досліджували аспекти упровадження навчально-дослідницького підходу в освітній процес із застосуванням ІКТ. Однак у проаналізованих роботах науковців приділено не достатньо уваги цьому виду діяльності з акцентом на опанування фундаментальними знаннями.

Реалізація *навчально-дослідницького підходу* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК проходить шляхом добору і розв'язання проблемних завдань, застосування методу проєктів у навчанні. Вчений С. Гончаренко [83], [84], [85] констатує, що освітній процес все більше набуває ознак наукового дослідження. Навчально-дослідницький підхід

зумовлює прищеплення наукового мислення, креативності, інтересу до творчої наукової діяльності.

Добримання виокремлених підходів у фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК відбувалася при складанні навчальних програм, побудові навчально-методичного супроводу математичної підготовки.

Основним вектором вдосконалення освітнього процесу у ЗВО за умови вдосконалення інформаційно-комунікаційних технологій, масової доступності наукових ресурсів, навчальних систем є формування у майбутніх технічних фахівців навичок креативно, логічно мислити, вміння знаходити та застосовувати необхідну інформацію до конкретних ситуацій, вміння мислити критично. Всі ці вимоги, що поставлені перед ЗВО у формуванні вказаних вмінь, обумовлюють переорієнтацію процесу навчання з «подачі готових знань» на спрямування особистості до пошуку та відкриття нею шляхів набуття знань та навичок. Відтак фундаментальність освіти у світлі вище сказаного розглядається як система педагогічних умов, у яких особистість набуває навичок самоорганізації, самонавчання та професійної мобільності.

Характер освітнього процесу у останні десятиліття стрімко та принципово змінюється. Знання стали мобільними та цифровими. Водночас зросла потреба у вмінні виділяти фундаментальні знання, концептуальні незмінні наукові терміни. Перед студентом стоїть низка завдань: проводити пошук необхідної інформації, фокусуватися на головному, проводити аналіз і дослідження отриманої інформації. Ці фактори зумовлюють формування нових концепцій вдосконалення освітнього процесу, щоб сприяти виконанню поставлених завдань.

Фундаменталізація освіти передбачає цілісність освітнього процесу, інтегрування його розрізненних частин (окремих навчальних курсів та змістових ліній) у єдине ціле. Доцільно конструювати освітній процес таким чином, щоб цикли фундаментальних дисциплін були об'єднані між собою єдиною метою та міжпредметними зв'язками. Таку реконструкцію в підході

побудови освітнього процесу можливо реалізувати за умови впровадження науково-дослідної роботи (НДР) студентів.

Застосування НДР студентів має низку переваг, як-от:

- сприяє формуванню у студентів навичок науково-дослідної діяльності, що є передумовою формування вмінь до науково-технічної діяльності в подальшій професійній діяльності;

- дає підґрунття до укорінення раціонального мислення, швидкого засвоєння знань;

- створює умови для максимальної реалізації індивідуального підходу у освітньому процесі, а також для диференціації зі спеціальністю;

- сприяє формуванню у студентів мотивації до вирішення виробничих, економічних і соціальних завдань у межах освітнього процесу, що спроектовується у здатність вирішувати аналогічні завдання та проблеми у майбутньому в більших масштабах;

- є передумовою до оволодіння сучасними методами і технологіями у галузі науки, техніки, виробництва;

- розвиває у студентів здатність аналізу, синтезу інформації та вміння роботи обґрунтовані висновки;

- сприяє формуванню вміння науково обґрунтовувати результати власної праці.

Реалізація педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає дотримання сукупності принципів. Дослідниця Ю. Ткач підкреслює, що дидактичними принципами є основні фундаментальні, базові положення, які окреслюють форми і методи освітнього процесу [456].

У своїй роботі Ю. Ткач [453] виділяє такі принципи фундаменталізації: *інтегративності, наступності, системності, фундаменталізації, наочності, доступності*. Погоджуючись із дослідницею, у роботі виділено принципи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК: *загально-дидактичні принципи*: науковості, системності, неперервності



освіти, наочності, зв'язку теорії і практики, фундаментальності, професійної спрямованості, та *специфічні принципи*: структурування навчального матеріалу, принцип результативності (орієнтування на результат).

*Принцип науковості* педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК полягає у дотриманні відповідності між поданням наукової інформації при вивченні математичних понять, законів, закономірностей та розвитком математичних наукових знань.

*Принцип системності* розкривається у чіткій послідовності дій викладача та студентів, спрямованих на досягнення поставлених цілей фундаменалізації математичної підготовки. Вміння та навички студентів повинні формуватися у певній послідовності, а освітній процес будуватися із елементів, де кожен наступний логічно пов'язаний із попереднім. Принцип системності дозволяє розглянути фундаменалізацію як педагогічну систему.

*Принцип неперервності* освіти полягає у побудові педагогічної системи фундаменалізації математичної підготовки МБГЕТК, яка націлена на надання знань майбутнім фахівцям протягом усього періоду здобуття освіти.

*Принцип наочності* системи фундаменалізації МБГЕТК полягає у використанні засобів навчання, які сприяють максимальному залученню органів чуття. Принцип наочності дозволяє максимально спростити сприйняття та запам'ятовування навчального матеріалу студентами за рахунок використання конкретних візуальних символів, схем, прикладів, ілюстрацій тощо.

*Принцип зв'язку теорії і практики* полягає у цілісності та єдності подання теоретичного матеріалу та його практичного застосування у системі фундаменалізації математичної підготовки МБГЕТК. Втілюється шляхом упровадження у освітній процес методики розв'язування прикладних задач, наведення прикладів застосування теоретичного навчального матеріалу.

*Принцип фундаментальності* педагогічної системи фундаменалізації математичної підготовки МБГЕТК виділення основних фундаментальних

теоретичних фактів, понять, законів, до яких зводяться інші. При цьому нові знання формуються на основі вже існуючих, враховуючи, що поняття, теорії, закони повинні мати уніфікований характер.

*Принцип професійної спрямованості* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК обумовлює формування математичних знань у студентів у напрямі прикладного професійного застосування.

*Принцип структурування матеріалу* полягає у врахуванні поділу навчального матеріалу на елементи – неподільні структурні об'єкти, які вивчають студенти у логічній послідовності, і відповідно здобуття знань студентами відбувається шляхом засвоєння базових об'єктів інформації – елементів знань і побудові на основі них інформаційних блоків.

Як зазначають дослідники І. Бардус, І. Богданов, С. Ковачов, Я. Сичікова «головною умовою фундаменталізації змісту фахових дисциплін є структурування навчального матеріалу на основі виділення логічної структури, систематизації і впорядкування знань, визначення фундаментальних понять і зв'язків між ними» [424, с. 729].

*Принцип результативності* педагогічної системи фундаменталізації МБГЕТК обумовлює закладення в основу всіх форм, методів педагогічної системи, націлення на підвищення якості математичної підготовки, вдосконалення прийомів мислення, прийомів дій. Принцип результативності є одним із ключових усього освітнього процесу та математичної підготовки зокрема.

*Принцип цілісності* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК реалізується через побудову системи становлення інженера в соціумі, починаючи від його математичної підготовки і закінчуючи соціальним ствердженням інженера. Цей принцип дає можливість розглядати педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки як єдине ціле і як підсистему вищих рівнів – педагогічних систем фундаменталізації професійної підготовки інженера, фундаменталізації загальнопрофесійної підготовки та соціального становлення інженера.

Обґрунтування побудови педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК обумовлено принципами структурування, цілісності та результативності.

## **2.2. Теоретико-методологічні засади реалізації компетентнісного та системного підходів фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Будь-які покращення та якісні зміни в освітньому процесі і загалом у суспільстві обумовлені прогресом техніки і технологій, розвитком культури і духовності. Всі ці фактори безпосередньо пов'язані із трансформацією людської свідомості та набуттям кожним окремо взятим індивідом суспільства нових понять, знань, умінь та навичок. Формування і набуття особистістю нових навичок та здібностей закладено в основу ідеї компетентнісного підходу.

Освітня парадигма сучасної вищої та середньої школи зорієнтована у напрямі компетентнісного підходу. Перед тим, як відкрити нову спеціальність у вищому чи середньому закладі освіти, фахівці з цього питання повинні дослідити та регламентувати чіткий перелік компетентностей, якими володітиме майбутній фахівець, після закінчення навчання. Саме компетентнісний підхід взято як пріоритетний напрям реформування та розвитку освітнього процесу.

Поняття компетентнісного підходу було введено ще у кінці XIX століття. Як зазначає С. Раков, суть компетентнісного підходу охоплює формування широких гуманістичних, морально-етичних, мотиваційних компетентностей і не зупиняється на формуванні окремих здібностей. О. Романовський, констатує, що під час професійної підготовки майбутніх інженерів значна частина уваги приділена формуванню компетентностей. Практично це означає формування компетентного фахівця технічного напрямку, який буде здатним вирішувати професійні проблеми. А це

передбачає набуття майбутнім фахівцем технічного напрямку знаннєвого та діяльнісного досвіду [403].

Ідея компетентнісного підходу полягає у створенні таких умов, потрапляючи у які, особистість набуватиме знань та вмій. Низка праць науковців розкривають дефінітивний аналіз термінів – компетенція, компетентність, компетентнісний підхід, проте дискусія на тему теоретичного аналізу цих понять триває і донині.

Проблемне поле компетентнісного підходу охоплює велику кількість понять, дослідженням яких займалася ціла група науковців, серед яких М. Кадемія [163], О. Овчарук [336], В. Петрук [359], О. Пометун [370], С. Раков [388] та інші науковці. Вітчизняні науковці досліджували проблему впровадження компетентнісного підходу акцентуючи увагу на різних аспектах. Так, С. Раков [387] розглядав формування математичних компетентностей у процесі підготовки вчителя математики, В. Петрук [357] вивчала формування базових компетентностей у майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інтерактивних технологій. У дослідженнях науковців недостатньо аргументовано теоретичні засади впровадження компетентнісного підходу у процес фундаментальної математичної підготовки з урахуванням психо-фізіологічних особливостей особистості. Деякі дослідники підкреслюють, що основними характеристиками результату застосування компетентнісного підходу у ЗВО є підготовленість випускника до здійснення професійної діяльності, позитивна вмотивованість, рівень розвитку інтелекту. Інші тлумачать компетентнісний підхід як запоруку формування групи компетентностей [334].

С. Яланська дослідила роботи британського дослідника Дж. Равена, і зазначає, що у його працях наведено визначення поняття «компетентність» як здатності, яка є необхідною для ефективного виконання дій. Ця здатність, за цим визначенням, включає вузькоспеціальні знання, предметні навички, стиль мислення, усвідомлення наслідків дій [490].

Аналізуючи етапи розвитку компетентнісного підходу, вчена В. Петрук у своїх працях зазначає, що саме британський підхід взято за основу його визначення у вітчизняному освітньому просторі. Зокрема, дефініцію «компетентність» у британському підході розуміють як низку професійних кваліфікацій, які розкривають спроможність особи виконувати окремий вид діяльності, на рівні, що встановлено стандартом [359].

У Законі України «Про вищу освіту» у розділі «Загальні положення» компетентність розкривається як динамічна комбінація знань, вмінь і практичних навичок, способів мислення, професійних, світоглядних і громадянських якостей, морально-етичних цінностей, яка окреслює здатність особи успішно здійснювати професійну та подальшу освітню діяльність і є результатом навчання (Закон України «Про вищу освіту») [150].

Компетентність характеризує готовність фахівця реалізувати на практиці свій потенціал, до якого належать знання, вміння, досвід особистості і який сприятиме успішній професійній діяльності.

У дослідженнях учених можна зустріти різні підходи до визначення понять «компетентність» та «компетенція» – понять, що належать до проблемного поля компетентнісного підходу. Деякі науковці їх сприймають та описують як синоніми, решта, в протиположності, розводять ці терміни у дві окремі категорії. Така різниця у поглядах спричинена співзвучністю цих слів в оригінальних джерелах, що написані англійською мовою, а також різними варіантами перекладу терміну «competence». В одних випадках «competence» перекладено як компетенція, в інших – як компетентність.

У працях науковців, де поняття компетенції та компетентності мають різні значення, описано різні функціональні ознаки цих понять. *Компетенція* – це певне знання та вміння окресленої діяльності, процесу чи операції; *компетентність* – це сукупність набутих індивідом компетенцій у процесі конкретного виду діяльності. Виходячи із вказаних визначень поняття «компетентність», підкреслимо, що *компетентнісний підхід* спрямований на формування та розвиток компетентностей індивіда,

базується на його всебічному розвитку у спеціально створених для цього умовах, його основною характеристикою є така побудова освітнього процесу, коли навчання зорієнтоване на:

- 1) формування внутрішніх позитивних мотивів;
- 2) здобуття студентами знань, умінь навичок (фундаментальних компетентностей), які інтегруються у загальнопрофесійну підготовку випускника;
- 3) формування здатності до самоосвіти та саморозвитку [232].

Компетентісний підхід – це методологічний підхід, в основі якого покладено спрямування освітнього процесу на створення системи форм, методів і засобів навчання, за яких майбутній фахівець набуватиме потрібних компетентностей. Компетентісний підхід базується на синтезі математичних знань та вмінь, досвіді їх прикладного застосування до вирішення професійних завдань. Таким чином реалізація компетентісного підходу у процесі фундаменталізації математичної підготовки відбувається шляхом виділення форм, методів і засобів навчання та їх упровадження у освітній процес, результатом чого є набута сукупність знань та вмінь, сформованість компетентностей, сюди належить професійно спрямована математична.

Питання, що присвячені компетентісному підходу досліджували закордонні вчені ще у ХХ столітті. У деяких роботах науковців терміни «компетенція» та «компетентність» використовуються синонімічно. Проте на думку як закордонних С. Вудраф (Woodruffe С.) [604], так і вітчизняних дослідників (А. Петрук) [359] ці поняття варто відрізняти. У своїх дослідженнях С. Вудраф, підкреслює, дефініція «компетенція» – це поняття, що стосується сфери професійної діяльності, в якій людина є компетентною, дефініція «компетентність» стосується людини, це поняття передбачає дії та поведінку особистості, яка обумовлена компетентним виконанням своєї роботи. [604, с. 32].

У Великому тлумачному словнику української мови поняття «компетенція» окреслено як «коло повноважень якої-небудь організації,

установи або особи» [60 с. 560]; «компетентність» визначається як поінформованість, обізнаність, авторитетність особистості [60, с. 560].

За визначенням В. Шапар, компетентність – це психосоціальна якість, яка означає силу і впевненість особистості, що виходить із почуття власної успішності, корисності, які дають людині усвідомлення своєї спроможності ефективно взаємодіяти з оточенням [491 с. 640]. Компетентність охарактеризовує ступінь, рівень набутих знань та вмінь з конкретної галузі, сфери діяльності. У дослідженні Н. Побірченко [365] обґрунтовано, що компетентність – це інтегральна здатність вирішувати поставлені завдання та проблеми, що виникають у різних сферах життя. При чому ця здатність передбачає вміння відібрати необхідні знання та інформацію для вирішення поставлених завдань [365, с. 41]. Основні характерні ознаки понять «компетенція», «компетентність» «компетентнісний підхід» представлено у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

**Основні характерні і ознаки понять «компетенція», «компетентність», «компетентнісний підхід»**

Компетенція	Компетентність	Компетентнісний підхід
<ul style="list-style-type: none"> <li>коло питань, в яких особистість має певні повноваження, знання, досвід тощо</li> <li>здатність застосовувати (використовувати) знання та вміння (Кадемія М.Ю.);</li> <li>відділена від особистості норма (Н. М. Бібік)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>результат набуття компетенцій;</li> <li>знання особистості того, що потрібно робити, як результат застосування компетенцій у професійній діяльності</li> <li>рівень вмінь особистості, що віддзеркалює ступінь відповідності певної компетенції (Дьомін В. А.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>спрямований на набуття особистості сукупності знань, умінь, стилю мислення, що дозволяє діяти адекватним чином у різних ситуаціях, вирішувати поставлені завдання та проблеми шляхом використання набутих знань та вмінь;</li> <li>запорука формування групи компетентностей</li> </ul>

(сформовано автором)

Ми схилиємося до думки, що *компетенція* – це наперед задана вимога до рівня знань та вмінь особистості, *компетентність* – це особистісна характеристика, яка показує рівень знань та вмінь конкретної особистості, особистісна фахова характеристика фахівця.

Важливим для професійної діяльності фахівця технічного напрямку є вміння оперувати математичним апаратом із метою його прикладного застосування. Здатність до сприйняття, переосмислення та раціонального використання потрібної математичної інформації є запорукою успіху професійної діяльності. Тому формування компетентностей, до складу яких входять необхідні для професійної діяльності уміння, є головною метою освітнього процесу у технічному ЗВО. Відтак компетентнісний підхід постає одним із провідних методологічних підходів у сучасній технічній вищій школі.

Компетентнісний підхід та його можливості реалізації у освітньому процесі досліджувало чимало науковців (М. Кадемія, Л. Оршанський, В. Петрук, С. Раков та інші) протягом декількох десятиліть. Учені досліджували та класифікували здібності, що формуються у студентів (чи учнів), проводили педагогічні експерименти щодо визначення найбільш сприятливих умов для формування тих чи інших компетентностей. Проте природу і механізм, який лежить в основі виникнення та формування конкретної компетентності, було «розкодовано» не так давно. В його основі лежить ідея нейропластичності мозку.

Нейропластичність мозку людини дослідники трактують як заміну одних нейронних зв'язків іншими [566], [261], [599]. Наслідком цього процесу на рівні дій буде нове сформоване вміння. Наш мозок побудований із нейронів, між якими проходять імпульси, що відповідають певній дії і діяльності в цілому. Міцність зв'язків між нейронами, через які проходять імпульси, відображає набуті вміння діяльності, які визначають сформовану компетентність.



У пропонованому дослідженні, як і в дослідженнях переважної більшості науковців, вимірювання сформованості компетентностей у студентів можна реалізувати за допомогою розробленого «апарату відповідності», який буде присвоювати результатам дій певні числові характеристики. Зміна цих числових характеристик вказує на ефективність запропонованої педагогічної системи. Цю ідею застосовують у своїх дослідженнях Р. Горбатюк, С. Дембіцька, В. Клочко, М. Ковальчук, В. Петрук та багато інших науковців, які присвятили свої дослідження діагностуванню результативності науково-методичних, педагогічних систем. При формуванні навичок та здібностей студентів дослідники використовували певні психологічні та фізіологічні механізми людини, за допомогою яких формуються здібності, водночас практично ніхто із дослідників не знає природу цих механізмів та принципів їхньої роботи.

«Розкодування» формування вмінь (які є складниками компетентностей) на рівні створення нових нейронних зв'язків головного мозку людини стало можливим завдяки розвитку сучасних технологій та можливостей медичної інженерії, які дозволили здійснити глибокі дослідження у сфері функціонування людського мозку людини.

Американська дослідниця професор Лара Бойд (Lara Boyd) дослідила зміни у мозку учнів і студентів, які відбулися в результаті системи дій і навантажень. За допомогою комп'ютерної томографії було виявлено зміни у структурних зв'язках нейронів частин головного мозку, які відповідають за конкретне уміння. Сформоване уміння відповідає окремим зв'язкам між нейронами головного мозку.

Для підтвердження своєї теорії про формування нейронних зв'язків та відповідної сукупності вмінь Лара Бойд (Lara Boyd) для експерименту обрала групу молодих людей. Перед експериментом кожному із них зробили МРТ окремих ділянок мозку, що відповідають за віпевні вміння та навички. Після проходження МРТ піддослідним потрібно було протягом певного проміжку часу систематично виконувати діяльність, що була запланована у

межах експерименту. У кінці експерименту піддослідним знову зробили МРТ частин головного мозку, за яким було отримано результати – сформованість нових нейронних зв'язків (рис. 2.3). На рис. 2.3 показано окремо взяте «дерево» зв'язків між нейронами, що утворилися в результаті цілеспрямованих дій.

У групи піддослідних, які виконували систему дій із розумових та фізичних навантажень, спостерігалася однакова динаміка змін результатів МРТ головного мозку. У кожного із них відбувався ріст так званих дерев нейронних зв'язків. Дерево нейронних зв'язків – це символічна назва, яку дала йому вчена. Це утворення в головному мозку людини між нейронами, що відображає набуті звички, вміння та здібності, які стали автоматичними.

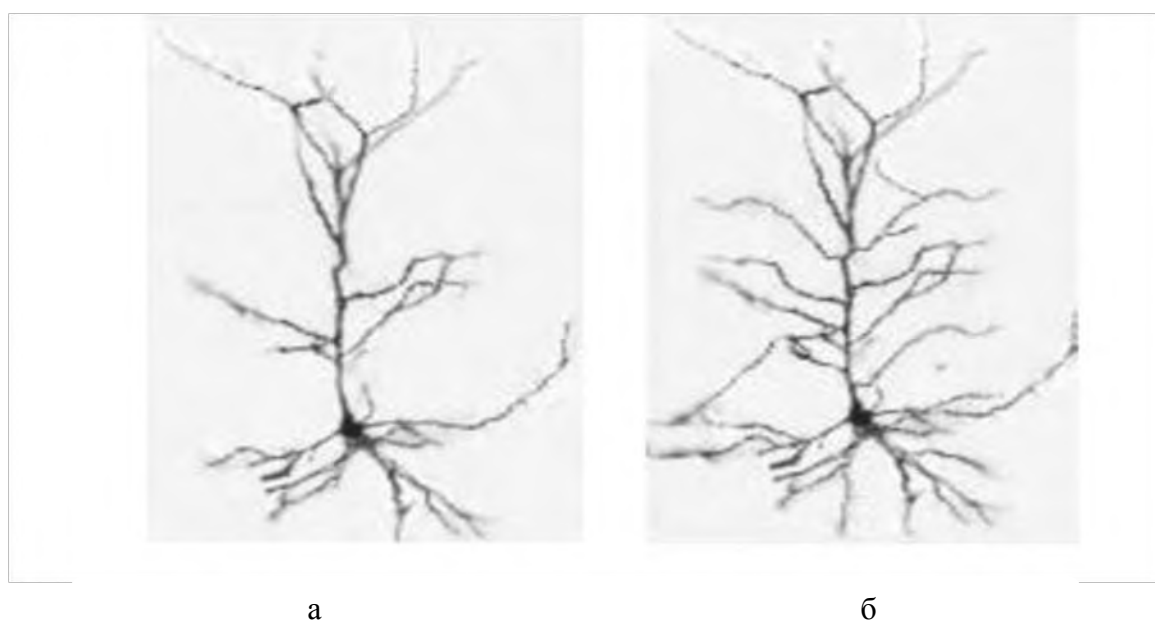


Рисунок 2.3 – Збільшений знімок МРТ ділянок головного мозку нейронних зв'язків до і після експерименту

Аналогічний експеримент проводила Ліф К. (Leaf K.). Дослідниця обирала групу людей, у яких була уражена певна частина головного мозку і тому було втрачено діякі функціональні можливості. Вчена розробила систему дій та вправ, які виконували піддослідні протягом деякого інтервалу часу. У результаті цього у них відновлювалися нефункціонуючі частини

головного мозку, формувалися нові зв'язки між нейронами, а також відновлювалося функціонування частин тіла.

Ідея нейропластичності головного мозку людини покладена в основу теоретичного обґрунтування процесу формування вмінь, що є складниками компетентності.

Розгалуженість дерева нейронних зв'язків головного мозку людини вказує на формування у неї нових здібностей та вмінь. Розвиток зв'язків між нейронами є результатом системи послідовних дій людини, а розгалуженість та міцність зв'язків між нейронами відображає сформовану систему знань та навиків застосовувати ці знання.

Формування нейронних зв'язків відбувається не миттєво. Нова повторювана декілька разів дія, яку виконує людина, спричинює імпульс між нейронами головного мозку, умовно кажучи цей імпульс залишає тоненький слід після свого проходження. Якщо дію припинити повторювати, то, як зазначають науковці, цей слід з часом зникне, а якщо дію повторювати протягом певного часу, то імпульс буде проходити між нейронами постійно, а отже набуватиме форми гілки дерева. Таким чином, відбувається поява нових гілок на «деревах» нейронних зв'язків. Як зазначають учені для появи нової сформованої гілки на нейронному дереві потрібно повторювати певну дію 21 день (10-15 хвилин щодня), для її закріплення потрібно ще 21 день (10-15 хвилин щодня), і ще 21 день (10-15 хвилин щодня), щоб імпульсний зв'язок між нейронами закріпився таким чином, що виконувана дія, звичка, навик перейшли у підсвідомість.

Науковцями [566] галузі нейропластики мозку було доведено, що різні частини головного мозку, які були неактивними, починають активно працювати. На знімку МРТ ділянок головного мозку це відображається у вигляді нової гілки нейронного дерева.

Варто зазначити, що на думку дослідників нейропластики мозку, якщо гілка нейронного дерева не пройшла 63-денний період формування (немає систематичного повторення дії, що призвели до формування зв'язку між

нейронами головного мозку), то гілка може повністю зруйнуватися. Водночас, якщо дія була доведена до автоматизму – компетентність була сформована, з часом людина не втратить цю компетентність, а нейронні зв'язки можуть ослабнути, але будуть збережені.

Інша група дослідників теорії нейропедагогіки П. Вос (P. Voss ), М.Томас (M. Thomas), М. Кірнерос-Франко (M. Cisneros-Franco), Е. Віллерс-Сідані (É. Villers-Sidani) [599] вважає, що вміння формується здебільшого від кількості повторюваних дій, і його формування не залежить від кількості днів. Прихильники цієї ідеї вважають, що утворення нових нейронних зв'язків у мозку не залежить від кількості днів, а більшою мірою залежить від кількості годин, що витрачені на повторюваність конкретної дії чи вивчення/дослідження поняття.

Відкриття нейропластичності мозку у науці підтвердило здатність мозку до функціональних та фізіологічних змін. Ці зміни відбуваються в результаті стимулювання мозку певними діями.

Компетентнісний підхід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК забезпечує формування знань, умінь, навичок та стилю мислення, що необхідні майбутньому фахівцеві для подальшої професійної діяльності. Реалізація компетентнісного підходу можлива за умови дотримання чіткої системи повторюваних дій (мислиннєвих і/або фізичних). Відтак реалізація компетентнісного підходу можлива за умови системного підходу у педагогічній системі фундаменталізації МБГЕТК.

Особлива увага вчених-педагогів кінця ХХ століття була спрямована на дослідження проблеми загального підходу до побудови методологічної бази освітнього процесу. Таким підходом, на основі якого відбуватиметься об'єднане функціонування наукових та загально-наукових принципів, технологій, засобів навчання при досягненні педагогічних цілей, є системний підхід.

Як зазначає С. Беляєв, «перевагою системного підходу є функціональне представлення об'єкта дослідження: з допомогою *системи* функцій різні особливості об'єкта дослідження синтезуються у цілісну картину, а сукупність взаємозв'язків компонентів системи дозволяє створити комплексне уявлення про об'єкт, як ієрархічно упорядковану систему» [27].

Практично всі педагогічні, дидактичні та науково-методичні системи навчання складені за дотримання принципу системності.

Перші спроби використання системного підходу були здійснені ще Арістотелем. Цілісна теорія системного підходу була запропонована біологом Дюдвігом фон Берталанфі у 1940-х роках. Цю ідею продовжив та розвинув Рос Ешбі.

Закінчена цілісна теорія системного підходу була розроблена у 1951 році Берталанфі. Науковець описував систему як комплекс взаємодіючих між собою елементів, які відкриті для навколишнього середовища та взаємодіють з нею. Ці елементи перебувають у постійному динамічному русі і мають властивість набувати якісно нових властивостей. Коли йдеться про системи, то мають на увазі, що вони *саморегулюються* та *самокорегуються* шляхом зворотнього зв'язку. Поняття системи поставлено у протиріччя хаосу та безладній структурі і об'єднанню об'єктів. Системне мислення охоплює як загальне так і конкретне мислення. Воно передбачає розуміння створення зв'язків між елементами таким чином, щоб вони відповідали один одному.

Н. Фоміцька [311] визначає *систему* як «*сукупність об'єктів, яка у результаті їх об'єднання набуває властивостей, що відрізняються від властивостей кожної окремо взятої частини, яка може розглядатися відокремлено*». Система обмежена «зверху» зовнішнім середовищем і «знизу» – елементом системи.

Виділяють такі ознаки системи: умовність кордонів, цілісність, емерджентність, гомеостатичність. Суть властивості *емерджентності* системи полягає в тому, що властивості кожного окремо взятого елемента системи може суттєво відрізнятися від властивості усєї цілісної системи, яка

складається із цих елементів. Елементом системи є такий далі неподільний об'єкт, який створений поділом системи на частини певним заданим способом та має свої особливі специфічні мету і функцію.

Якщо у системі є група елементів, що функціонують самостійно, то кажуть, що ця група елементів утворює *підсистему* цієї системи. Якщо досліджувана система є частиною більшої системи, то цю більшу систему називають *надсистемою*.

Системи класифікують залежно від походження, функціонування, мірою обміну із зовнішнім середовищем, тривалістю функціонування тощо.

Сутність системного підходу полягає в тому, що всі елементи системи повинні розглядатися як одне ціле, що функціонує як єдиний об'єкт. До основних принципів системного підходу Н. Фоміцька відносить цілісність, ієрархічність побудови, структуризацію, множинність [479].

Системний підхід має у своїй основі побудову теорії та практики розгляду і дослідження структурних та функціональних ознак фуномену системи. У педагогіці систему тлумачимо як сукупність взаємопов'язаних структурних елементів (дій), які у своєму поєднанні дозволяють створити умови для досягнення педагогічних цілей освітнього процесу. Насамперед результатом освітнього процесу у технічному ЗВО є формування у випускників здібностей до опанування новими вміннями та навичками, а метою є «навчити вчитися» та самостійно опановувати знаннями нових напрямів інженерних досліджень. У цьому процесі необхідною умовою є наявність чіткої структури та послідовності дій у здобутті знань та освоєнні вмінь, системність у повторенні інформації для її засвоєння, системність та структуризація знайденої інформації, цілісність знань. Усі наведені ознаки для отримання нових знань та здобуття нових умінь, а також для їх закріплення вказують на системний підхід. Формування компетентностей обумовлене цілеспрямованим повторенням конкретної дії протягом певного проміжку часу. Системний підхід є базою для компетентнісного підходу. Викладач створює умови, що сприяють повторюваності дій, які виконують

студенти з певною частотою та періодичністю. На основі повторюваних дій формуються зв'язки між нейронами головного мозку, сформовані зв'язки відображаються у вигляді сформованих компетентностей. Тобто системність дій є запорукою формування компетентностей.

У педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК поєднання та функціонування системного та компетентнісного підходів зобразимо схемою (рис. 2.4). До ключових аспектів системного підходу, що обумовлюють функціонування компетентнісного підходу у процесі фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК, належать:

- дослідження функціональних та структурних ознак системи;
- системність дій;
- структуризація умов, які сприяють формуванню вмінь студентів.

На основі системного підходу, що реалізується у процесі фундаментальної математичної підготовки, функціонує компетентнісний підхід.

Основними аспектами компетентнісного підходу у контексті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є:

- цілісна система форм, методів і засобів навчання, спрямованих на створення умов для набуття студентами компетентностей;
- в основі підходу є теорія нейропластичності мозку людини;
- наявність знанневого і діяльнісного компонентів.

Знання краще засвоюються, якщо вони подані у вигляді цілісної, логічної (без внутрішніх суперечностей) системи, всі елементи якої необхідні і достатні для подальшої навчальної діяльності, знаходяться на своїх місцях та органічно взаємодіють.

Схема функціонування системного та компетентнісного підходів у системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК продемонстровано на рисунку (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Схема функціонування системного та компетентнісного підходів у системі фундаментації математичної підготовки МБГЕТК

Системний підхід використовується також і в аспекті систематизації знань студентів через побудову ними систематизувальних таблиць (що буде розглянуто у розділі 4). У процесі цього студенти систематизують усю сукупність отриманої математичної інформації таким чином, що створюють власну підсистему фундаментальних математичних знань. У своєму дослідженні М. Ковтонюк описує створення фундаментальної підсистеми знань студента як формування «фундаментального освітнього простору студента» [206, с. 133], де відбувається вибір аналога системі координат у нескінченно можливому просторі існування педагогічного процесу.

На етапі створення класифікувальних та систематизувальних таблиць у студентів відбувається розумова діяльність класифікації та систематизації навчального матеріалу, що сприяє осмисленню зв'язку між різними блоками інформації (між різними елементами побудованої фундаментальної підсистеми знань). Студент на основі отриманої інформації будує власну підсистему засвоєних знань, виділяючи в кожній темі фундаментальне ядро інформації. А побудована таблиця відображає її наповнення.



Системність подання навчального матеріалу, системність та систематичність розв'язування проблемних, професійно-орієнтованих завдань сприяє системному мисленню та формуванню у студентів здібностей до систематизації інформації.

Особливість застосування системного підходу вбачаємо у тому, що усі структурні та функціональні компоненти професійної підготовки майбутніх технічних фахівців, зокрема майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», реалізують у цілісній єдності та закономірному порядку. Тобто професійна підготовка є загальною системою, складником якої є математична підготовка МБГЕТК.

Системний підхід має багато переваг, як-от: він збільшує ймовірність вирішення проблем різного роду; сприяє отриманню якісніших результатів; здійснює синтез результатів, отриманих у різних дисциплінах; закладає основи для кращої (ніж при застосуванні інших методів) редукції складності ситуації до стану проблеми, яка вирішується [128].

При застосуванні системного підходу висувається низка вимог: системи мають бути відокремлені за виконуваними функціями; система повинна бути чітко визначена, щоб знати, які елементи до неї належать; визначення системи має бути незмінним протягом усього періоду дослідження, а елементи системи під час системних досліджень повинні постійно належати тільки тій самій системі; розділення системи на підсистеми має бути повним, тобто кожен елемент цієї системи повинен належати якійсь із її підсистем; системи мають бути відокремлені, тобто, якщо елемент належить одній системі, то він не може належати ніякій іншій.

Системний підхід фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК обумовлює утворення у студентів уміння систематизувати інформацію, завдяки якому навчальна діяльність студентів має структурований, рівномірний характер, інтенсивність рівномірно розподілена протягом усього навчального семестру.

На основі описаної концепції нейропластичності мозку людини, враховуючи експериментальні дослідження К. Ліф [558], запропонованої вченою інтервальною (21-денною) схемою формування нових нейронних зв'язків та із урахуванням системного підходу наведемо поетапну схему формування вміння студента у процесі фундаменталізації математичної підготовки (рис. 2.5).

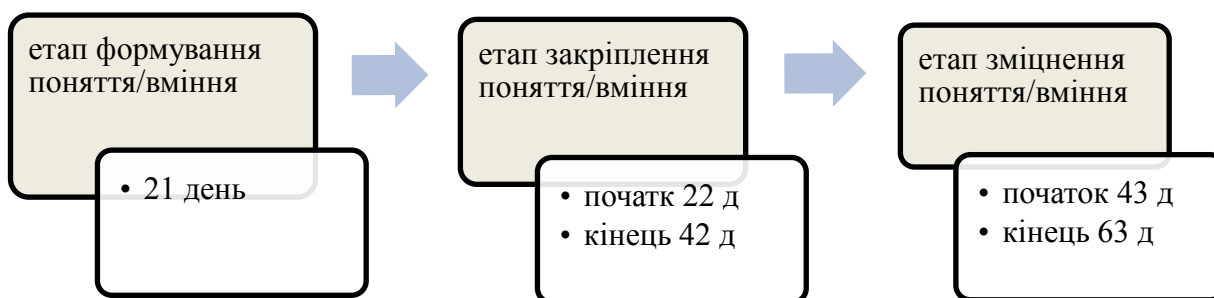


Рисунок 2.5 – Схема поетапного формування вміння у процесі фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК

(сформовано автором)

Наближення до реалізації запропонованої схеми можна зустріти проглянувши шкільні підручники з математики, де завдання для повторення навчального матеріалу розміщені так, щоб при їхньому розв'язанні в учня зміцнювалися знання про вивчені поняття. Відтак передбачається зміцнення зв'язків між нейронами головного мозку, які відображають сформованість вміння.

Формування вмінь та понять на основні теорії нейропластичності мозку людини вписується у часові рамки курсу вищої математики. Розглянемо детальніше цю ідею на прикладі засвоєння поняття «Похідна» у структурі вивчення дисципліни «Вища математика», при цьому проаналізуємо які вміння формуються у студентів на кожному із запропонованих етапів, часових інтервалів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

## Вивчення поняття «похідна» у контексті теорії нейропластичності мозку

Теми, що стосуються вивчення поняття «Похідна»	Кількість годин відведених на вивчення теми	Етап формування вміння	Коментар формування вміння
Тема 12. Похідна функції.	22	Формування вміння, поняття	Студенти опановують поняття похідної. Перше знайомство із поняттям було у школі. Вивчають методи обчислення похідної, розв'язують задачі на застосування похідної при дослідженні функцій, обчислення границь.
Тема 13. Застосування похідної.	12		
Тема 15. Невизначений інтеграл.	18	Етап закріплення вміння, поняття	Поняття похідної виступає у ролі допоміжного, але необхідного інструмента при обчисленні невизначених та визначених інтегралів.
Тема 16. Визначений інтеграл.	12		
Семестр 2 Тема 17. Функції багатьох змінних.	8	Етап зміцнення вміння, поняття	Студенти повторюють дії диференціювання, проєктуючи на функцію багатьох змінних. При обчисленні криволінійних та поверхневих інтегралів студенти знову повертаються до поняття похідної, що сприяє зміцненню нейронних зв'язків, що сформувалися.
Тема 18. Екстремуми функції багатьох змінних.	10		
Тема 26. Теорія поля.	12		

(сформовано автором)

Отже, поняттю похідної у курсі вивчення вищої математики присвячено (в середньому) більше 80 годин. Що цілком відповідає теорії нейропластичності мозку як з точки зору кількості днів, які відведені для

формування поняття похідної і вмінь її обчислювати та застосовувати, так і з точки зору виділених у Робочій програмі навчальної дисципліни «Вища математика» годин на вивчення цього поняття.

*Знаннєво-діяльнісний підхід* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК разом із компетентнісним підходом є підґрунтям для формування вмінь та навичок, які утворюють компетентності.

Дефініція «знання» характеризує складне і багатоаспектне поняття, яке не має загальноприйнятого визначення. Серед філософів, науковців і дослідників цієї теми немає цілковитої одностайності у його визначенні.

У тлумачному словнику «знання» трактується як: обізнаність у чому-небудь; сукупність знань із певної інформаційної галузі, як результат практичного досвіду у цій сфері, пізнання дійсності [431].

У тлумачному філософському словнику визначення дефініції «знання» подано як «особлива форма духовного засвоєння результатів пізнання (процесу відтворення дійсності), яка характеризується усвідомленням їх істинності...» [477, с. 229].

О. Полозенко наводить низку характеристик, притаманних поняттю «знання», серед основних дослідниця виділяє: знання є результатом пізнання особистістю дійсності та навколишньої реальності, знання – це відображення сукупності результатів пізнання у свідомості людини у вигляді уявлень, суджень та понять [369, с. 40].

На думку В. Сидоренка, сучасна інженерна діяльність обумовлена застосуванням та реалізацією наукових знань, на основі яких відбувається формування нових принципів конструювання інженерних об'єктів [420].

Практичне застосування знань є інструментом, і водночас індикатором їх засвоєння. Практика застосування знань, з одного боку, сприяє кращому їх засвоєнню, а з іншого – дає підґрунтя для здобуття нових знань. Тому вважаємо теоретичне набуття знань та їх практичне застосування нероздільними, оскільки це єдиний механізм формування теоретичної та практичної частин компетентності.

Поєднання процесів теоретичного отримання знань та їх практичної реалізації покладено в основу знаннево-діяльнісного підходу.

Знаннево-діяльнісний підхід дозволяє окреслити проблему (змоделювати певну проблемну ситуацію) та знайти шляхи її розв'язку у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Схематично цикл постановки проблеми та її вирішення на основі знаннево-діяльнісного підходу продемонстровано на рис. 2.6. Кожен етап циклу включає поєднання знанневого та діяльнісного компонентів.

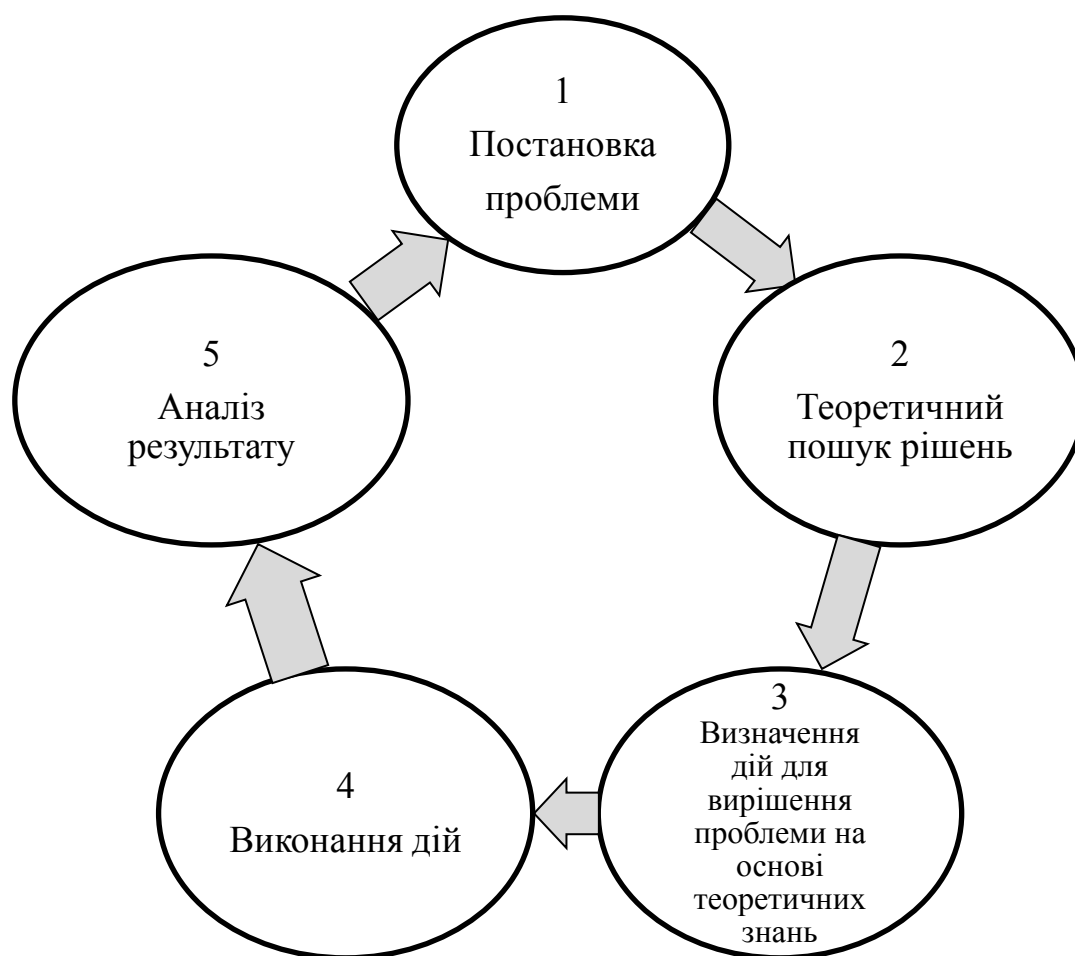


Рисунок 2.6 – Цикл постановки проблеми та її розв'язання на основі знаннево-діяльнісного підходу

(сформовано автором)

Освітній процес більшою мірою спрямований на реалізацію та впровадження знанневої складової знаннево-діяльнісного підходу. Водночас досвід та практика переконують, що функціонування знанневого та

діяльнісного підходів ефективніше у їхньому поєднанні. Знаннєвий підхід педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК доцільно реалізовувати для підготовки науковців-теоретиків і переважно у тих випадках, коли маємо справу із особливо обдарованими студентами теоретичного складу розуму та світосприйняття. Фундаментальна математична підготовка у цьому випадку відіграє ключову роль. Фахівці, що підготовлені з урахуванням знаннєвого підходу, будуть затребуваними у галузях, де зміни у типі діяльності із плином часу не є значними. Діяльнісний підхід спрямований на застосування основних алгоритмів, схем, способів дій для вирішення поставлених завдань. При цьому студенти засвоюють основні конструктивні алгоритми побудови розв'язків математичних завдань у процесі фундаменталізації математичної підготовки. Постає очевидною оптимальність поєднання знаннєвого та діяльнісного підходів.

В. Сидоренко у своїх дослідженнях наголошує, що лише у поєднанні знання та діяльності у освітньому процесі дає оптимальний результат [420]. Підтримуючи цю ідею, вважаємо, що математична підготовка МБГЕТК відбувається за умови збалансованого поєднання засвоєння студентами теоретичного матеріалу та формування вмінь його практичного застосування.

Технічні науки потрібно розглядати у двох площинах: площинах теорії та діяльності. Тому при формуванні складових компетентності у майбутніх фахівців технічного напрямку важливо оптимізувати співвідношення знаннєвого і діяльнісного компонентів. При цьому подані викладачем інформаційні об'єкти, які перетворюються у знання студентів, повинні мати рецептурний характер і бути спрямовані на керівництво до виконання дій. Застосування знаннєво-діяльнісного підходу у процесі математичної підготовки МБГЕТК полягає у тому, що процес засвоєння понять та опанування навичками відбувається поетапно. Зокрема, на першому етапі відбувається формування поняттєвого апарату (студентам подаються основні базові поняття); на другому етапі деталізують понятійний апарат при цьому елементи діяльності інтегрують у теоретичний матеріал; на третьому етапі

відтворюють практичні результати діяльності, затосовуючи вивчені алгоритми розв'язування завдань; четвертий – творчий рівень – характеризується реалізацією нових творчих, креативних шляхів до розв'язування завдань та вирішення проблем.

Отже, формування компетентностей майбутнього технічного фахівця під час реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки здійснюється шляхом поетапного впровадження знаннєво-діяльнісного підходу, що є складником компетентнісного підходу.

### **2.3. Формування професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Фундаменталізація математичної підготовки має професійну спрямованість. Як зазначає І. Войтович: «Основною причиною необхідності професійної орієнтації навчання є прискорення науково-технічного прогресу» [68].

Посутньо, фундаменталізація освітнього процесу сприяє формуванню у студентів нових умінь та знань, що є складниками професійно спрямованої математичної компетентності.

Поняття професійно спрямованої математичної компетентності є інтегральним утворенням, що формується у студентів у результаті реалізації в освітньому процесі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки. Перед окресленням дефініції професійно спрямованої математичної компетентності звернемося до праць науковців, які присвятили свої дослідження питанню формування компетентностей.

У доробках науковців зустрічаємо різноманітні підходи до класифікації компетентностей. М. Ковтонюк компетентності майбутнього вчителя математики класифікує так: загальні (ключові) компетентності – соціально-особистісні, інструментальні, загально-наукові, професійні

компетентності: спеціальні, методичні, психолого-педагогічні.

С. Раков описує будову системи компетентностей освіти, до якої відносить:

- *ключові компетентності;*
- *загально-галузеві компетентності;*
- *предметні компетентності.*

Вчений виділяє предметно-галузеві математичні компетентності, куди відносить процедурну та логічну компетентності [388].

Дослідниця О. Шапар окреслює ієрархічну структуру компетентностей, до якої належать: *ключові* (міжпредметні та надпредметні компетентності) – здатність здійснювати поліпредметні види діяльності; *загальногалузеві* компетентності (формування здійснюється під час засвоєння змісту тієї чи іншої освітньої галузі); *предметні* компетентності (формуються при виконанні завдань конкретного предмета, входять до загальногалузевих компетентностей) [492, с. 321].

В освітньо-професійній програмі спеціальності «Радіотехніка» ВНТУ до програмних компетентностей віднесено інтегральну компетентність (ІК), загальні компетентності (ЗК), спеціальні (фахові) компетентності (СК). Аналогічно інтегральна компетентність (ІК), загальні компетентності (ЗК), фахові компетентності спеціальності (ФК) подані в освітньо-професійній програмі «Телекомунікації та радіотехніка» Житомирського державного технологічного університету.

Моніторинг освітньо-професійних програм (ОПП) різних технічних ЗВО дав змогу зробити висновок, що для МБГЕТК виділено практично ідентичні компетентності, якими повинен опанувати випускник.

У сучасних додатках до дипломів бакалаврів і магістрів виділено блоки компетентностей, які, як передбачається, будуть сформовані у випускника технічного ЗВО. Критерієм, що характеризує ступінь сформованості компетентності, до деякої міри є успішність студентів. Наприклад, у додатках до дипломів студентів ФІЕС вказано такі складники



компетентностей: базові знання фундаментальних наук в обсязі, необхідному для освоєння загально-професійних дисциплін; базові уявлення про будову, принцип дії та основні характеристики радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій (спеціальність 171), фундаментальні знання в галузі радіозв'язку, радіомовлення та телебачення і володіння математичним апаратом теорії телекомунікаційних систем (спеціальність 172). До *загальних компетентностей (ЗК)*, що прописуються у додатках до дипломів, належать: 1. Здатність адаптуватися та працювати у нових ситуаціях. 2. Здатність здійснювати пошук та аналізувати інформацію з різних джерел, продукувати нові ідеї, проявляти творчий підхід. 3. Здатність до абстрактного та системного мислення, здатність до аналізу та синтезу. 4. Знання та розуміння предметної області, розуміння фаху, а також здатність до практичного застосування знань. 5. Здатність розв'язувати поставлені інженерні, технічні та технологічні задачі, приймати відповідні обґрунтовані рішення. 6. Здатність ставити та розв'язувати наукові задачі, мати навички проведення наукових досліджень. 7. Здатність розроблення та управління проектами високого рівня в предметній області. Здатність формувати творчі групи, мотивувати людей до досягнення спільних цілей. 8. Здатність здійснювати планування, аналіз, контроль та оцінювання власної роботи та роботи інших осіб, оцінювати та підтримувати якість виконаної роботи.

До *фахових компетентностей спеціальності (ФК)* прописують: 1. Базові знання про фізичні процеси і явища, на яких ґрунтується функціонування, будова, принцип дії та основні характеристики радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій. 2. Базові знання про сучасні комп'ютерні технології, інструменти та програмне забезпечення інженерних і наукових розрахунків, оброблення даних, графіки. 3. Базові знання про основи аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки, програмно-апаратних засобів. 4. Базові знання про методи аналізу та синтезу пристроїв і засобів телекомунікацій та радіотехніки. 5. Базові знання про засоби вимірювання та контролю характеристик і параметрів

радіотехнічних та телекомунікаційних компонентів, пристроїв, систем та мереж, їх налагодження та діагностики. 6. Базові знання про сучасні радіотехнічні й телекомунікаційні системи та мережі, їх складові. 7. Базові знання про методи моделювання, оптимізації, проектування радіотехнічних і телекомунікаційних систем та мереж, засади системотехнічного та надійнісного проектування, забезпечення інформаційної безпеки великих систем.

С. Раков запропонував виділити компоненти, які утворюють *предметно-галузеві математичні* компетентності: *процедурна, логічна, технологічна, дослідницька* [388]. Дослідник підкреслює, що результатом перебування майбутнього фахівця в освітньому процесі постає сукупність, набір сформованих компетентностей у останнього.

У проаналізованих нами освітньо-професійних програмах підготовки бакалаврів технічних спеціальностей технічних ЗВО, зокрема галузі 17 «Електроніка та телекомунікації» математичні компетентності не виділено окремо (в «чистому» вигляді), їх віднесено до групи загальнонаукових компетентностей, якими повинен опанувати майбутній фахівець інженерної галузі. Математичні компетентності МБГЕТК є складовою системи загальнопрофесійних компетентностей, яких він набуває у процесі навчання у технічному ЗВО.

Фундаменталізація математичної підготовки майбутнього інженера передбачає формування як математичних, так і професійних компетентностей.

Цитуючи О. Цільмак [485], дослідники Р. Горбатюк, В. Кабак [91] наводять таке визначення професійної компетентності «професійна компетентність — це здатність особистості високоефективно застосовувати сукупність набутих знань, умінь та навичок у практичній професійній діяльності.

У своїх дослідженнях науковці перераховують складові математичної компетентності. Так, Б. Альпер (Alpers В. А.) виділяє такі компоненти математичної компетентності:

- *математичне мислення* (включає розуміння математичних міркувань, знання про типи математичних запитань та відповідей на них, які зможе чи не зможе забезпечити математична наука);
  - розпізнавання математичних концепцій і розуміння їх обсягу і обмеження, а також здатності до розширення сфери застосування),
  - *математичне міркування* (включає вміння вибирати логічні аргументи, знання та навички, вибирати між видами математичної статистики, конструювати ланцюги логічних аргументів, а отже, застосовувати евристичні обґрунтування у власних доказах),
  - *постановка і розв'язання математичних проблем* (ідентифікувати і виділяти математичні проблеми і з іншого боку – їх вирішувати, добирати слушні алгоритми їх розв'язання),
  - *математичне моделювання* (складається з двох складників: вміння проводити аналіз і оперувати знаннями з моделювання), застосування математичних об'єктів (здатність до розуміння і застосування математичних зображень, розуміння зв'язків між ними, переваг і обмежень),
  - *обробка математичних символів* (включає розуміння символів та формул математичної мови, їх зв'язок зі звичайною мовою, також включає правила формування математичної системи і здатність застосовувати і маніпулювати символами статистики і виразами згідно правил);
  - *математична комунікація* (здатність до розуміння математичних висловлювань);
  - *створення допоміжних засобів та інструментів* (включає знання про допоміжні засоби та інструменти, а також їх можливості і обмеження)
- [513]. В. Ключко пропонує набір компонент математичної компетентності: «здатність до опанування новими математичними знаннями за допомогою сучасних освітніх та інформаційних технологій; володіння методами аналізу

і синтезу вивчення явищ та процесів; здатність застосовувати на практиці отримані теоретичні знання, включаючи можливість побудови математичних моделей професійних задач, здатність застосовувати аналітичні та числові методи вирішення завдань за допомогою СКМ; мати математичне мислення, математичну культуру в рамках професійної та людської культури; володіти власними способами доведення тверджень і теорем як основного компоненту когнітивної й комунікативної функцій; володіти мовами деяких СКМ і вміти застосовувати їх до вирішення математичних завдань» [184].

С. Раков визначає математичну компетентність як «вміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики» [388, с. 37]. Цієї ж думки дотримується М. Ковальчук, яка підкреслює, що ознакою сформованої математичної компетентності як складової професійної компетентності є уміння студента бачити та застосовувати математику у повсякденному житті [203].

Проаналізувавши запропонований дослідниками перелік складників математичної компетентності, підкреслимо, що математична компетентність для технічного фахівця повинна проєктуватися у можливість застосовувати математичні знання, вміння, здібності, стиль мислення у професійній діяльності інженера, допомагати розв'язувати професійні завдання.

Проведемо дослідження змісту компетентностей, що описані в ОПП для МБГЕТК для двох ЗВО: ВНТУ та ЖДТУ (табл. 2.5).

На основі освітньо-професійних програм для спеціальностей галузі 17. Електроніка та телекомунікації [344] розроблена робоча програма навчальної дисципліни (РПНД) «Вища математика» (Додаток Ж).

## Зміст компетентностей у ВНТУ та ЖДТУ

Вид компетентності	ВНТУ, ЖДТУ
Інтегральна компетентність	Вміння розв'язувати складні нестандартні завдання підвищеного рівня складності, які належать до проблематики галузі електроніки та телекомунікацій, що обумовлює проведення досліджень у тому числі із застосуванням методів і принципів цифрової обробки сигналів
Загальнонаукові компетентності	<p>Особистісна компетентність (здатність вчитися, здатність до критики і самокритики, турбота про якість виконуваної роботи, креативність, здатність до системного мислення).</p> <p>Здатність до ефективної комунікаційної взаємодії (вміння створювати безконфліктні стосунки в колективі)</p> <p>Наявність необхідних базових знань фундаментальних розділів математики та фізики для оволодіння математичним апаратом теорії інформації та теорії радіотехніки, розуміння процесів під час передавання інформації.</p> <p>Навички роботи з комп'ютером.</p>
Спеціальні (фахові, предметні)	<p>Здатність до аналізу та синтезу електричних кіл і радіосигналів в радіотехнічних та телекомунікаційних системах.</p> <p>Сучасні уявлення про інформацію, способи її обробки, розділення, розподілу, захист під час передавання в радіотехнічних системах та телекомунікаційних мережах.</p>

Аналіз передбачених для формування в освітньому процесі загально-професійних та спеціалізовано професійних компетентностей, що сформульовані у освітньо-професійних програмах, дозволяє зробити висновок про те, що під час фундаментальної математичної підготовки у студентів формуються не лише математичні компетентності, а й вміння та навички, що є ширшими і охоплюють певну частину вмінь та навичок, передбачених у загальнопрофесійних та спеціалізовано професійних компетентностях. Так, серед спеціальних фахових компетентностей

зустрічаємо «здатність застосовувати знання для розв'язування спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності», що ґрунтується досить часто на розв'язанні математичних моделей. Варто також додати, що у процесі фундаментальної математичної підготовки студенти набувають умінь побудови алгоритмів розв'язування математичних та прикладних задач, в основному професійно-орієнтованих.

Виходячи із окреслених позицій, *математичну компетентність* означимо як знання, вміння і навички, що набуті студентами у процесі вивчення циклу математичних дисциплін, вміння застосовувати ці знання, оперувати математичним апаратом. Які саме знання, вміння та навички мають входити до математичних компетентностей для кожної спеціальності описано у навчальних програмах дисциплін.

Формування майбутнього фахівця технічних спеціальностей як інженера ґрунтується на набутті ним математичних знань та формуванні математичних навичок та здібностей, тобто на математичних компетенціях – складників математичної компетентності. Тому ключовим завданням, що стоїть перед керівниками освітнього процесу у ЗВО є виділення основних компетенцій, опанування якими призведе до формування нових компетентностей у майбутнього фахівця та вплине на його загальну професійну підготовку. Ідеться про фундаментальні вміння та знання, які стануть основою для набуття нових знань та вмінь. Адже, як зазначає О. Шапран [492], в середньому кожні 5 років відбувається оновлення знань, а у США навіть запроваджено поняття *одиниці старіння* знань фахівців яка визначає часовий проміжок, коли компетентність знижується на 50% після закінчення студентом ЗВО. Таким чином, *вдале* виділення необхідних базових компетенцій – фундаментальних математичних знань та вмінь обумовлює подальше формування нових компетентностей.

І. Огороднійчук [337] досліджує формування професійної компетентності майбутніх інженерів і наводить перелік вимог до професійного навчання майбутніх технічних фахівців. Серед основних ми

виділимо: «знання взаємовідносин і зв'язків з іншими галузями виробництва, розвиток здібності до поглибленого вивчення, систематизації, узагальнення одержуваних знань, орієнтація в сучасній системі інформаційних технологій» [337, с. 197].

Крім того, автор наводить трактування професійної компетентності, до основних складників якого віднесено «професійні знання у сфері виробництва, практичні вміння і навички вирішення виробничих завдань, особистісні якості, що дозволяють на високому рівні виконувати професійну діяльність [337, с. 197].

У РПНД виділено основні поняття, які студентам необхідно засвоїти після вивчення дисципліни, а також основні вміння, яких студенти набудуть (Додаток Ж).

Підсумовуючи аналіз джерел, у яких авторами наведено різні підходи до окреслення математичної компетентності та її складових, і систематизувавши їх за змістом та функціональними ознаками, виділимо складові математичної компетентності:

- *вміння систематизації і узагальнення інформації,*
- *вміння виділяти головне із загального;*
- *вміння до проєктно-конструкторської діяльності;*
- *вміння до дослідницької діяльності;*
- *вміння до самоорганізації (планування, аналіз, контроль та оцінювання власної роботи;*
- *сформованість алгоритмічного мислення;*
- *здатність до соціальної адаптації.*

Під загальнопрофесійними інженерними компетентностями розуміємо сукупність компетентностей, які утворюють узагальнений інтегративний результат набутих знань і вмінь підготовки майбутнього фахівця технічного напрямку, компетентнісного фахівця. По суті, це набір загальних і фахових компетенцій, що прописують у додатку до диплома бакалавра. Зокрема, «Базові уявлення про сучасні радіотехнічні й

телекомунікаційні системи та мережі, їх складові», «Здатність розв'язувати поставлені інженерні, технічні та технологічні задачі, приймати відповідні обгрунтовані рішення», «Здатність ставити та розв'язувати наукові задачі, мати навички проведення наукових досліджень», «Спроможність розроблення та управління проєктами високого рівня в предметній галузі» тощо.

У процесі фундаментальної математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей відбувається формування складових математичної компетентності, які охоплюють складові загальнопрофесійних та спеціалізовано-професійних компетентностей. У контексті цієї ідеї виділяємо професійно спрямовану математичну компетентність, сформованість якої обумовлюватиме професійний рівень майбутнього інженера.

У роботі Т. Ярхо окреслено поняття професійно-математичної компетентності. Дослідниця термін «професійно-математична компетентність» розуміє як «готовність до застосування набутого потенціалу в ефективному здійсненні професійної діяльності» [506, с. 198].

Л. Вороновська підкреслює, що «математична компетентність майбутнього інженера є важливою складовою частиною його професійної компетентності» [71, с. 262]. Дослідниця зазначає, що зміст математичних дисциплін повинен мати професійну спрямованість.

Поняття «професійно-математична компетенція» зустрічається у дослідженні Т. Ярхо, Т. Ємельянової [503], яке є синонімічним до того, що пропонуване у роботі [506].

У своєму дослідженні О. Токарчук [463] на основі аналізу та узагальнень напрацювань науковців щодо формування математичної компетентності, стверджує про формування професійної математичної компетентності [463, с. 21].

На основі аналізу робіт науковців щодо класифікації складників професійних компетентностей виділимо сукупність основних, до них віднесено: вміння студента аналізувати наукову літературу, на основі чого



робити вибір підходу розв'язання, аналізувати отримані результати та робити відповідні висновки.

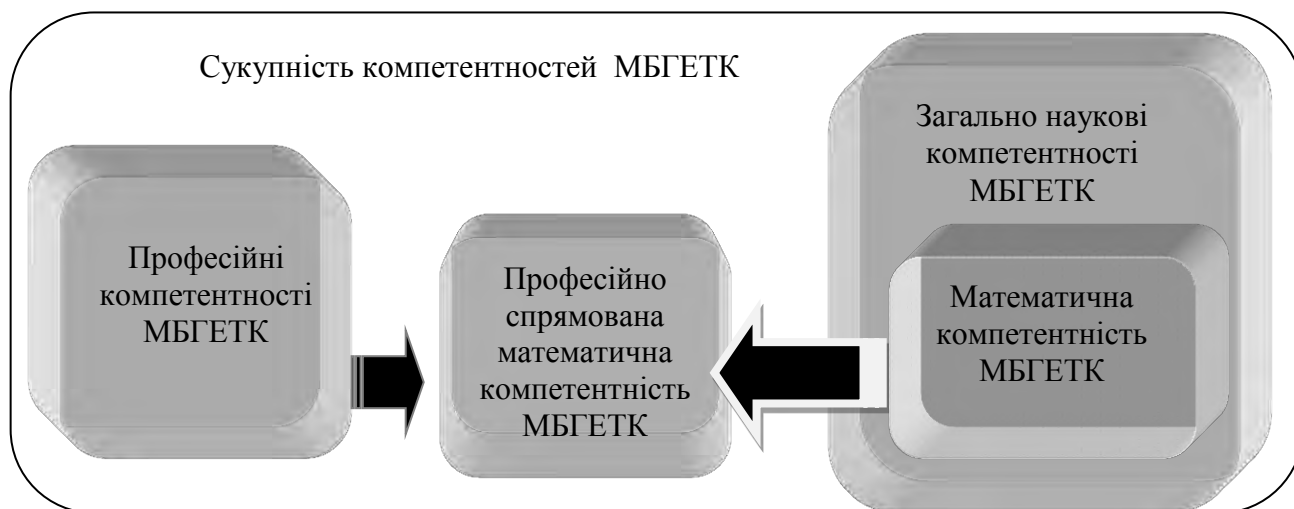
Фундаменталізація *математичної підготовки* майбутніх технічних фахівців передбачає декілька функціональних ознак (про що йшлося у розділі 1):

- виділення фундаментальних тем, розділів дисципліни – елементів знань з метою надання цим знанням першочергового значення;
- структурування змісту математичної підготовки згідно з вимогами спецдисциплін;
- включення в процес навчання допоміжних пакетів СКМ з метою розширення можливостей прикладного застосування математичного апарату до розв'язання прикладних задач професійного спрямування.

Результатом процесу фундаменталізації математичної підготовки (згідно функціональних ознак) є формування складників фахових компетентностей, що охоплюють ширше коло знань та вмінь, ніж ті, що притаманні математичній компетентності. Сукупність набутих студентом здатностей до використання математичного апарату, вмінь і навичок практичного застосування математичних знань до розв'язування прикладних задач фахового спрямування, разом із засвоєними базовими та аксіоматичними поняттями курсу вищої математики, глибоким розумінням та знанням основних способів та алгоритмів математичних дій, вміннями аналізувати, систематизувати та узагальнювати інформацію, що формуються внаслідок фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК окреслимо як *професійно спрямовану математичну компетентність*.

*Професійно спрямовану математичну компетентність* (ПСМК) майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» визначаємо як інтегральне утворення, що складається із ядра – математичної компетентності та включає сукупність елементів, що є складниками професійних компетентностей; рівень сформованості цієї компетенції обумовлює якісну загальнопрофесійну підготовку майбутніх фахівців.

Утворення професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК під час реалізації теоретико-методологічних засад педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК схематично зображено на рис. 2.7.



Рисунк 2.7 – Схема утворення професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК

Рівень сформованості професійно спрямованої математичної компетентності характеризує сформованість математичної компетентності і впливає на формування професійних компетентностей. Тому формування професійно спрямованої математичної компетентності доцільно здійснювати враховуючи напрям підготовки фахівців конкретної галузі, в нашому випадку мова йде про підготовку бакалаврів галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації». Вивчення та аналіз навчально-методичної літератури, дослідження навчальних планів, по яким передбачена підготовка фахівців технічних фахівців у ЗВО, зумовлює констатацію того, що студентам різних спеціальностей потрібна «різна професійна математика». Побудова фундаментального математичного «ядра» залежатиме як від нормативної частини ОПП (прописаних в ній знань та вмінь студентів з конкретної теми), так і спеціальних дисциплін та глибини їх вивчення для студентів кожної окремо взятої спеціальності.

Було побудовано матрицю ПСМК, складниками якої є математичні знання (МЗ), математичні уміння (МУ), спеціальні (фахові) компетентності (СК) (Додаток И). Перелік математичні знань та умінь узято із розробленої програми навчальної дисципліни «Вища математика» для студентів, що навчаються за спеціальностями галузі знань «Електроніка та телекомунікації» (Додаток Ж). Перелік спеціальних (фахових) компетентностей для МБГЕТК взято із ОПП «Радіотехніка», галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» розробленої у ВНТУ [344].

Аналіз досліджень науковців компетентнісного підходу, аналіз освітньо-професійних програм підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» дозволив сформувати компоненти ПСМК. До складу ПСМК віднесемо *мотиваційну, когнітивну, операційно-діяльнісну, конструкторсько-алгоритмічну компоненти*.

Постає доцільним підкреслити, що враховуючи, що до складу ПСМК належить не лише математична компетентність, а й елементи професійних компетентностей (тобто це нове інтегральне утворення несе більше смислове навантаження та змістове наповнення), то її формування та перевірка результату цього процесу буде охоплювати більшу кількість необхідних інструментів. Мова йтиме про поєднання традиційних та інноваційних інструментів: методів, форм та підходів, технічних засобів навчання. Відтак передбачається, що для формування професійно спрямованої математичної компетентності знадобиться більший часовий, технічний, людський ресурс. Але ці інвестиції будуть цілком виправдані отриманими результатами, оскільки сформованість на високому рівні ПСМК зумовить до певної міри професійну підготовку майбутніх фахівців.

Окреслимо зміст компонент професійно спрямованої математичної компетентності.

*Мотиваційна компонента ПСМК* зумовлює наявність мотивів до набуття знань, прищеплення інтересу до навчально-дослідницької діяльності,

бажання здобувати та самостійно поглиблювати знання, підвищувати рівень умінь виконувати математичні та професійні завдання.

*Когнітивна компонента ПСМК* відзначається наявністю інваріантних математичних знань, засвоєнням дефініцій основних понять і теорем, розумінням їхнього прикладного застосування, здатністю послуговуватися такими знаннями під час розв'язання професійних проблем.

*Конструкторсько-алгоритмічна компонента ПСМК* характеризується вмінням знаходити необхідну інформацію, виділяти головне із усього обсягу інформації, наявністю у студента умінь до систематизації, класифікації інформації, вмінням структурувати набуті знання. Конструкторсько-алгоритмічна компонента характеризує сформованість алгоритмічного та систематизованого мислення, здатність до конструювання та розв'язання математичних задач, розбиваючи їх на кроки, вміння будувати алгоритми розв'язування завдань, здатність визначити завдання, до яких можна застосовувати визначені алгоритми, здатність застосовувати відповідний алгоритм, здатність до проектно-конструкторської діяльності. Сформованість конструкторсько-алгоритмічної складової у МБГЕТК сприяє якісному виконанню професійних обов'язків, що обумовлюється набутими способами дій розв'язування завдань, побудовою алгоритмів, встановлення відповідностей.

*Операційно-діяльнісна компонента ПСМК* визначається сукупністю набутих умінь виконувати математичні завдання, застосовувати математичні знання для розв'язування прикладних задач, будувати математичні моделі прикладних професійно-орієнтованих завдань.

Отже, професійно спрямована математична компетентність, що формується в результаті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, є критерієм якості професійної підготовки майбутнього технічного фахівця. Ми побудували модель ідеально сформованої ПСМК в умовах, які будемо вважати *ідеальними*: високий рівень шкільних математичних знань, відсутність зовнішніх негативних факторів впливу на формування компонент

ПСМК. Модель професійно спрямованої математичної компетентності сформованої в ідеальних умовах зображено схематично на рис 2.8.

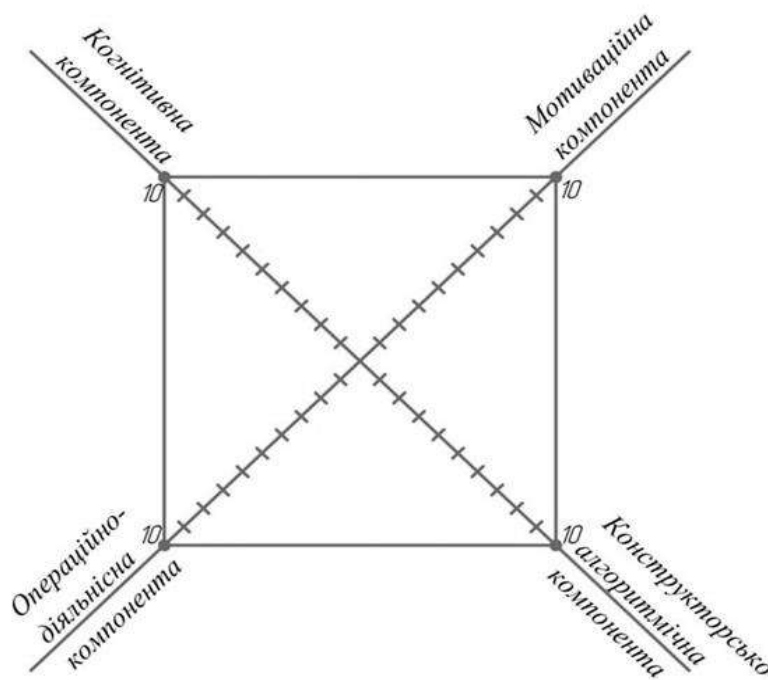


Рисунок 2.8 – Модель професійно спрямованої математичної компетентності сформованої в ідеальних умовах

Ідеально сформованою будемо вважати ПСМК, якщо кожна її компонента сформована по максимуму. Якщо за умовний максимум взяти 10 балів кожної складової, то як показано на рис. 2.9, модель ідеальної ПСМК набуде вигляду квадрата із діагоналлю 20 одиничних відрізків. Передбачається, що впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у освітній процес наближуватиме модель ПСМК МБГЕТК до ідеальної моделі.

Побудова та реалізація педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», як було зазначено, забезпечує формування професійно спрямованої математичної компетентності у майбутніх фахівців.

Перевірка сформованості компетентностей, їх складників у роботах науковців С. Дембіцької [108], М. Ковальчук [204], І. Хом'юк [484] проводиться за допомогою визначених критеріїв. Дослідники визначають

критерій як *ознаку*, яка описує аспекти явища та його суть [471, с. 12], ознаку, що дає можливість встановити відповідність якості педагогічної діяльності цілям, стандартам, нормам [135, с. 435] У тлумачному словнику визначено, що *критерій* це – мірило істинності та підстава для висновків [432]. Отже, критеріями сформованості компонент ПСМК будемо вважати сукупність окреслених ознак, на підставі яких здійснюємо висновок про віднесення компоненти до певного рівня сформованості.

На основі аналізу перерахованих вище наукових робіт дослідників констатуємо, що перевірка сформованості компонент ПСМК здійснюється за такими критеріями: *мотиваційно-ціннісним* (сформована мотивація отримання математичних знань, стійкий інтерес до пізнання математичної та наукової інформації), *теоретико-логічним* (розуміння математичних символів, визначень понять, здібності до їх застосування, відсутність помилок у відповідях на запитання теоретичного характеру), *абстрактно-конструкторським* (вміння побудови схематичного розв'язку задачі, побудови алгоритму виконання дій, вміння до систематизації та класифікації навчального матеріалу, встановлення відповідностей), *процесуальним* (виконання завдання без помилок, здатність безпомилково добирати метод розв'язування завдання). Ми виділяємо високий, достатній, середній та низький рівні сформованості ПСМК у МБГЕТК.

Шкалу оцінок кожної компоненти ПСМК (мотиваційну, когнітивну, конструкторсько-алгоритмічну, операційно-діяльнісну) розбиваємо на інтервали, кожному із яких ставимо у відповідність рівні: *високий, достатній, середній, низький*. Оцінюємо сформованість кожної компоненти ПСМК певною кількістю балів за результатами тестування та співставляючи отримані дані із відповідним числовим інтервалом, робимо висновок про сформованість компоненти на одному із вказаних рівнів. Таким чином встановлюємо рівні сформованості кожної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК. Рівень сформованості професійно спрямованої математичної компетентності визначається як

інтегральне значення показників рівнів сформованості її компонент: мотиваційної, когнітивної, операційно-діяльній, конструкторсько-алгоритмічної. Узагальнення показників, критеріїв та рівнів для визначення сформованості компонент ПСМК наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

**Критерії, показники та рівні сформованості компонент професійно-спрямованої математичної компетентності МБГЕТК**

Компонента професійно-спрямованої математичної компетентності	Показники та рівні сформованості компонент ПСМК			
	високий	достатній	середній	низький
<i>Мотиваційна компонента ПСМК</i>	<i>Мотиваційно-ціннісний критерій</i>			
	Студент спрямований на самостійне здобуття знань, пошук інформації, обсяги робіт, запланованих навчальною програмою виконує в повному обсязі	Студент знаходить необхідну наукову інформацію, вчасно виконує обсяги робіт, що заплановані навчальною програмою, намагається самостійно знаходити розв'язки завдань, іноді звертається за допомогою до викладача	Студент іноді намагається самостійно здобувати наукову інформацію, працює переважно під тиском та зовнішнім контролем, не вчасно виконує завдання	У студента практично немає бажання здобувати знання, постійно запізнюється із розв'язками, навчається виключно завдяки зовнішньому впливу адміністрації.

## Продовження таблиці 2.6

<i>Теоретико-логічний критерій</i>				
<i>Когнітивна компонента ПСМК</i>	Студент виявляє глибокі знання математичних символів, визначення понять, проявляє вміння їх застосовання самостійно без допомоги викладача. Дуже рідко можуть траплятися неточності при встановленні методів розв'язування завдань.	Студент орієнтується у теоретичному матеріалі, розуміє математичну мову, хоча допускає поодинокі помилки і неточності при розв'язуванні завдань. Студент допускає незначні помилки у визначенні понять.	Студент знає частину визначень понять, плутається у термінології; підказки викладача допомагають зорієнтуватися у теоретичному матеріалі, при розв'язуванні завдань робить помилки у встановленні способів їх розв'язування.	Студент практично не знає математичних символів, понять, деякі математичні поняття йому відомі зі шкільного курсу математики, плутає визначення.
<i>Абстрактно-конструкторський критерій</i>				
<i>Конструкторська ко-алгоритмічна компонента ПСМК</i>	Студент з легкістю буде схематичний розв'язок задачі, чітко систематизує і класифікує поняття, що зустрічаються	Студент вміє записати (сконструювати) алгоритм розв'язку поставленого завдання, вміє систематизувати і класифікувати матеріал	Присутні навички побудови розв'язку поставленого завдання, ці дії студент виконує переважно з допомогою викладача або інших студентів	Студент практично не орієнтується у способах розв'язування завдань, розв'язує завдання з помилками
<i>Процесуальний критерій</i>				
<i>Операційно-діяльнісна компонента ПСМК</i>	Студент виконує усі завдання без помилок, знає які саме методи застосувати для розв'язування завдань	Студент добре орієнтується у способах розв'язування завдань, але допускає незначні помилки в обчисленнях	Студент орієнтується у способах розв'язування завдань, але в обчисленнях часто зустрічаються помилки	Студент практично не орієнтується у способах розв'язування завдань, розв'язує завдання з помилками.

(сформовано автором)

Сформованість компонент ПСМК дає інтегральну оцінку сформованості професійно спрямованої математичної компетентності.



Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК обґрунтована концептами, що окреслені у загальній концепції дослідження.

#### **2.4. Побудова концептуальної моделі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Концепція нової освітньої парадигми трактує фундаментальність як категорію якості освіти та освіченості особистості. Завдання фундаментальної освіти забезпечити оптимальні умови для виховання у майбутніх фахівців технічного напрямку наукового стилю мислення, що допоможе вирішувати йому поставлені професійні завдання та зможе займатися самоосвітою впродовж усього життя.

Концепція фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК базується на провідних ідеях закону України про вищу професійну освіту, у тому числі обґрунтована Національною стратегією розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки [327], і містить *теоретичний, методологічний, технологічний концепти*.

*Теоретичний концепт* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК охоплює визначення провідних понять дослідження, як-от: понять що належать теорії фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, обґрунтування концептуальної та структурно-функціональної моделей педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, обґрунтування формування математичної та професійно спрямованої математичної компетентностей, складовників професійно спрямованої математичної компетентності (мотиваційної, когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльнісної).

Основою *теоретичного концепту* є термінологічна база дослідження, розриття трактування дефініцій, що слугують базисом для визначення та формулювання теоретичних положень математичної та професійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Реалізація розроблених теоретичних основ фундаменталізації математичної підготовки

МБГЕТК зумовлює забезпечення належного рівня професійної підготовки. Це обумовлено тим, що фундаменталізація математичної підготовки є основою професійної спрямованості математичних та спеціальних дисциплін, їхньої інтеграції в єдиний комплекс професійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

*Методологічний концепт* фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК спроєктований на дослідження фундаментальних положень філософії, соціології, психології, теорії наукового пізнання, його основою стали дослідження теорії систем, педагогіки. Методологічний концепт базується на врахуванні соціально-економічних, культурно-історичних закономірностей розвитку соціума; ґрунтується на парадигмах навчання, розвитку, виховання; фундаментальних наукових підходах, які були застосовані та відображені у процесі дослідження. Вибір методологічних основ фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК полягає у процесі виокремлення загальнонаукових – *системний, синергетичний та* конкретно наукових підходів – *знаннєво-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтований; професійно-орієнтований, навчально-дослідницький, фрактальний.*

*Технологічний концепт* передбачає розробку, впровадження та апробацію теоретико-методологічних засад педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК: розробка та впровадження в освітній процес педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК (форм, методів, засобів), експериментальна перевірка ефективності впровадження педагогічних умов. Технологічний концепт передбачає розробку та апробацію навчально-методичного супроводу системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК (розробка та впровадження у освітній процес навчально-методичних посібників, практикумів, навчальних робочих програм дисципліни, розробку відео-занять), діагностичного апарату дієвості розробленої авторської педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Структурно-змістову схему поєднання складових концепції фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК показано на рис. 2.9.

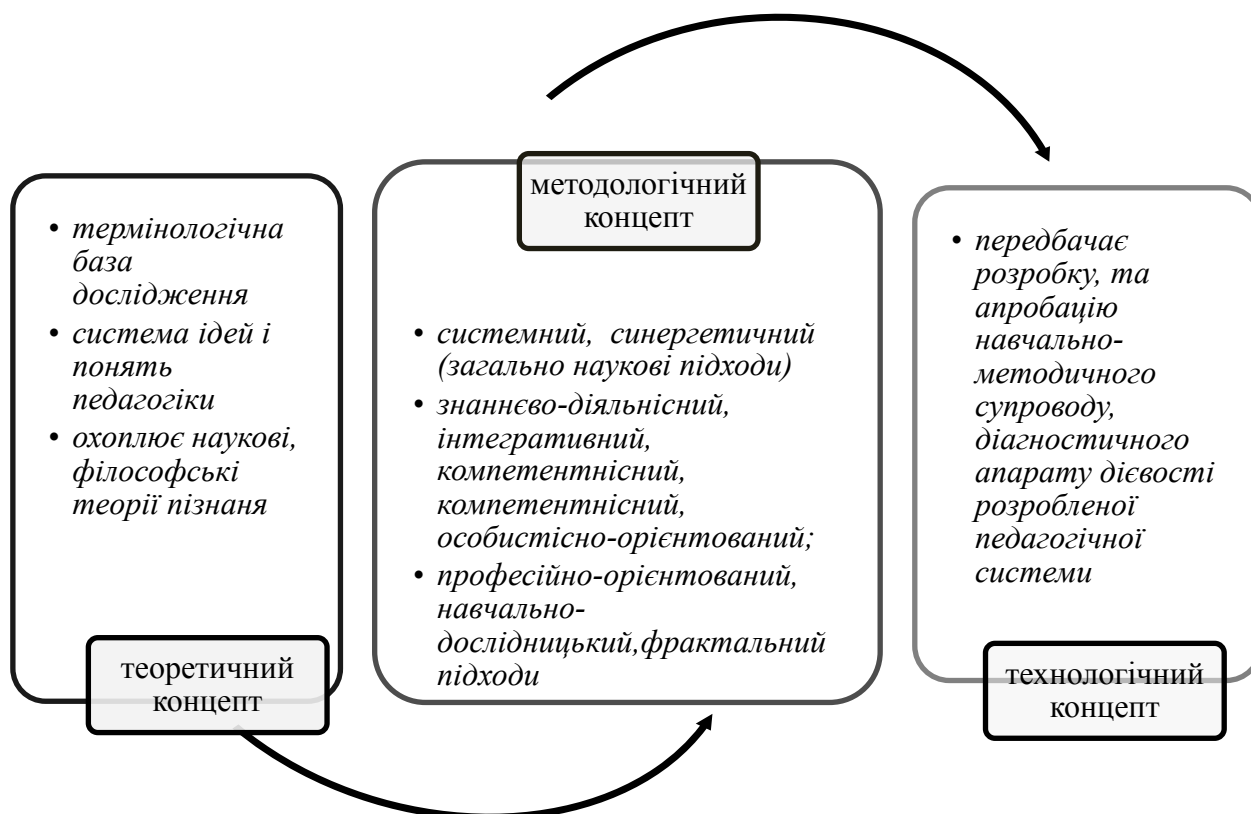


Рисунок 2.9 – Структурно-змістова схема концепції фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»

Концепція фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК визначається вимогами, що ставляться до їх професійної діяльності, обумовлюється високим рівнем вимог до сформованих компетентностей майбутніх фахівців галузі електроніки та телекомунікацій. В основу розробки концепції покладено ідею про те, що фундаменталізація освіти несе суттєву функцію покращення наукової складової освітнього процесу у ЗВО, в основі якої лежить виділення у змісті освіти світоглядних, філософських і математичних інваріантних основ наукових знань, формалізації теорій предметної галузі.

Концептуальні положення обумовлюють загальну гіпотезу дослідження, яка полягає у тому, що рівень сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК підвищиться

за умови обґрунтування, розроблення та упровадження теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки з дотриманням загально-дидактичних (науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики) та специфічних (фундаментальності, професійної спрямованості, структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності) наукових принципів; реалізації педагогічних умов. Загальна гіпотеза дослідження конкретизована у часткових гіпотезах, суть яких полягає в тому, що фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК буде успішною за умов: розробки та реалізації структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК; розробки та впровадження у процес математичної підготовки комплексного навчально-методичного супроводу фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, виокремлення та реалізацію педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Концепцію фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК доцільно відобразити у вигляді графічної моделі. Побудові моделі концепції фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передують розкриття сутності поняття «модель» – діалектичному поняттю сучасної педагогіки.

Питанням моделюванню у педагогічному процесі присвячено низка праць науковців В. Арнольда, С. Гончаренка, В. Краєвського, В. Полонського, Р. Шеннона, В. Штоффа, Н. Волкова, К. Гнезділової, С. Касярума, Г. Матушинського, О. Пехоти та багатьох інших дослідників, що має неоднозначне тлумачення у роботах науковців. Часто дослідники, ведучи мову про модель певного процесу, не акцентують увагу на описі поняття «модель», а застосовують цей термін інтуїтивно. Проте з метою конкретизації цієї дефініції та з метою описати основні її характеристики розглянемо підходи до тлумачення цього поняття. Багато вчених дослідників надавали поняттю «модель» значень «структура», «схема», «подоба».

На думку С. Гончаренка, «...жодна модель, навіть дуже складна, не може дати повного уявлення про об'єкт вивчення і точно передбачити його розвиток або описати його траєкторію руху у якомусь власному просторі. Тому їй доводиться науковцям при конструюванні моделей балансувати на межі їх повноти і валідності» [83, с. 120]. А це означає, що побудова моделі обраного об'єкта призводить до нехтування деякими елементами цього об'єкта, таким чином, модель ніби відображає окреслення предмету з певного ракурсу.

Ю. Шапран підкреслює, що «модель виконує декілька функцій: вона чітко визначає компоненти, які становлять систему; схематично та реально відображає зв'язки між компонентами, до того ж зв'язки всередині модельованого об'єкта можна порівняти зі зв'язками всередині моделі; є інструментом для порівняльного вивчення різних ознак явища, процесу» [493, с. 39].

Отже, коли мова йде про процес, то передбачається, що запропонована модель дозволить зрозуміти зв'язки між елементами процесу чи явища, який описано у моделі. У своєму дослідженні О. Столяренко, О. Столяренко підкреслюють, що «Модель – це будь-який: уявний, знаковий чи матеріальний образ оригіналу (відображення об'єктів і явищ у вигляді описання, теорій, схем, графіків)» [442, с. 9]. Модель уособлює в собі абстрагування та узагальнення результату практичного досвіду. Погоджуємося із думкою Ю. Шапран [493] про те, що моделювання є вигідне тим, що оперування з моделями створює підґрунтя для нової інформації про об'єкти та дає можливість побачити взаємозв'язки та закономірності, які не можна прослідкувати іншими способами. Саме тому побудова концептуальних, функціональних та інших моделей педагогічного процесу є передумовою, що дозволяє дослідникам сприйняти основні ключові елементи усієї запропонованої концепції.

*Підсумовуючи думки вчених, констатуємо, що модель має два значення: по-перше, вона є схематичним аналогом простішого явища чи*

процесу, і по-друге модель дозволяє певною мірою описати явище, спростивши деякі його елементи. Тому не можна описуваний за допомогою моделі процес чи явище повністю ототожнювати з його моделлю, адже модель буде передавати дещо спрощену інформацію. Водночас модель, що описує явище, процес дозволяє досліднику пізнати зміст цього явища, процесу, зрозуміти його основні характеристики.

Моделювання, як метод дослідження, на думку вчених [442] дозволяє прогнозувати розвиток педагогічного процесу.

Узагальнивши напрацювання науковців щодо визначення поняття «модель» наведемо функціональні ознаки цього феномену:

- модель та моделювання дозволяє здійснити порівняння досліджуваного явища (процеса) з іншими, явищами чи процесами, які є більш досліджені;
- проектування моделі дає можливість розглядати дійсність у сукупності, цілісності явищ;
- завдяки побудові моделі явища чи процесу є змога розробити і обґрунтувати теорію;
- побудова моделі розширює можливості розв'язування прикладних завдань.

Концептуальна модель фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК представлена на рис. 2.10.

Особливою складовою концептуальної моделі є блок структурування, до якого увійшли націленість на спеціальність, фундування інформаційного матеріалу, виділення ядра знань.

Із окреслених позицій структурування змісту математичної підготовки підготовки МБГЕТК відбувається за змістовими лініями дисципліни «Вища математика» та включає зазначені аспекти: націленість на спеціальність, фундування інформаційного матеріалу, виділення ядра знань. Розглянемо їх докладіше.

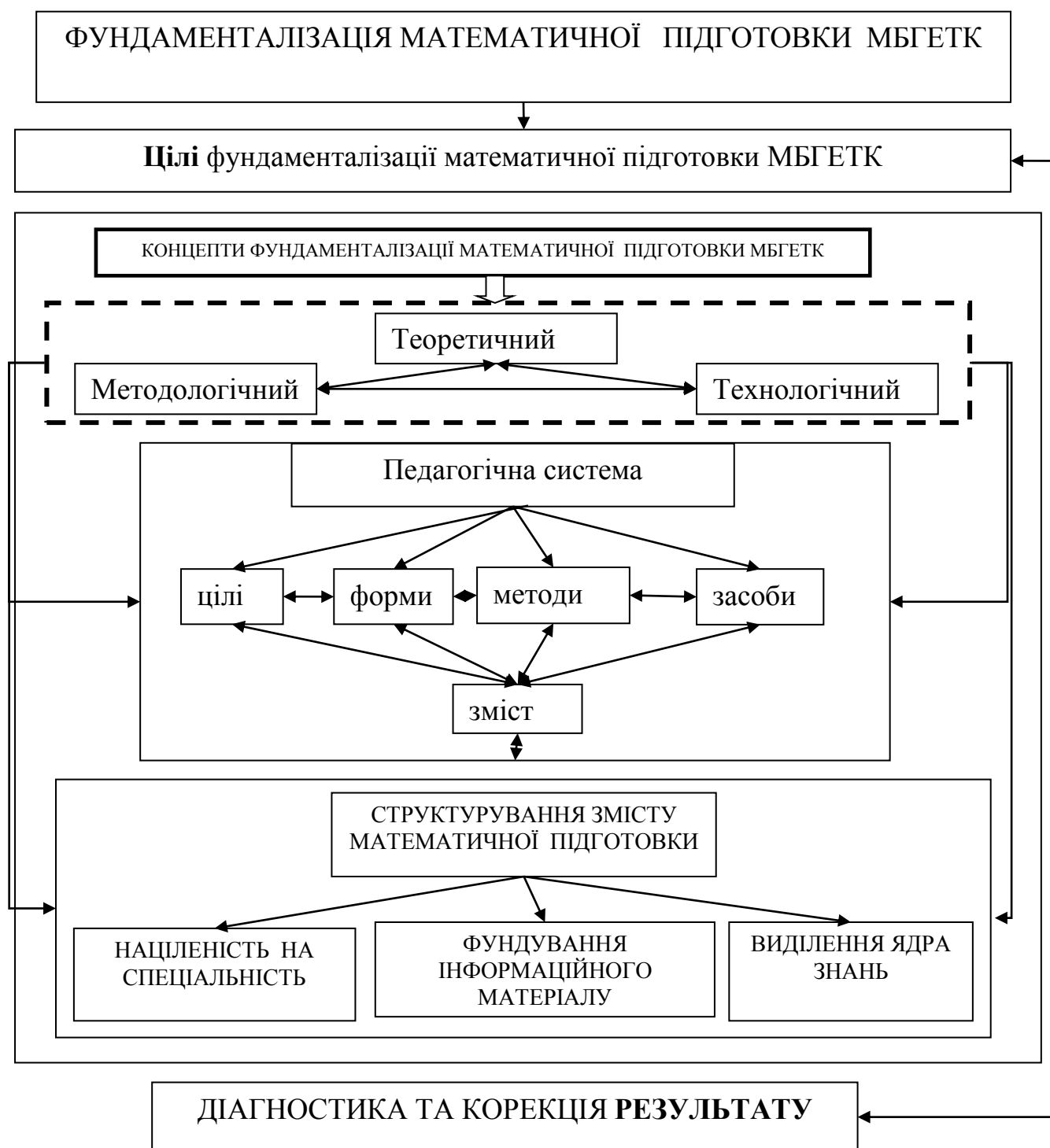


Рисунок 2.10 – Концептуальна модель фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК

Концептуальна модель фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК відображає взаємозв'язки теоретичного, методологічного, технологічного концептів та їх складників, відображає основні елементи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

*Фундування* (у смислі покладення початку існування знань) у процесі математичної підготовки МБГЕТК реалізується через:

- ✓ вивчення, засвоєння, повторення математичних понять із подальшим теоретичним узагальненням та практичним застосуванням;
- ✓ наскрізне вивчення понять, що відображається у можливості вивчення понять у загальній системі знань;
- ✓ максимальне наближення вивчення понять у контексті їхнього розвитку та практичного застосування.

*Фундування*, як закладення фундаменту знань у освітньому процесі, передбачає виділення фундаментальних (базових) понять, знань, вмінь студентів. Ці поняття включаються до *елементів знань*. Ідея «елемента знань» обґрунтована у роботах В. Клочка та базується на фрактальному підході педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Фундаменталізація математичної підготовки студентів технічних спеціальностей передбачає поділ навчального матеріалу на елементи знань. За визначенням В. Клочка під терміном «елемент знань» навчального матеріалу слід розуміти такі його складові, частини, на основі яких можна будувати решту навчального матеріалу та які можливо виділити у завданні для контролю [182, с. 138]. Поділ навчального матеріалу на «елементи знань» (блоки знань) має декілька переваг: 1) дозволяє студентам швидше запам'ятовувати, систематизувати та узагальнювати навчальний матеріал під час його вивчення, 2) дозволяє алгоритмізувати розв'язання певної задачі, 3) спрощує перевірку знань та вмінь студентів. У дослідженні В. Клочка продемонстровано поділ навчального матеріалу на елементи знань і вивчення його під час застосування нових інформаційних технологій навчання математики. У нашому дослідженні застосовуємо ідею «елементів знань» у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК з метою структурування навчального матеріалу.

Отже, у нашому дослідженні елементом знань окреслимо певну структурну одиницю інформації (блок інформації) яка охоплює поняття,



систему понять, розділ, тему, тощо. У якості елементів знань можуть бути окремі розділи, підрозділи, параграфи, теми, і навіть поняття. Все залежить від того на якому рівні ми окреслюємо і виділяємо ці структурні одиниці. Тобто елемент знання включає певну «кількість» наукової інформації, засвоєння якої можна визначити та оцінити.

Наведемо приклад (рис. 2.11).

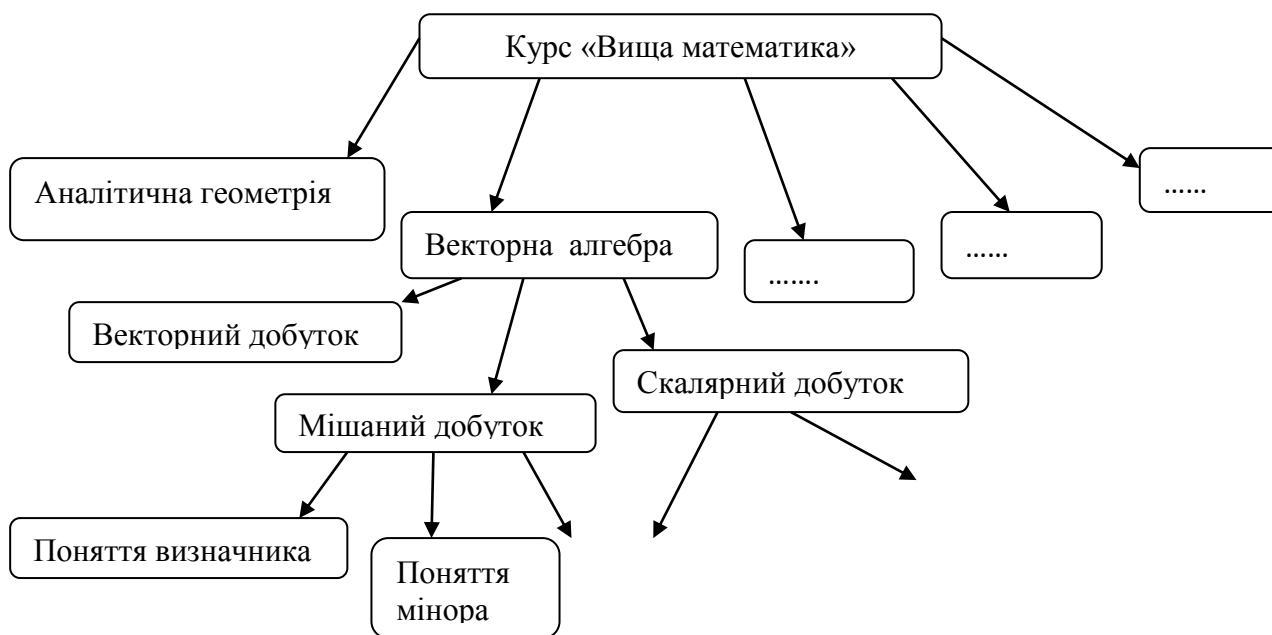


Рисунок 2.11 – Зображення поділу структури навчального курсу дисципліни «Вища математика» на елементи знань

Для вивчення курсу дисципліни «Вища математика» елементами знань є «Аналітична геометрія», «Векторна алгебра», «Лінійна алгебра», «Диференціальні рівняння», «Ряди» і т.д. Для розділу векторної алгебри елементами знань є векторний, мішаний, скалярний добуток, а для мішаного добутку елементами знань є поняття визначника, поняття матриці та мінору. Ідея елементів знань відповідає фрактальному підходу, що описаний у п. 2.1.

У своїх дослідженнях науковці М. Ковтонюк, С. Семеріков, С. Раков зазначають, що реалізація ідеї фондування в освітньому процесі обумовлює спіралеподібне вивчення понять, що нагадує «рух бумеранга». З цієї позиції фондування передбачає виділення інваріантних знань, фундаментальних понять, вивчення яких буде проходити «за спіраллю».

Перше знайомство студентів із фундаментальними математичними поняттями відбувається ще у школі, їх вивчення продовжується в університеті на заняттях з вищої математики та заняттях з дисциплін математичного циклу, в у подальшому знання закріплюються та поглиблюються на заняттях зі спеціальних дисциплін.

Вивчення фундаментальних понять у технічному закладі вищої освіти відбувається поетапно: шкільний курс математики → курс вищої математики → спеціальні (фахові дисципліни).

Під час формування понять у студентів виникає проблема – несинхронність вивчення курсів спецдисциплін та курсу вищої математики. Так, деякі поняття, що вивчаються у курсі циклу математичних дисциплін доцільно було б продовжувати вивчати у курсі спецдисциплін, проте між їх вивченням є часовий проміжок, і студенти зазвичай не вловлюють смислового зв'язку та не розуміють зв'язків між вивченням понять курсу вищої математики та їх застосуванням у курсі спецдисциплін. Неузгодженість у часі, що запланований на вивчення спецдисциплін та курсу вищої математики, проявляється й у випадках, коли математичні поняття студенти вперше зустрічають при вивченні спеціальних дисциплін, а не на заняттях з вищої математики. Тобто спецдисципліни наче випереджають вивчення теоретичних положень та формування навиків на заняттях з вищої математики. Цю проблему можна частково вирішити на рівні формування навчальних планів та за допомогою фундаменталізації освітнього процесу, яка має характер націленості на спеціальність.

#### *Націленість на спеціальність.*

На основі аналізу літератури, що запропонована студентам для вивчення, на основі власного досвіду викладання математичних дисциплін студентам галузі 17 «Електроніка та телекомунікації» у технічному університеті було сформовано схему зв'язків основних фундаментальних понять курсу вищої математики та спеціальних (фахових) дисциплін, де вони застосовуються. Це продемонстровано схемою (рис. 2.12).

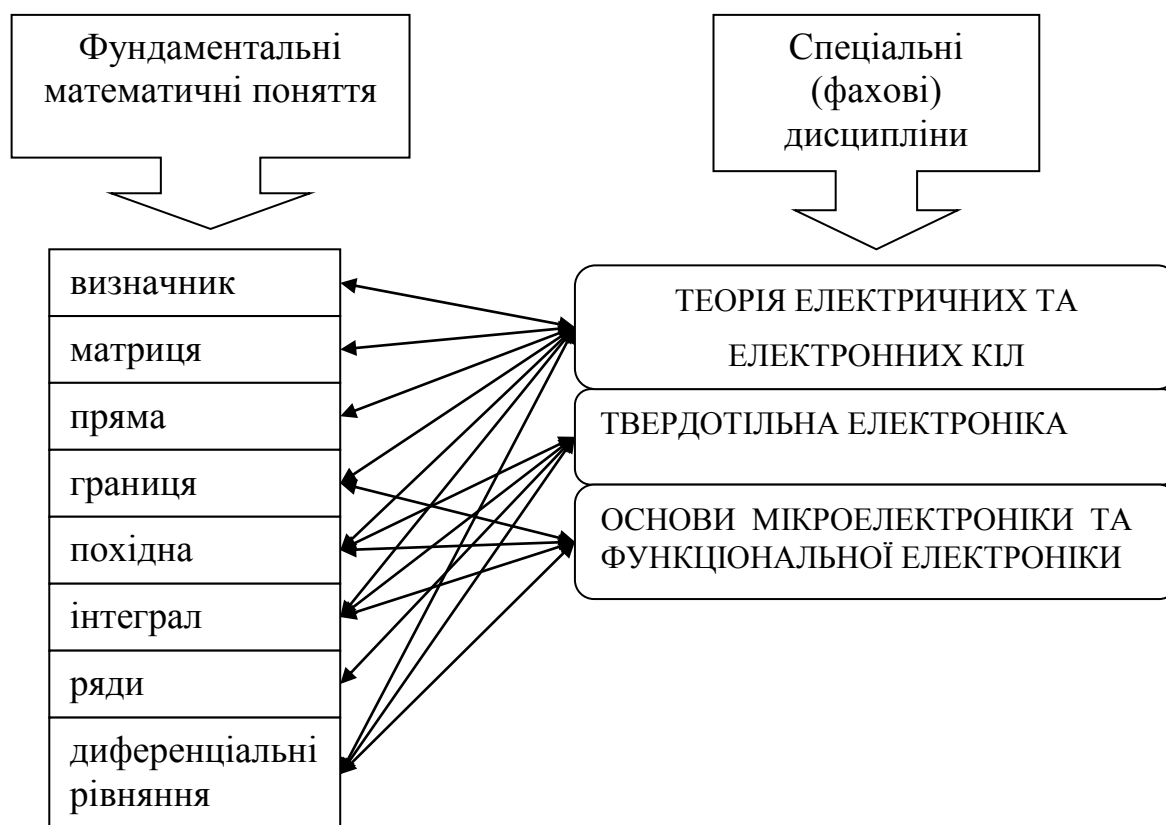


Рисунок 2.12 – Зв'язок фундаментальних математичних понять та спеціальних (фахових) дисциплін, де застосовуються поняття

Кожне фундаментальне математичне поняття є необхідним при опануванні курсу спецдисциплін. Відповідно система математичних понять, що формується під час математичної підготовки, ґрунтовність їх засвоєння та осмислення, вміння їх практичного застосування, відображається на якості вивчення прикладних фахових дисциплін. Отже, фундаменалізація математичної підготовки МБГЕТК містить два складники: виокремлення базових фундаментальних понять, тем, розділів і їхня професійна спрямованість та застосування математичних знань і вмінь у формуванні професійних компетентностей (рис. 2.13).

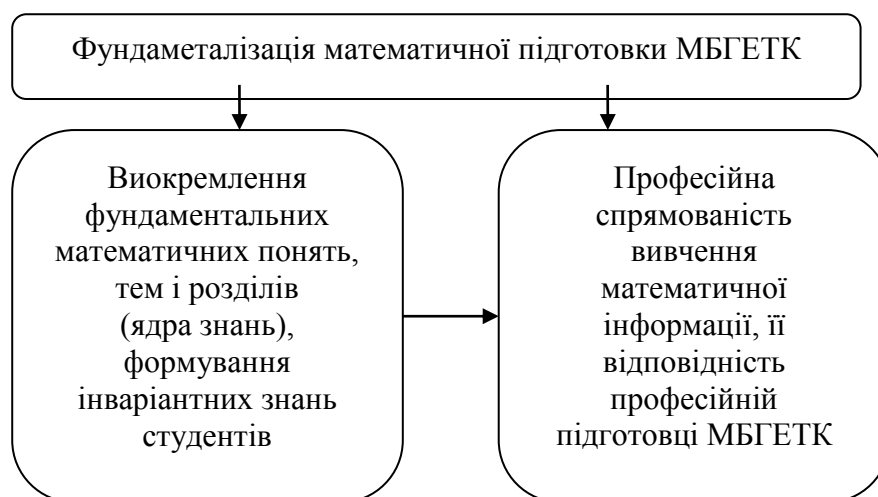


Рисунок 2.13 – Схема функціонування фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у контексті структурування змісту математичної підготовки

#### *Виокремлення ядра знань*

*Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК* спрямована на формування у студентів ядра математичних знань. У своїх дослідженнях М. Ковтонюк підкреслює, що у студентів формується знанневий фундаментальний каркас як результат фундаменталізації математичної та професійної підготовки [206]. Для студентів технічних спеціальностей доцільно, на нашу думку, вести мову про фундаментальне ядро математичних знань. Оскільки ядро, як поняття, характеризується цілісністю. Водночас фундаментальне ядро математичних знань ми розуміємо як систему фундаментальних математичних знань, оскільки набуті знання підлягають законам системи. Структурування змісту математичного матеріалу передбачає виділення ядра знань.

Передбачається, що результатом упровадження у освітній процес педагогічної системи фундаменталізації МБГЕТК є якісно новий рівень математичної підготовки МБГЕТК, що проявляється у сформованості компонент ПСМК. Критеріями сформованості компонент ПСМК є мотиваційно-ціннісний (перевірка сформованості рівня мотивації до навчання), концептуальний (формування математичної професійно-спрямованої компетентності), рефлексивний (проведення самоаналізу).

Враховуючи аналіз Дублінської моделі універсальних характеристик компетенцій (Дублінські дескриптори) можна констатувати, що фундаменталізація освітнього процесу на найвищому рівні переходить у фундаменталізацію компетенцій [127].

Виходячи із окреслених вище міркувань, аналізу теоретичних розробок науковців щодо проблематики фундаменталізації освітніх процесів, обґрунтованих характеристичних ознак цього феномену *фундаменталізацію математичної підготовки МБГЕТК визначено як концепцію підвищення якості математичної підготовки, що передбачає побудову та впровадження в освітній процес педагогічної системи, в основі якої є виділення фундаментальних математичних знань та вмінь, з метою професійного спрямування; зміна змісту математичних дисциплін, за рахунок строгого добору матеріалу, виділення інваріантів математичного апарату, що забезпечує потенціал професійної адаптивності та реалізації власної освітньої траєкторії МБГЕТК.*

## **Висновки до Розділу 2**

1. Аналіз науково-педагогічних досліджень проблеми фундаменталізації освітнього процесу, дозволив обґрунтувати концепти, на яких вибудовується *основна ідея* дослідження: на наукових положеннях філософії, системному, синергетичному, знаннево-діяльнісному, інтегративному, компетентнісному, особистісно орієнтованому; професійно орієнтованому, навчально-дослідницькому, фрактальному.
2. Окреслені підходи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК обґрунтовані принципами: *загальнодидактичними*: науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики, фундаментальності, професійної спрямованості, та *специфічними*: структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності.
3. З'ясовано, що фундаменталізація математичної підготовки є основою формування професійної компетентності бакалавра та засвоєння дисциплін

циклу професійної і практичної підготовки; впливає на рівень мобільності, конкурентоздатності, формування поняття методології наукових досліджень під час практичного застосування математичного апарату в різних технічних галузях науки; створює умови інтеграції знань, розвитку креативності та критичності мислення.

4. Встановлено, що одним із способів пізнання процесів, які відбуваються всередині певного явища, є моделювання. Моделювання педагогічних процесів та систем є одним із потужних інструментів прогнозування результатів педагогічної діяльності. Тому у нашому дослідженні використано ідею побудови моделі концепції фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, моделі професійно спрямованої математичної компетентності.

5. У процесі дослідження з'ясовано, що сутність фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікації полягає у формуванні фундаментального ядра курсу вищої математики, системи фундаментальних інваріантних знань та вмінь, які необхідні для професійної підготовки майбутніх фахівців. Результатом фундаменалізації математичної підготовки МБГЕТК є формування професійно спрямованої математичної компетентності (ПСМК). Структурними компонентами ПСМК є *когнітивна, операційно-діяльнісна, конструкторсько-алгоритмічна, мотиваційна*.

6. Здійснено побудову моделі ідеально сформованої ПСМК, яка є результатом упровадження в освітній процес педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Ідеально сформованою будемо вважати професійно спрямовану математичну компетентність, якщо кожна її складова сформована по максимуму, і формування відбувається в ідеальних умовах.

7. Основні наукові результати розділу опубліковані у працях автора [223, 224, 230, 232, 555].

### РОЗДІЛ 3

## ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗИ ЗНАНЬ «ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ» В ОСВІТНЬО-ІНФОРМАЦІЙНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

### 3.1. Освітньо-інформаційне середовище педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК передбачає побудову педагогічної системи, упровадження якої в освітній процес зумовлює істотне підвищення якості і рівня математичної підготовки. Фундаменталізація спрямована на глибоке узагальнення знань і вмінь, передбачає наявність інформаційного середовища, у якому будуть відбуватися ці процеси [416, с. 70].

У межах дослідження поняття «освітньо-інформаційне середовище» науковці послуговуються такими термінологічними сполученнями, як «інформаційний простір», «інформаційне середовище», «освітнє середовище».

Освітньо-інформаційне середовище (ОІС) є частиною інформаційного простору, який також називають іоносферою. Інформаційний простір складається з інформаційних полів та інформаційних потоків. Інформаційний потік – це інформація, що рухається в інформаційному полі від її джерела до отримувача.

Інтуїтивно та підсвідомо *інформаційний простір* сприймається як цілісна система, що акумулює та генерує результати комунікаційної діяльності суспільства.

Науковці В. Кремень, В. Биков під поняттям «простір» розуміють «множину структурно упорядкованих об'єктів та їх ідентифікаторів, яка

подається моделлю, що відображає логічну структуру групування та упорядкування ідентифікаторів об'єктів даного простору» [33, с. 4], далі автори зазначають, що об'єкти простору визначаються певним чином, оскільки не можна упорядкувати те, що не є визначеним. В загальному розумінні простір дослідники окреслюють як *загальний об'єктний простір* ( $W_g$ ), який є формою існування матеріальних об'єктів і процесів, і є множиною цільових просторів ( $W_a$ ).

Інформаційний простір, що формується у результаті поширення інформації навколишніми об'єктами, завжди оточує суб'єкти, які у ньому знаходяться. Це пояснюється тим, що кожна людина є частиною соціуму і перебуває у стані одержання та посилення інформації. Знаходження індивіда в інформаційному просторі, його активність у ньому сприяє освоєнню нової інформації, орієнтування в інформаційному потоці та самоідентифікації. Водночас це не є рушійним фактором цілеспрямованого набуття професійних знань і вдосконалення професійних вмінь. Якщо людина цілеспрямовано не шукає потрібну наукову інформацію, яка слугувала би її професійному зростанню, то цей процес буде відбуватися дуже повільно та хаотично.

Перейдемо до аналізу поняття «інформаційне середовище», враховуючи його синонімічну спорідненість поняттю «інформаційний простір», що має ширше змістове та функціональне наповнення.

Інформаційне середовище є частиною інформаційного простору, але вирізняється територіальною обмеженістю та наявністю у ньому меншої кількості осіб, які здійснюють обмін інформацією (порівняно із інформаційним простором). Тоді як інформаційний простір можна описати безмежною сукупністю інформаційних потоків, характеристикою яких є їхня протяжність і структурність, взаємне розташування. Прикметною для інформаційного середовища є наявність низки прийомів та заходів для передачі інформації.



У науковому дискурсі поняття «інформаційний простір» та «інформаційне середовище» часто вжито синонімічно. Так, І. Коляда констатує, що «на суб'єктивному рівні освітній простір сприймається як певне інформаційне середовище. Суб'єктивне сприйняття інформаційного простору призводить до використання цього поняття як синоніму освітнього середовища» [251].

Дослідженню проблеми освітнього середовища присвячено роботи М. Басова, Ю. Бикова, В. Кременя С. Зокрема, М. Басов освітнє середовище розглядає як структуру взаємопов'язаних елементів, у якій людина як суб'єкт навчальної діяльності чинить вплив на середовище, а середовище чинить вплив на людину.

О. Шапран веде мову про інноваційне освітнє середовище, як про «педагогічно доцільний організований простір життєдіяльності, який сприяє розвитку інноваційного ресурсу особистості» [492, с. 322].

Звернення до тлумачного словника дозволило виділити основні ознаки, що притаманні поняттю «*середовище*», як-от:

- ✓ речовини, тіла, що заповнюють який-небудь простір і мають певні властивості; сфера.
- ✓ сукупність природних умов, у яких проходить життєдіяльність якого-небудь організму.
- ✓ соціально-побутові умови, в яких проходить життя людини; оточення [433].

Враховуючи напрацювання та думки науковців під *інформаційним середовищем* будемо розуміти ту частину інформаційного простору, яка слугує для отримання знань людини.

З огляду на те, що інформаційні джерела простору поширюють певну кількість інформації, і лише та її частина, яка належить до інформаційного середовища, може бути сприйнята людиною, констатуємо що перебування в інформаційному просторі та отримання інформації передбачає функціонування інформаційного середовища.

Узагальнюючи вищевикладені міркування під *освітньо-інформаційним середовищем* розуміємо частину інформаційного середовища, яка є сукупністю інформаційних ресурсів (інформації), що фіксується у матеріальній або нематеріальній формі, низку засобів та принципів для її кращого донесення, є зряддям та інструментом для здобуття знань. Потрапляючи до освітньо-інформаційного середовища суб'єкт отримує знання та рекомендації для набуття умінь та навичок.

У спільній праці В. Биков, Ю. Жук виділяють поняття *навчального середовища*, яке дослідники визначають як штучно побудовану систему, структура і складові якої сприяють досягненню цілей освітнього процесу [32] та поняття освітнього середовища. В. Биков обґрунтовує, що освітнє середовище – це продуктивна модель системи освіти [31]. Проаналізувавши міркування вченого, ми дійшли висновку, що навчальне середовище є вужчим поняттям за освітнє середовище.

У роботах дослідників зустрічається вживання поняття інформаційно-освітнього середовища. Так, у роботі авторів [175] підкреслено, що інформаційно-освітнє середовище – це сукупність навчального програмного забезпечення та мережних технологій. У цій праці акценти розставлено на першочерговому застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій у освітньому процесі.

На думку А. Яновського, оптимальним для якісної підготовки майбутніх фахівців є саме інформаційно-освітнє середовище [502]. Дослідник визначає термінологічне сполучення «інформаційно-освітнє середовище» як поєднання новітніх інформаційних технологій та сучасних педагогічних здобутків, що, на думку вченого забезпечить максимальний ефект освітнього процесу.

Як зазначає у своєму доробку І. Коляда, «як і будь-яке середовище, освітнє формується компонентами загального середовища суспільства» [251].

Взявши до уваги погляди науковців, вважаємо за доцільне у роботі вживати поняття «освітньо-інформаційне середовище». Це обґрунтовано

смісловим акцентом у словосполученні «освітньо-інформаційне середовище» так: освіта здобувається у інформаційному середовищі, звідси є логічним вказаний порядок слів. Процес освіти відбувається в освітньому середовищі, яке є підмножиною інформаційного простору та підмножиною інформаційного середовища. Із вищенаведених міркувань у дослідженні використано поняття «освітньо-інформаційне середовище», де акцент ставиться на освітньому процесі, у який впроваджено різноманітні форми програмного забезпечення та засоби ІКТ.

Під *освітньо-інформаційним середовищем* розуміємо створене з навчальною метою та за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій *середовище* (сукупність інформаційних ресурсів та інформації, що перебуває у матеріальній або нематеріальній формі, низку засобів та принципів для її кращого донесення), що є підмножиною інформаційного простору та включає цілі освітнього процесу. До освітньо-інформаційного середовища належать усі інформаційні ресурси, електронні підручники, контенти, наукові інтернет-ресурси.

Перебування індивіда в освітньо-інформаційному середовищі сприяє набуттю ним умінь та навичок, формуванню загальнонаукових, професійних компетентностей.

Важливою функцією викладача є створення та забезпечення функціонування освітньо-інформаційного середовища.

Структуру зв'язків між поняттям «інформаційний простір» та його підмножин: «інформаційне середовище», «освітнє середовище» та «навчальне середовище» продемонстровано на рисунку (рис. 3.1)



Рисунок 3.1. Схема зв'язків інформаційного простору та його підмножин

До освітньо-інформаційного середовища належать усі створені інформаційні ресурси, електронні підручники, контенти, наукові інтернет-ресурси. У дослідженні О. Клочко [200] наведено ідею та структуру комбінованого навчання [200, с. 336], її детально наведено у додатку (Додаток І).

Ми вважаємо, що освітньо-інформаційне середовище включає наведені авторкою елементи, які входять до системи комбінованого навчання, як от: традиційне та дистанційне навчання, засоби сучасних ІКТ. Відтак освітньо-інформаційне середовище охоплює такі елементи: інформаційні ресурси традиційного, дистанційного та мобільного навчання, а також засоби ІКТ.

Дослідниця питань фундаменталізації професійної підготовки майбутнього вчителя математики М. Ковтонюк вводить поняття «фундаментального освітнього простору студента». Цитуючи авторів С. Гончаренка, В. Кушніра вона констатує, що «педагогічне явище

відбувається в інформаційному просторі й вибір елементів у педагогічному явищі має відносний характер ... мова йде про вибір аналога системи координат у нескінченно можливому просторі ... . Вибір координат залежатиме від підходів до створення системної структури педагогічного явища» [206, с. 133].

Український учений С. Гончаренко, погоджуючись із поглядами Л. Зоріної, підкреслює, що традиційно фундаменталізація – це переливання наукового матеріалу з великої «посудини науки» в навчальний предмет і, додамо від себе, з нього – в голову учня чи студента [206, с.81].

У контексті вищевикладених думок дослідників фундаменталізацію математичної підготовки МБГЕТК змодельюємо таким чином. Освітній процес МБГЕТК відбувається в інформаційному просторі професійної, математичної інформації. Математична підготовка МБГЕТК у звичайному традиційному її варіанті перетворює інформаційний простір професійної, математичної інформації ( $I$ ) у стандартну систему математичної підготовки МБГЕТК. *Стандартною* математичною підготовкою визначаємо таку математичну підготовку МБГЕТК, яка проходить в умовах традиційної системи освіти.

Математична підготовка МБГЕТК передбачає добір викладачем необхідної математичної інформації з інформаційного простору та передачу її студентам – суб'єктам отримання інформації.

Позначимо інформаційні об'єкти простору професійної, математичної інформації через  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Процес математичної підготовки, який проходить в умовах традиційної системи освіти, позначимо функцією  $g$ . Функція  $g$  перетворює простір професійної, математичної інформації у стандартну математичну підготовку МБГЕТК ( $m$ ), тобто таку, яка відбувається без упровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки або інших новітніх методик у освітній процес. Результатом цього процесу є математична підготовка, яку представлено у вигляді плоскої фігури (квадрата), що побудована у двовимірній системі координат, на двох

осях – координатна вісь математичних знань, координатна вісь математичних умінь (рисунок 3.2).

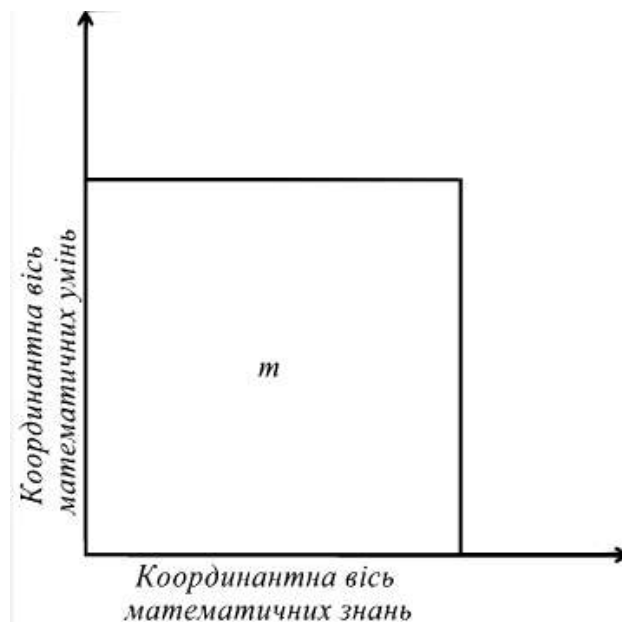


Рисунок. 3.2. Схематичне зображення стандартної математичної підготовки МБГЕТК

У цьому випадку координатна вісь професійно спрямованих знань та умінь є не сформованою та «розмитою», тому її на рисунку не відображено.

Функція  $g$  перетворює інформаційні об'єкти із простору  $V$  в елементи математичних знань, що знаходяться у «площині» стандартної математичної підготовки МБГЕТК. Це описано перетворенням (3.1).

$$g(V) \rightarrow m \quad (3.1)$$

де  $g$  – процес математичної підготовки,

$V$  – простір професійної математичної інформації,

$m$  – стандартна математична підготовка.

На рисунку (рис 3.3) показано, як завдяки функції  $g$  (стандартному процесу математичної підготовки МБГЕТК) інформаційні об'єкти  $a, b, c$

переходять в  $a', b', c'$  – елементи знань вищої математики (елементи математичних знань) МБГЕТК, тобто

$$\begin{aligned} g(a) &\rightarrow a' \\ g(b) &\rightarrow b' \\ g(c) &\rightarrow c' \end{aligned} \quad (3.2)$$

Формула (3.1) описує перетворення простору професійної математичної інформації у площину стандартної математичної підготовки. Формули (3.2) відображають перетворення за допомогою функції  $g$  інформаційних об'єктів з простору професійної математичної інформації в елементи математичних знань площини стандартної математичної підготовки.

Перетворення простору професійної математичної інформації МБГЕТК у площину математичної підготовки МБГЕТК проілюстровано на рисунку 3.3.

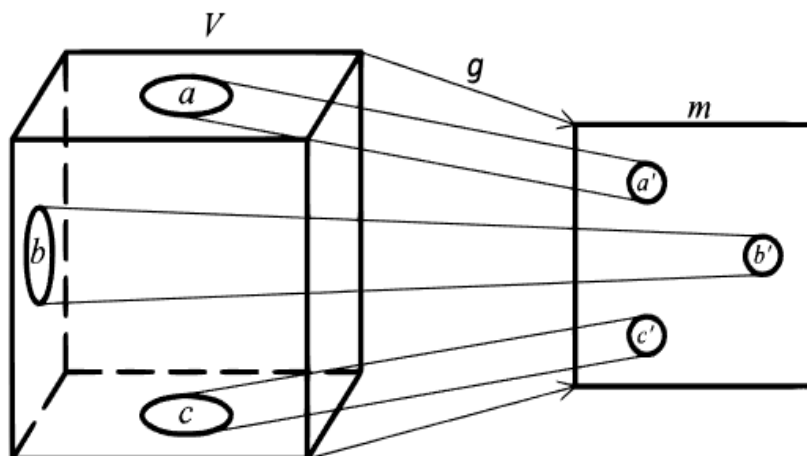


Рисунок 3.3. Перетворення простору професійної математичної інформації МБГЕТК у площину математичної підготовки МБГЕТК

Процес фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК перетворює простір професійної і математичної інформації ( $V$ ) у фундаменталізовану математичну підготовку ( $Fm$ ) (рис. 3.4) *Фундаменталізованою*

математичною підготовкою МБГЕТК будемо вважати підготовку, яка сформувалася у результаті впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, тому сформовані знання студентів слід вважати фундаменталізованими.

Ідею фундаменталізованого навчання, введення понять «фундаменталізовані знання», «фундаменталізована професійна підготовка» знаходимо у дослідженні І. Бардус [15, с. 120, с. 172, с.180]. Окреслюючи поняття «фундаменталізоване навчання», дослідниця має на увазі отримання знань та формування умінь у контексті розробленої нею методичної системи контекстної фундаменталізації.

Погодджуючись із запропонованими визначеннями термінологічних сполучень, покладемо поняття фундаменталізовані знання визначати як ті, які сформовані у результаті впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Перетворення простору математичної та професійної інформації у фундаменталізовану математичну підготовку МБГЕТК описано формулою (3.3)

$$f(V) \rightarrow Fm \quad (3.3)$$

де  $f$  – фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК,

$V$  – простір професійної математичної інформації,

$Fm$  – фундаменталізована математична підготовка.

Враховуючи попередні міркування щодо представлення простору математичної та професійної інформації у вигляді об'ємної фігури – куба, а також умовне позначення інформаційних об'єктів, які належать цьому простору через  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , реалізацію педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки продемонструємо графічно (рис 3.4).



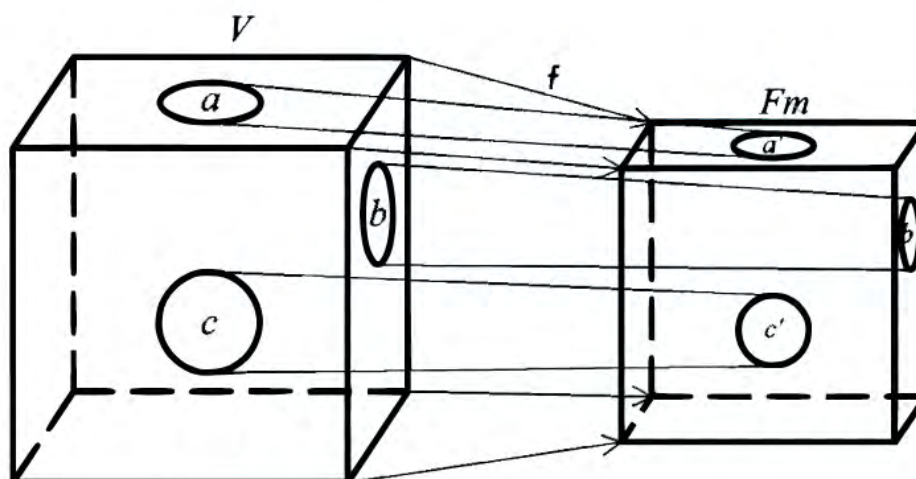


Рисунок 3.4. Перетворення простору математичної та професійної інформації МБГЕТК у фундаменталізовану математичну підготовку МБГЕТК

У випадку трансформації простору професійної і математичної інформації МБГЕТК у фундаменталізовану математичну підготовку МБГЕТК перетворення інформаційних об'єктів у елементи математичних знань описано формулами (3.4).

$$\begin{aligned} f(a) &\rightarrow a' \\ f(b) &\rightarrow b' \\ f(c) &\rightarrow c' \end{aligned} \quad (3.4)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – інформаційні об'єкти, які за допомогою функції  $f$  – що символізує реалізацію педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, перетворюються в елементи математичних знань  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ , що мають професійне спрямування.

Зупинимося більш детально на цій ідеї. Фундаменталізовану математичну підготовку зобразимо у вигляді об'ємної фігури – куба, що побудований на трьох осях. Це координатні осі – «математичних знань», «математичних умінь», «професійно спрямованих знань та умінь». Кожна

точка об'ємної фігури, яка схематично відображає фундаменталізовану математичну підготовку, визначається трьома координатами: математичних знань, математичних умінь та професійно спрямованих математичних знань та умінь. (рис. 3.5).

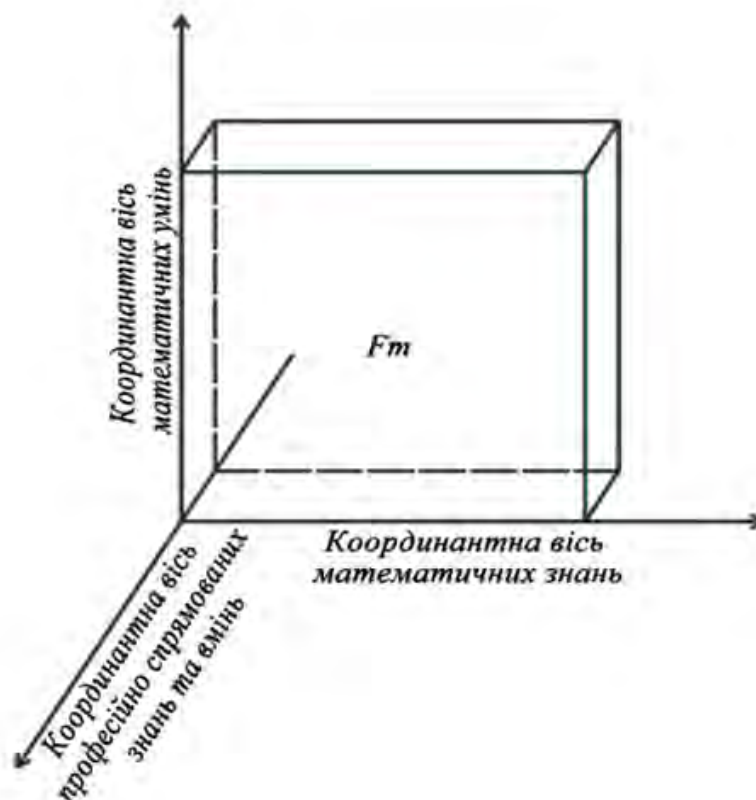


Рисунок 3.5. Простір фундаменталізованої математичної підготовки МБГЕТК

Формування професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК відбувається в межах простору фундаменталізованої математичної підготовки.

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК відбувається в інформаційному просторі і нерозривно пов'язана з ним. Результатом цього процесу є перетворення частини інформаційного простору, у якому перебуває студент, а математична підготовка набуватиме ознак фундаменталізованої.

Автори С. Кізім, Л. Куцак, С. Люльчак [175, с. 38] зазначають, що успішність розвитку та функціонування інформаційно-освітнього середовища навчального закладу зумовлена побудовою автоматизованої інформаційної системи, яка інтегрує у себе усі його підструктури. Створення ОІС відбувається через упровадження в освітній процес електронних платформ та систем. Прикладом такої електронної платформи, у якій функціонує освітньо-інформаційне середовище, є розроблена електронна система ВНТУ – JetIQ (рис 3.6), де викладачі можуть розміщувати свої навчальні матеріали, відео лекції, практикуми, тести для перевірки знань, а також спілкуватися зі студентами. Система JetIQ є платформою для функціонування освітньо-інформаційного середовища.



Рисунок 3.6 Електронна система ВНТУ – JetIQ

Коротко опишемо алгоритм роботи цієї електронної платформи.

Спочатку студенти заходять на головну сторінку ВНТУ – JetIQ, обирають вкладку «Ресурси» і знаходять розділ «Електронні навчальні матеріали» (рис. 3.6), а потім свою дисципліну.

Нас цікавить контент, представлений у системі ВНТУ – JetIQ для МБГЕТК. Розглянемо навчальні матеріали дисципліни «Вища математика»,

запропоновані студентам спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка. Телекомунікації».

Обравши вкладку «Електронні навчальні ресурси», заходимо у навігатор навчальних ресурсів для спеціальності «Телекомунікації та радіотехніка. Телекомунікації» (рис 3.7).

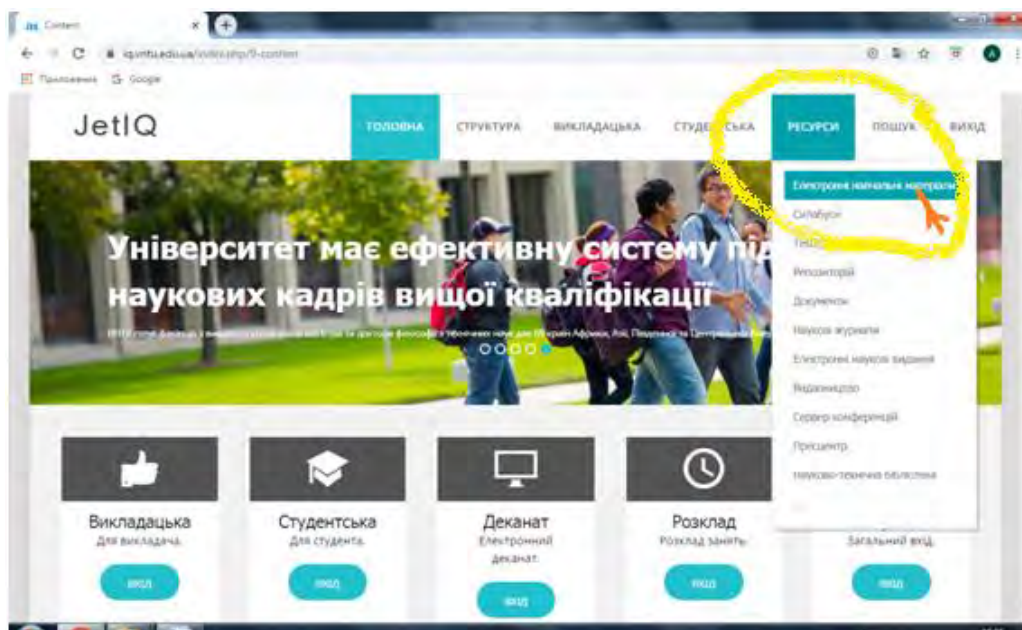


Рисунок 3.7. Вибір студентом електронних навчальних матеріалів

Для студентів на цій сторінці репрезентовано навчальні матеріали, посилання на відеолекції, підготовчі тестові завдання. Викладач може мати декілька навігаторів – для студентів декількох напрямів підготовки (якщо йдеться про одну і ту ж саму дисципліну) або для різних дисциплін, якщо викладач викладає декілька дисциплін для студентів різних напрямів підготовки (рис 3.9).

Зручність навігатора визначається такими факторами:

- його можна постійно оновлювати, доповнювати новими навчальними матеріалами, видаляти матеріали, які втратили актуальність;
- навігатор пов'язаний із розкладом студентів, що дозволяє легко знаходити необхідну інформацію у зручний час;

– у навігаторі відображається статистика скачувань студентами матеріалів по темах, що увиразнює актуальність потрібних студентам ресурсів.

**ID :** 26612  
**Дисципліна :** Вища математика  
**Спеціальність :** Телекомунікації та радіотехніка. Телекомунікації.  
**Сем/трим :** 5

Навчальні ресурси



Викладач:  
Колоніца Альона  
Анатолівна

Код.	Назва	Автор(и)	Тип	Вид	Рейт.
516372	КОЛОКВІУМ_M2_ ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ		docx		86
516371	ЛК_Функція комплексної змінної		pdf		97
516370	Лк_Дії з комплексними числами		pdf		78
516357	Лекція Д.Р. Частина 2		pdf		61
516369	Системи Д Р		ppbx		65
516368	Т.Р. Диференціальні_рівняння		pdf		204
516367	ЛЕКЦІЯ_ДР_Ч.1		docx		95
516355	Невизначений інтеграл. Стилий конспект		ppbx		507
516366	Т.Р._НЕВИЗНАЧЕНИЙ ІНТЕГРАЛ		docx		802
516356	КОЛОКВІУМ_М1_ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ		docx		909
516358	ФБЗ (теорія з прикладами)		pdf		1175
516359	Екстремум ФБЗ (конспект)		pdf		119
516362	Типовий розрахунок. Похідна функції однієї змінної		pdf		739
516365	Теорія границь. Практикум. Типовий розрахунок		pdf		5100
516360	ON-LINE !!!!! ПОСИЛАННЯ ДЛЯ ЛК		url		1565
516364	Лінійна алгебра	Найко Д.А., Кравецький В. О., Коломієць А. А.			
516363	Лінійна алгебра.		pdf		1108
516361	Лінійна алгебра.		pdf		1108

Рисунок 3.8 Зразок навчального навігатора з дисципліни «Вища математика»

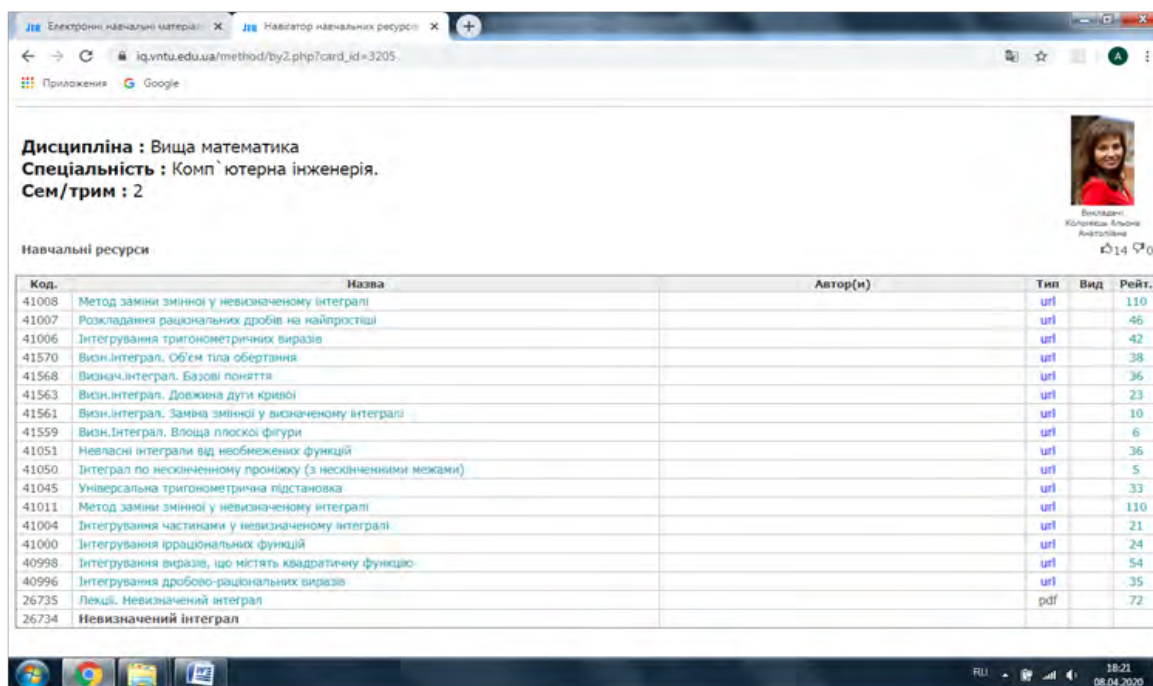
Аналогічним чином створено навігатор для студентів спеціальності «Комп'ютерна інженерія» з дисципліни «Вища математика» (Рис. 3.9).

Такі платформи стали особливо актуальними в умовах дистанційного навчання, коли студенти під керівництвом викладача вивчають навчальний матеріал. Особливістю навігатора є його багатофункціональність: викладачі можуть надавати доступ колегам до своїх авторських навчальних ресурсів. Система JetIQ є закритою для користувачів поза межами навчального закладу, тому щоб зайти до системи потрібен згенерований адміністратором логін та пароль. Доступ до системи мають лише викладачі та студенти ВНТУ. Це дозволяє підтримувати рівень захищеності навчальних матеріалів, що внесені до навчального навігатору і які ще не є опублікованими. Водночас у власному кабінеті, у розділі «Репозиторій» викладач викладає власні навчальні розробки, що є опублікованими. У цьому випадку навчальні



матеріали автоматично стають загальнодоступними усім користувачам мережі Інтернет.

Актуальність системи JetIQ особливо зростає в умовах дистанційного навчання.



The screenshot shows a web browser window with the URL [iq.vntu.edu.ua/method/by2.php?coid\\_id=3205](http://iq.vntu.edu.ua/method/by2.php?coid_id=3205). The page displays course information and a table of learning resources.

**Дисципліна :** Вища математика  
**Спеціальність :** Комп'ютерна інженерія.  
**Сем/трим :** 2

**Навчальні ресурси**

Код.	Назва	Автор(и)	Тип	Вид	Рейт.
41008	Метод заміни змінної у невизначеному інтегралі		url		110
41007	Розкладання раціональних дробів на найпростіші		url		46
41006	Інтегрування тригонометричних виразів		url		42
41570	Визн.інтеграл. Об'єм тіла обертання		url		38
41568	Визнач.інтеграл. Базові поняття		url		36
41563	Визн.інтеграл. Довжина дуги кривої		url		23
41561	Визн.інтеграл. Заміна змінної у визначеному інтегралі		url		10
41559	Визн.Інтеграл. Площа плоскої фігури		url		6
41051	Невласні інтеграли від не обмежених функцій		url		36
41050	Інтеграл по нескінченному проміжку (з нескінченними межами)		url		5
41045	Універсальна тригонометрична підстановка		url		33
41011	Метод заміни змінної у невизначеному інтегралі		url		110
41004	Інтегрування частинами у невизначеному інтегралі		url		21
41000	Інтегрування ірраціональних функцій		url		24
40998	Інтегрування виразів, що містять квадратичну функцію		url		54
40996	Інтегрування дробово-раціональних виразів		url		35
26735	Лекція. Невизначений інтеграл		pdf		72
26734	Невизначений інтеграл				

Рисунок 3.9 Зразок навчального навігатора з дисципліни «Вища математика»

Було також проведено дослідження доступності вебсайтів провідних навчальних закладів як бази для освітньо-інформаційного середовища. Якісне формування електронної системи освіти з фундаментальних і технічних дисциплін дає змогу забезпечити студентів якісною освітою, незважаючи на вади здоров'я [586]. У дослідженні було проведено оцінку доступності вебсайтів найбільших університетів світу.

З метою загальної оцінки доступності освітньо-інформаційного середовища було проаналізовано вебсторінки 100 вищих навчальних закладів світу. До переліку досліджуваних сайтів університетів увійшов ВНТУ. Дослідження проводилося за критеріями WCAG 2.1; остання версія якої опублікована 2018 р. містить комбінацію вимог попередніх версій, в

том числі WCAG 1.0 й 2.0, починаючи із кожної нової оновленої версії з новими рекомендаціями. Попередня версія WCAG 2.0 була прийнята за стандарт ISO (ISO/IEC 40500: 2012) [515].

Мета дослідження полягала у тому, щоб визначити доступність вебсайтів вищих навчальних закладів відповідно до міжнародних вимог та стандартів для WCAG 2.1 на рівні AA доступності. Критеріями були доступність, сумісність та відповідність вебстандартам.

За результатами дослідження зроблено висновок, що Массачусетський технологічний університет та Федеральна політехнічна школа Лозанни має найменшу кількість вебсторінок із проблемами доступу [314].

У вітчизняних університетах часто зустрічаються проблеми з доступністю до вебсторінок. Проведене дослідження підтверджує важливість проблеми удосконалення освітньо-інформаційного середовища у контексті фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців.

Доцільність розроблення та використання в освітньому процесі електронних інформаційних ресурсів була підтверджена думкою студентів технічних спеціальностей ВНТУ, для яких було розроблено навігатори навчальних дисциплін.

Доцільність використання електронних інформаційних ресурсів корелює з думкою студентів щодо зручності використання навчальних матеріалів. Цю думку ми перевірили експериментально: студентам технічних спеціальностей було запропоновано дати відповідь на запитання:

«У якому вигляді вам зручніше застосовувати навчальні ресурси?

- а) у паперовому вигляді, друковану навчально-методичну літературу;
  - б) навчально-методичну літературу в електронному вигляді;
  - в) однаково використовую як друковану, так і електронну навчально-методичну літературу».
- Відповіді студентів розподілилися таким чином (Таблиця 3.1).

Результати опитування переконують у доцільності створення додаткових інформаційних ресурсів. Це підсилює думка С. Кізім, що

зазначена у роботі «Важливим інструментом створення єдиного інформаційно-освітнього середовища є розробка і використання в навчальному процесі електронних навчально-методичних комплексів» [175, с. 39].

Таблиця 3.1

**Порівняльний аналіз відповідей студентів щодо форм застосування навчально-методичної літератури**

<i>Які ресурси вам зручніше використовувати при вивченні вищої математики?</i>	
Друковані (паперові) ресурси, навчально-методичну літературу у класичному вигляді	5 (7%)
Електронні ресурси	53 (77%)
Використовую навчально-методичну літературу як у друкованому, так і в електронному вигляді у відношенні 50:50	12(18%)

Створення освітньо-інформаційного середовища фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК включало розробку навчально-методичної літератури комбінованого використання (інформаційних ресурсів).

Особливість такого підходу в тому, що навчальна література комбінованого призначення поєднує теоретичний матеріал, який чітко структурований, та посилення на відеоуроки для закріплення теоретичного матеріалу, приклади розв'язування завдань. Прикладом такого інформаційного ресурсу є розроблений практикум з вищої математики, що входить до науково-методичного супроводу педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК [247].

Цікавою була думка студентів щодо значущості та корисності для них навчально-методичної літератури такого типу. Тому з метою встановити важливість для студентів створення саме такого типу навчально-методичної літератури було проведено експертне опитування. За результатами якого виявилось, що:



- 32 % студентів вважають, що навчальні матеріали, які містять відео, є значно доступнішими для сприйняття;
- 36 % опитаних студентів підкреслюють, що сприйняття матеріалу з відеоуроками краще, ніж без них;
- 30 % опитаних студентів вважає, що відеоматеріал певною мірою допомагає зрозуміти матеріал;
- 2% опитаних студентів вважають, що відеоуроки не потрібні (рис. 3.10).

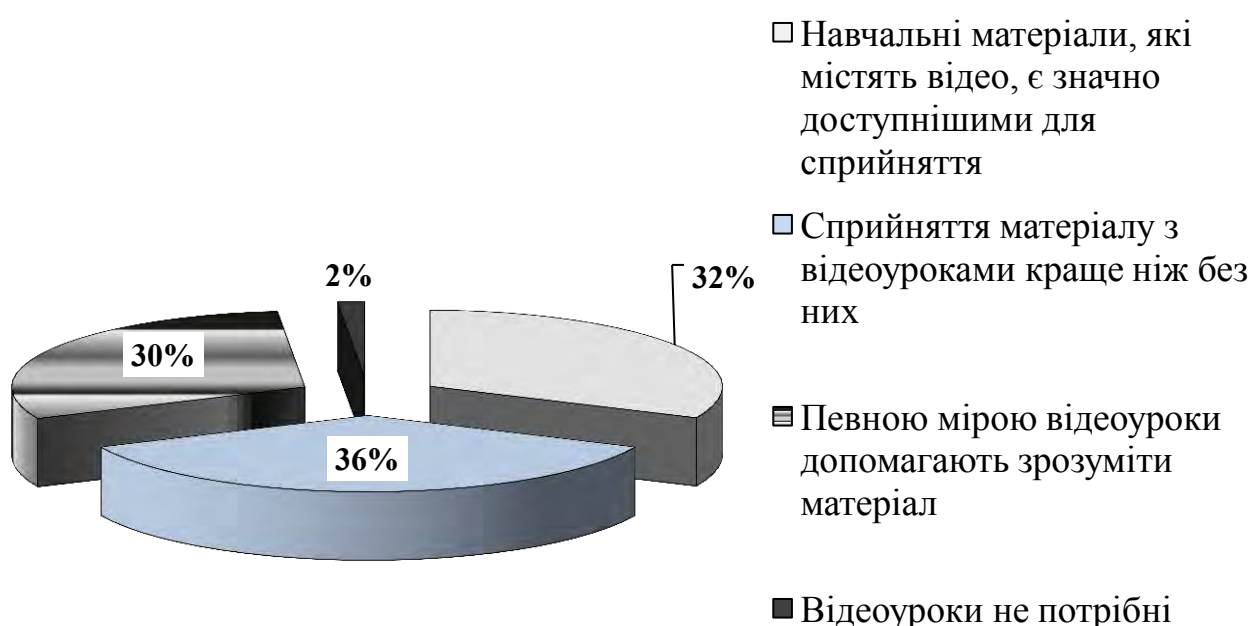


Рис 3.10. Результати опитування студентів щодо важливості відеоматеріалів у навчальній літературі

Лише 2% всіх опитаних студентів вважають, що відео не потрібне. За результатами проведеного опитування, можна стверджувати, що створення навчально-методичної літератури, яка містить відеоматеріали, є хорошим інструментом фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців.

До освітньо-інформаційного середовища належать також розроблені відеоматеріали, розробка відеозанять для ютуб-каналів для вивчення

теоретичного матеріалу та закріплення навичок розв'язувати базові завдання. Важливо було дослідити активність студентів щодо використання відеоресурсів з Інтернету.

Актуальність створення навчальних відеоматеріалів підтверджується результатами опитування студентів. На запитання «Як часто при підготовці домашніх завдань Ви використовуєте відеоматеріал з ютуба?» відповіді студентів розподілилися так:

7,6% студентів *завжди* використовують відеоматеріали з ютуба;

60,6% студентів *дуже часто* використовують відеоматеріали з ютуба;

28,8% студентів *інколи* використовують відеоматеріали з ютуба;

3% студентів *ніколи* не використовують відеоматеріали з ютуба (рис. 3.11)

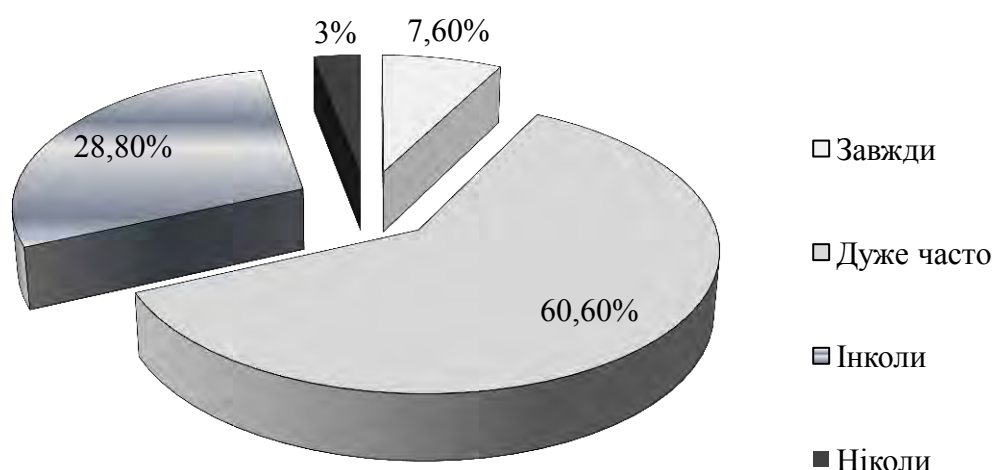


Рис 3. 11. Результати дослідження активності студентів використання відеоуроків з Інтернету

За результатами опитування 97% опитаних студентів дали ствердну відповідь щодо використання відеоматеріалів з інтернету при підготовці домашньої роботи та опрацюванні навчального матеріалу (рис.3.11). Серед опитаних студентів лише 3% ніколи не використовують жодних інтернет-ресурсів у процесі самостійної домашньої роботи.

Отже, у контексті проведених опитувань студентів щодо важливості нагальною є потреба створення відео занять з вищої математики для ютуб-каналу. Її вирішенням стало створення ютуб-каналу «Математика – це просто» (<https://www.youtube.com/channel/UCA8v8nWdS0Xt8YmQJgKUyEQ>).

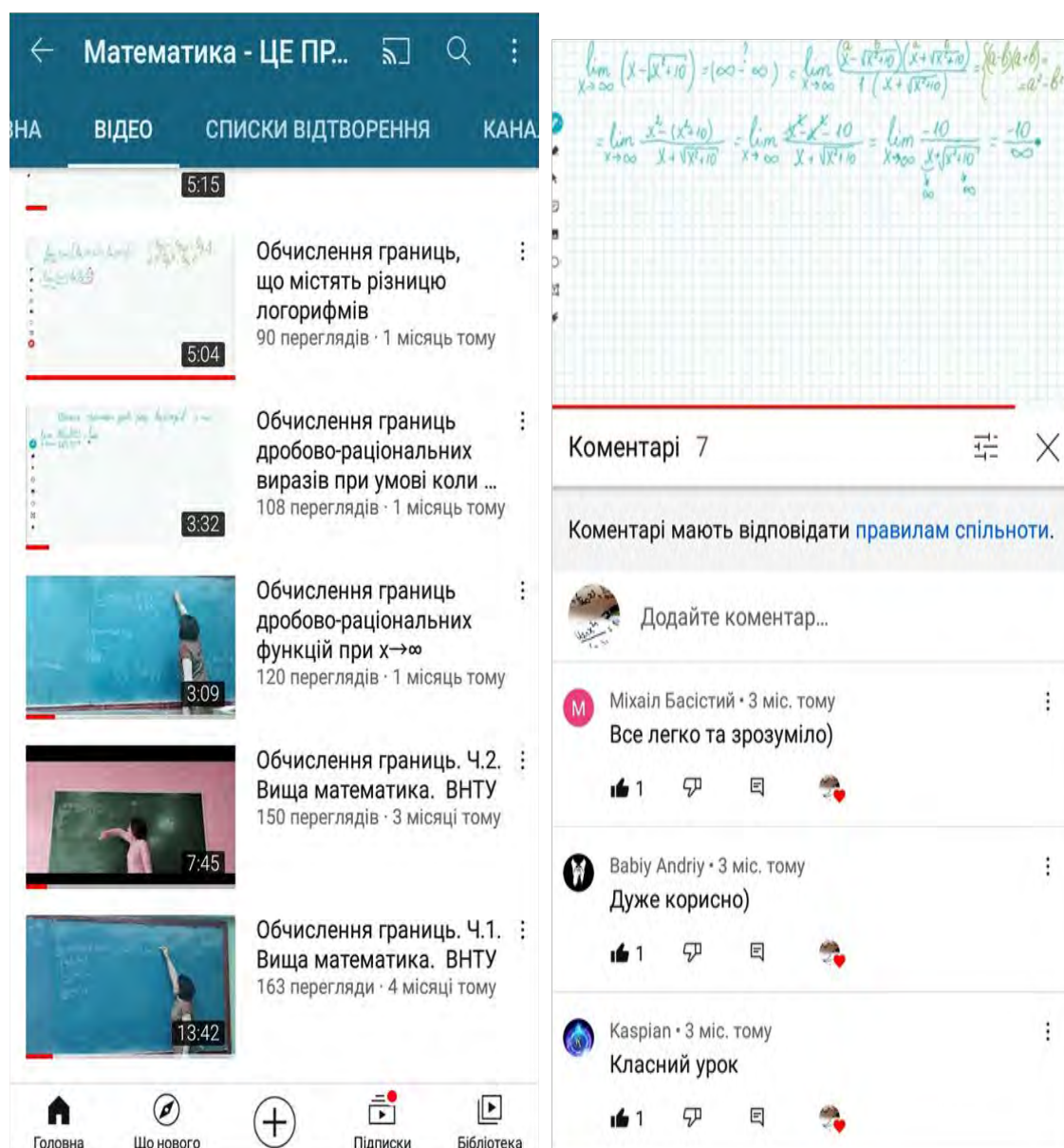


Рисунок 3.12. Скрін відео з ютуб-каналу «Математика – це просто»

Канал містить відеоуроки виокремлених фундаментальних тем вищої математики, такі, як обчислення границь, похідних, інтегралів тощо.

Доцільність та користь створення цього ютуб-каналу підтверджує опитування, проведене серед студентів щодо необхідності розробки відеозанять для студентів. Зокрема, 98,5% опитаних студентів, що підписані на канал, вважають корисним та доцільним відеозаняття каналу «Математика – це просто» (рис 3.12).

Розроблений ютуб-канал має лише позитивні відгуки студентів, деякі студенти старших курсів шкодували про те, що не було такого каналу раніше. Це свідчить про доцільність створення подібних відеоуроків.

### **3.2. Інформаційно-комунікаційні технології як елемент педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК передбачає орієнтир процесу навчання на вивчення базових фундаментальних основ математичного апарату, формування вмінь у студентів застосовувати отримані знання до розв'язання професійних завдань, завдань прикладного характеру професійного змісту, вмінь системно мислити, трактувати професійне завдання математичною мовою та моделювати розв'язок завдання. Дослідження вітчизняних та зарубіжних учених свідчать, що для розпізнавання раніше невідомого предмета людині необхідно: при словесному його описі – 2,8 с, при зображенні на контурному рисунку – 1,5 с, на кольоровій фотокартці – 0,9 с, кіно- та відеозасобами – 0,7 с, під час демонстрування предмета у натуральному вигляді – 0,4 с. Виходячи з цих даних доцільно при підготовці та демонстрації проекту застосовувати ІКТ.

В умовах інформатизації педагогічної освіти будь-які педагогічні технології немислимі без широкого застосування ІКТ, що дозволяють повною мірою розкрити педагогічні, дидактичні функції цих методів, реалізувати закладені в них потенційні можливості. З ІКТ легко розв'язувати проблеми зберігання, пошуку і подачі інформації студентам. Нині у ЗВО в

електронному вигляді накопичено значні інформаційні ресурси, проте наявні приклади використання ІКТ у ЗВО представлені фрагментарно. В першу чергу це відбувається через відсутність наукової і методологічної бази, чіткого уявлення про технічні і методичні проблеми застосування ІКТ в освітньому процесі. Основними принципами використання сучасних ІКТ в інженерній освіті є: чітке визначення мети, призначення, науковість; підвищення мотивації; цілеспрямованість; відкритість; системність; використання у технології тільки тих компонентів, які гарантують якість освіти; ефективність; забезпечення високого рівня індивідуалізації навчання; забезпечення стійкого зворотнього зв'язку; моніторинг процесу розвитку; логічність; практичність; професіоналізм; провідна роль викладача.

За визначенням М. Кадемії інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) – це поєднання методів, виробничих процесів та програмно-технічних засобів, які інтегровані з метою добору, обробки, зберігання, розмноження, показу і застосування даних в інтересах їх користувачів [164, с. 32]. Дослідниця Н. Рашевська зазначає, що інформаційно-комунікаційні технології це – комплекс «комп'ютерно-орієнтованих навчальних і навчально-методичних матеріалів, програмних і апаратних засобів навчального призначення» [391].

У своїй роботі Л. Шевчук [495] посилаючись на міжнародний стандарт ISO/IEC 38500:2015 «Управління інформаційними технологіями в організаціях» [473] констатує, що термін «інформаційні технології» включає «інформаційні та комунікаційні технології», визначає ІКТ як всі «ресурси, що необхідні для збору, обробки, зберігання і розповсюдження інформації» [495, с.115].

Теоретико-методологічні засади застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, базуються на філософських парадигмах, яким притаманна багатоманітність і взаємодоповнюваність.

У дослідженнях науковців (В. Биков, З. Бондаренко, І. Войтович, Р. Горбатюк, Ю. Горошко, Р. Гуревич, А. Гуржій, М. Жалдак, М. Кадемія, В. Ключко, О. Ключко, В. Михалевич, Н. Морзе, В. Осадчий, С. Раков, Ю. Рамський, Т. Поясок, О. Спірін, О. Торубара, Ю. Триус, О. Тютюнник, М. Шерман, Дж. Лагранж (Lagrange J. B)), що присвячені проблемі інформаційно-комунікаційних технологій, знаходимо глибоке та переконливе обґрунтування їх упровадження в освітній процес. До ключових аргументів дослідники віднесли:

- вирішення проблеми підвищення якості математичної освіти;
- зменшення розриву між математичною підготовкою та потребами суспільства на рівні науки й техніки (В. Михалевич, О. Тютюнник);
- застосування ІКТ сприяє оптимізуванню досягнення дидактичних цілей освітнього процесу (О.Спірін);
- впровадження ІКТ в освітній процес підсилює відповідність вітчизняної освіти стандартам Євросоюзу (О.Ключко);
- розв'язок інформаційних, навчальних, контрольних та організаційних функцій освітнього процесу (О. Торубара);
- впровадження ІКТ в освітній процес у ЗВО обумовлює перехід від методів і форм пасивного навчання до активних способів організації навчальної діяльності (В. Ключко).

В. Кремень вважає, що одне з головних завдань освіти в умовах розвитку інформаційного суспільства – навчити учнів і студентів використовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології [260]. Разом із тим учений стверджує, що із виникненням та впровадженням ІКТ відбувається формування нового стилю мислення у суспільстві.

Ряд дослідників виділяють та обґрунтовують напрями застосування ІКТ. У своєму дослідженні О. Ключко класифікувала основні напрями застосування ІКТ в освітній галузі. Серед них вчена виділила такі:

- створення комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища;
- застосовування сучасних освітніх систем;

- дистанційне навчання;
- створення навчальних ресурсів;
- створення ІКТ-орієнтованих педагогічних технологій [200, с. 201].

Впровадження ІКТ у межах реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає створення оптимальних умов для вирішення завдань фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК.

До додаткових завдань фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК належить формування математичного та професійного мислення у МБГЕТК. Виконання основних та додаткових завдань фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК частково або повністю забезпечується завдяки реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки в освітньому процесі із використанням ІКТ.

Формування у МБГЕТК вміння вирішувати проблемні професійні ситуації, аналізувати розв'язки задачі при незначній зміні вихідних даних забезпечується упровадженням ІКТ у освітній процес. Як зазначено у роботі [196], «ІКТ використовуються як: засіб навчання і моделювання різних явищ, процесів, дослідження їхніх характеристик, розрахунку схем тощо; інструмент пізнання навколишньої дійсності та самопізнання; засіб інформаційно-методичного забезпечення й управління освітнім процесом і навчальними закладами; засіб автоматизації процесів контролю, корекції результатів навчальної діяльності, комп'ютерного педагогічного тестування і психодіагностики». Застосування ІКТ в освіті відображається на структурі та змісті методичної системи освітнього процесу в цілому. Інтенсивний розвиток засобів ІКТ випереджає розвиток методів та форм використання цих засобів у освітньому процесі.

Разом із тим викладачу необхідно підлаштовувати свій стиль викладання до нових можливостей застосування ІКТ. Як підкреслює В. Андрущенко, викладач спрямовує студента, щоб той міг навчитися

орієнтуватися в інформаційному середовищі, допомогти розвинути студенту свої здібності [5].

Дослідники запровадження в освітній процес засобів ІКТ В. Биков, Ю. Горошко, Р. Гуревич, М. Жалдак, М. Кадемія, В. Клочко, В. Михалевич, С. Раков, Ю. Рамський, О. Спирін, Н. Морзе та інших науковців окремим напрямом впровадження ІКТ виділяють системи комп'ютерної математики (СКМ). Так, у роботі Н.Рашевської [391] наведено виокремлені авторкою групи програмного забезпечення ІКТ, які дослідниця класифікувала згідно з призначенням, структурою та функціями для застосування в освітньому процесі у ЗВО при вивченні математики. До першої групи дослідниця віднесла «математичні пакети вузької спеціалізації»: GAP, Macaulay, Singular та ін.; до другої групи – «програмні засоби візуалізації математичних даних»: GnuPlot, JMol, LaTeX та ін.; до третьої групи – «системи геометричного моделювання»: Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.; до четвертої групи – «системи комп'ютерної математики»: Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage та ін.

З огляду доступності, доцільності, простоти у використанні при вивченні математики МБГЕТК та передбачених навчальним планом освітнього процесу застосування СКМ виокремлюємо четверту групу програмного забезпечення ІКТ для педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Переважає більшість науковців, серед яких Ю. Биков [31], Р. Зуб'як [152], С. Семеріков [416], стверджують про ефективність застосування змішаного навчання (електронного) як моделі освітнього процесу підвищення результативності та дієвості освітніх практик.

На думку С. Семерікова [417], електронне навчання в освітньому процесі ЗВО є інноваційною педагогічною технологією, що обумовлює підвищення мобільності та професійності студентів, і на сучасному етапі розвитку ІКТ може розглядатися як *технологічна основа фундаменталізації вищої освіти*. Поділяючи цю думку, вважаємо, що одним із інструментів



педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є ІКТ та СКМ.

В освітньому процесі засоби навчання та засоби ІКТ мають такі функціональні особливості: компенсаторна, адаптивна, інформаційна, інтеграційна, інструментальна [104].

*Компенсаторна функція ІКТ* полягає у тому, щоб полегшити процес навчання, обумовлює досягнення мети з найменшими затратами. *Адаптивна функція ІКТ* підтримує сприятливі умови перебігу освітнього процесу (включає показ демонстрацій, організацію самостійних робіт студентів). *Інформативна функція ІКТ* полягає у тому, щоб підсилити передачу інформації студентам.

*Інтеграційна функція ІКТ* дозволяє продемонструвати студентам, що вивчення конкретного поняття є частиною вивчення елемента загального цілого навчального матеріалу. Інструментальна функція орієнтована на забезпечення певних видів діяльності і досягнення поставленої методичної мети [196].

Розглянемо більш детально завдання фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК та шляхи їх розв'язання за допомогою ІКТ.

Як зазначалося у розділі 1, результатом фундаменталізації освітнього процесу у технічному закладі вищої освіти є низка особливих характеристик, що сформувалися у майбутнього технічного фахівця, зокрема це:

- узгодженість теоретичних і практичних знань з розумінням важливості матеріалу, що вивчається;
- націленість майбутнього фахівця на виділення головного із загальної структури навчального матеріалу (виділення ядра інваріантних знань) з метою застосування його в подальших професійних дослідженнях,
- високий рівень вмотивованості студентів до навчання, що обґрунтоване розумінням студентами цінності прикладного застосування програмного матеріалу;

- сформованість умінь сприймати навчальний матеріал з різних дисциплін цілісно, розуміючи міждисциплінарні взаємозв'язки.

Реалізація педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК має за мету декілька завдань:

- ✓ формування інваріантних особистісно важливих математичних знань, які утворюють математичне ядро у МБГЕТК;
- ✓ формування системного мислення у студентів МБГЕТК;
- ✓ формування вміння застосовувати математичний апарат при вирішенні завдань чи проблем прикладного характеру і відповідно формування навички пошуку необхідного шляху розв'язання проблеми;
- ✓ формування складових професійно спрямованої математичної компетентності (мотиваційної, когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльнісної).

За висновками багатьох науковців, застосування ІКТ в освітньому процесі є найефективнішим, коли відбувається раціональне інтегрування ІКТ у традиційний процес навчання, інтегрування їх до складу навчально-методичних комплексів та використання ІКТ разом із друкованими матеріалами [260].

У контексті першого завдання фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК застосування ІКТ в освітньому процесі є засобом фокусування уваги студентів на найважливіших математичних поняттях, складових математичного ядра. За допомогою СКМ студентам пропонується робити перевірку чи розв'язувати деякі базові завдання.

Формування у МБГЕТК системного мислення у процесі застосування ІКТ в освітньому процесі реалізується у межах функціонування принципу системності та системного підходу, про що йшлося у п. 2.1. Повторюваність дій та вправ у тому числі із застосуванням ІКТ, що поєднані у певній логічній закономірності, приводить до формування у студентів системного мислення, розуміння взаємозв'язків між різними темами та поняттями з математики, а

також розуміння доцільності вивчення цих понять для спеціальних дисциплін.

Інтеграція ІКТ у педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК сприяє формуванню складових професійно спрямованої математичної компетентності. Так, студенти при застосуванні пакетів СКМ можуть додатково ще раз перевірити розв'язки завдань, звірити власний розв'язок із запропонованим комп'ютерною програмою, побудувати графіки розв'язків диференціальних рівнянь, інтегралів за допомогою СКМ тощо. Такі можливості ІКТ сприяють формуванню мотиву набуття знань, особливо для студентів із недостатнім рівнем шкільної математичної підготовки.

В основі впровадження ІКТ в освітній процес покладено загальнодидактичні принципи навчання. До них віднесено принцип єдності навчання, виховання і розвитку; принципи науковості і системності, свідомості і творчої активності студентів у навчанні; принцип наочності, міцності засвоєння знань, формування умінь і навичок; принцип диференційованого підходу до навчання кожного студента за умов колективної роботи групи; принцип розвивального навчання.

Застосування ІКТ в освітньому процесі з метою досягнення завдань фундаменталізації МБГЕТК доцільно проводити структурно, враховуючи форми проведення занять та мету заняття. Згідно з навчальними планами у технічних ЗВО форми організації освітнього процесу класифікують таким чином: аудиторні заняття (лекційні та практичні), самостійна робота студентів, практика, контрольні заходи.

Вивчення вищої математики передбачає такі форми організації навчальної діяльності, як аудиторні заняття (лекція, практика), самостійна робота студентів, контрольні заходи. За типом проведення практичне заняття може набувати фронтальний, груповий, індивідуальний характер. Самостійна робота студентів переважно відбувається поза аудиторією, вона може включати участь студентів у конференціях, у розробці проєктів.

Ми класифікували використання СКМ згідно з формою навчальної діяльності, що продемонстровано у таблиці 3.2.

Отже, ІКТ у освітньому процесі можуть бути використані для всіх форм навчальної діяльності. Разом із досить широкими можливостями застосування ІКТ у освітньому процесі під час математичної підготовки МБГТЕК їх використання доцільно проводити помірно.

Таблиця 3.2

**Форми навчальної діяльності студентів та застосування СКМ у процесі фундаменталізації математичної підготовки**

<i>Форми навчальної діяльності</i>		<i>Застосування ІКТ, СКМ</i>	
<i>Аудиторна робота студентів</i>	<i>лекція</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Застосування пакетів Maple, MathCAD, MathType із презентацією у PowerPoint</li> </ul>	
	<i>практичне заняття</i>	<i>Фронтальний характер</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Застосування пакетів Maple, MathCAD, MathType, Mathematica для знаходження розв'язків завдань прикладного характеру</li> </ul>
		<i>Груповий характер</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Застосування одним або декількома учасниками групи пакетів Maple, MathCAD, MathType, WolframAlpha для пошуку розв'язків математичних задач, у тому числі прикладного характеру</li> </ul>
	<i>Індивідуальний характер(самостійна робота)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Застосування пакетів Maple, MathCAD, MathType в індивідуальному порядку</li> </ul>	
<i>Самостійна робота студентів</i>	<i>Метод проєктів Участь в конференціях</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підбір необхідного пакету СКМ для оптимального результату і вирішення поставлених завдань</li> </ul>	

Таку ж думку висловлюють автори [91, с. 26], які підкреслюють, що упровадження ІКТ в освітній процес повинно бути помірним та поєднуватися з іншими суміжними засобами дидактичного процесу, оскільки постійне застосування ІКТ спричиняє навантаження на зоровий аналізатор та швидку втомлюваність студентів. Крім того, автори наголошують, що

перенасиченість ІКТ в освітньому процесі створює додаткову напругу та може нашкодити результатам навчання. Враховуючи міркування дослідників щодо впровадження ІКТ та СКМ в освітній процес, ми під час реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК із впровадженням ІКТ дотримувалися правила раціонального поєднання класичної методичної системи математичної підготовки та упровадження ІКТ. Враховуючи цей підхід, подання навчального матеріалу доповнювалося застосуванням СКМ, що сприяло кращому його розумінню та сприйняттю; застосуванню ІКТ завжди передувало словесне пояснення викладача з використанням дошки, при цьому викладач максимально долучає студентів у діалозі під час проведення лекційного чи практичного заняття. У своєму дослідженні В. Ключко обґрунтовує необхідність дотримання принципу доповнювальності, що введений у педагогічну практику П.Ерднієвим та Б. Ерднієвим. Цей принцип дає можливість організувати навчання математики таким чином, щоб поєднати взаємодоповнювальні методи навчання, побудовані на використанні образних і логічних компонентів інформації. А це є основою для формування міцних знань.

Отже, застосування ІКТ, як елемента педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК має відбуватися із дотриманням низки вимог. Зокрема, ІКТ та СКМ (як елемент ІКТ) повинні бути доступними студенту як для розуміння, так і у формі застосування, дотримуватися ідеї навчання фундаментальних сутностей, а не другорядних деталей. Це означає, що ІКТ повинні підсилювати значущість вивченого математичного матеріалу, а не відволікати студентів своєю технічною стороною.

Починаючи із 2009 року, набула активного поширення математична програма WolframAlpha, на основі якої розроблено велику кількість математичних програм, що є легкими у застосуванні та мобільними. WolframAlpha зараз є доступною в інтернеті й не потребує додаткових встановлень та дозволів. Доцільність використання цієї програми у контексті

фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК обґрунтовується можливостями, що надає програма у покроковому поясненні та розв'язанні завдань.

У практикумі [322], що входить до розробленого навчально-методичного супроводу педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, наведено приклади застосування WolframAlfa.

*Приклад. Знайти матрицю, що обернена до матриці  $A$ , якщо:*

$$A = \begin{pmatrix} 10 & -9 & -12 \\ 7 & -12 & 11 \\ -10 & 10 & 3 \end{pmatrix}.$$

Обчислення оберненої матриці за допомогою системи WolframAlfa продемонстровано рисунком (рис. 3.13)

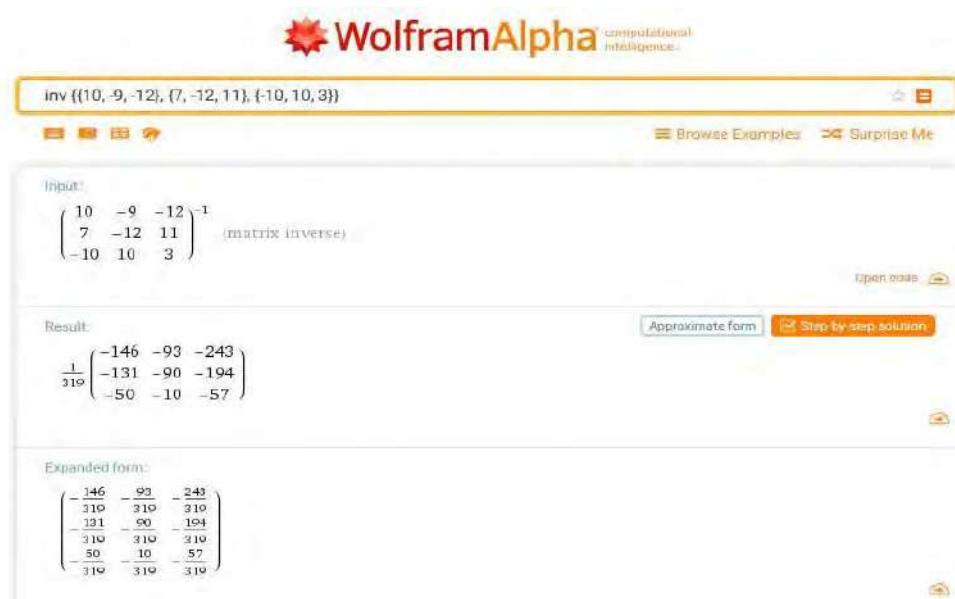


Рисунок. 3.13 Обчислення оберненої матриці за допомогою системи WolframAlfa [322]

Натиснувши <Step-by-step solution>, отримаємо 13 кроків визначення оберненої матриці методом Гаусса-Жордана, який ми не розглядали у цьому посібнику, але з яким можна ознайомитись, наприклад, у Інтернеті.

За допомогою цієї програми студенти можуть робити перевірку багатьох завдань. Програма WolframAlfa дає можливість графічного зображення розв'язків завдання.

Однією зі стратегій покращення професійної підготовки фахівців у ЗВО у контексті реалізації ідеї упровадження ІКТ в освітній процес є використання хмарних технологій.

У освітньо-інформаційному середовищі застосування ІКТ сприяє легкому розв'язанню проблем зберігання, пошуку і доставлення інформації студентам.

Гарним прикладом застосування ІКТ при вивченні розділів вищої математики у межах реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є комп'ютерні пакети Maple. Зручність застосування пакетів Maple у тому, що студенти завдяки цьому математичному пакету можуть прослідкувати зміну розв'язку однотипних задач з різними коефіцієнтами, аналізувати результати розв'язків рівнянь з різними початковими умовами та робити висновки. На рисунку (рисунок 3.14) продемонстровано розв'язок диференціального рівняння.

Перевагою розв'язування завдань у системі Maple є, по-перше, можливість за допомогою програми змінювати початкову умову, аналізувати варіації відповіді, оскільки незначна зміна умови призводить до несподіваних розв'язків; по-друге, можливе поетапне розв'язування такого типу завдання. Здійснюючи аналіз різниці у результатах і порівнюючи результати дещо змінених завдань, студенти набувають умінь розумової діяльності. Як зазначалося, серед сучасних засобів ІКТ у процесі підготовки інженера використовуються системи комп'ютерної математики (СКМ) як один із напрямів застосування ІКТ в освітньому процесі, серед них Maple, MathCAD, MathType та багато інших.

**Однорідні диференціальні рівняння**

Диференціальне рівняння  $y' = f(x, y)$  називається *однорідним*, якщо для функції  $f(x, y)$  при будь-якому дійсному  $t$  виконується тотожність  $f(tx, ty) = f(x, y)$ . Однорідне диференціальне рівняння  $y' = f(x, y)$  можна звести до вигляду  $y' = g\left(\frac{y}{x}\right)$ .

**Метод розв'язання**

Однорідне рівняння *підстановкою*  $\frac{y}{x} = u$  або  $y = ux$ ,  $\frac{dy}{dx} = u + x \frac{du}{dx}$  зводиться до *диференціального рівняння з відокремленими змінними*. Отримаємо:

$$\frac{du}{g(u) - u} = \frac{dx}{x}$$

Проінтегруємо останню рівність:  $\int \frac{1}{g(u) - u} du = \int \frac{1}{x} dx$  або  $\int \frac{1}{g(u) - u} du = \int \frac{1}{x} dx$ .

```
> Int(1/x, x) := -ln(x) + 'c';
```

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln(x) + c$$

Тому  $\int \frac{1}{g(u) - u} du$

Але  $\int \frac{1}{x} dx = \ln(x)$

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln(x)$$

$$\int \frac{du}{g(u) - u} = \ln|x| + C$$

Рисунок 3.14 Фрагмент застосування пакету Maple до розв'язання задач розділу «Диференціальні рівняння»

У освітньо-інформаційному середовищі застосування СКМ є важливим елементом та шляхом вирішення проблем, із якими стикаються студенти при розв'язуванні професійно-орієнтованих завдань.

Наприклад, деякі математичні пакети «самі» моделюють та будують графічне зображення розв'язку прикладної задачі, побудова якого вручну є досить складним завданням.

Наведемо декілька прикладів застосування математичного пакета MathCAD у процесі фундаменталізації математичної підготовки.

До фундаментального математичного ядра віднесено тему «Диференціальні рівняння», їй передують теми «Функція багатьох змінних». Студентам доцільно наочно продемонструвати побудову графіка функції двох змінних та показати побудову ліній рівня.



**Приклад.** Розглянемо функцію двох змінних

$$f(x, y) := \sqrt{x^2 + y^2} + 0,5\sqrt{(x+1)^2 + y^2}$$

Задаємо множину значень аргументу  $x$  та кількість точок ділення  $x_n=20$ :

$$x_{low} := -20 \quad x_{high} := 20$$

Задаємо множину значень аргументу  $y$ :

$$y_{low} := 0 \quad y_{high} := 20 \quad \text{та кількість точок ділення } y_n=20. \text{ Обчислюємо}$$

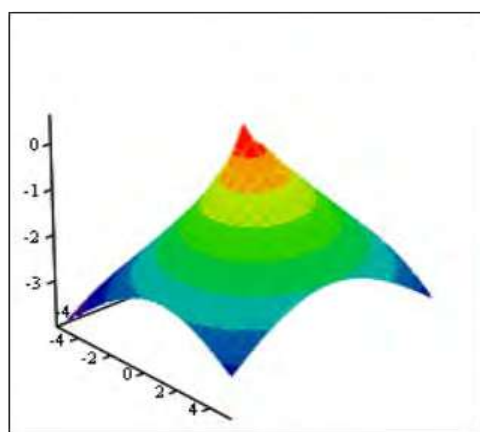
координати точок області існування функції і її значення у цих точках:

$$i := 0.. x_n - 1 \quad x_{ind}_i := x_{low} + i \cdot \frac{x_{high} - x_{low}}{x_n - 1}$$

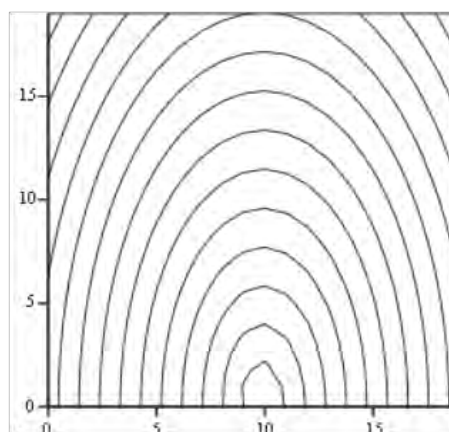
$$j := 0.. y_n - 1 \quad y_{ind}_j := y_{low} + j \cdot \frac{y_{high} - y_{low}}{y_n - 1}$$

$$M_{i,j} := f(x_{ind}_i, y_{ind}_j)$$

Побудуємо графік функції і відповідні лінії рівня (рис 3.15).



f



M

Рис. 3.15 Графік функції та лінії рівня

Аналогічну задачу розв'язуємо щодо іншої функції двох змінних

$$g(x, y) := y^2 - x^3 + 2x^2 \text{ (Додаток І)}.$$

Використання математичного пакету MathCAD сприяє формуванню когнітивної, операційно-діяльній складових ПСМК. При розв'язуванні задачі Коші при заданих початкових умовах зручно продемонструвати студентам побудову графіка розв'язку. Студенти таким чином розуміють, що розв'язком диференціального рівняння є деяка функція. В цьому випадку застосування математичного пакету MathCAD відбувається в межах реалізації принципу наочності фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, про що йшлося у п.2.1. Розглянемо приклад.

**Приклад.** За допомогою математичного пакету MathCAD знайти розв'язок задачі Коші.

$$y' := \frac{e^x}{y(1+e^x)}, \quad y'(0)=1$$

Виділяємо змінні і отримаємо розв'язок диференціального рівняння у вигляді  $y(x) := \sqrt{2 \ln(e^x + 1) - 2 \ln(2) + 1}$ . Будуємо графік функції для випадку  $y(0)=1$  за допомогою обчислювального блоку Given / Odesolve математичного пакету MathCAD. (рис 3.16).

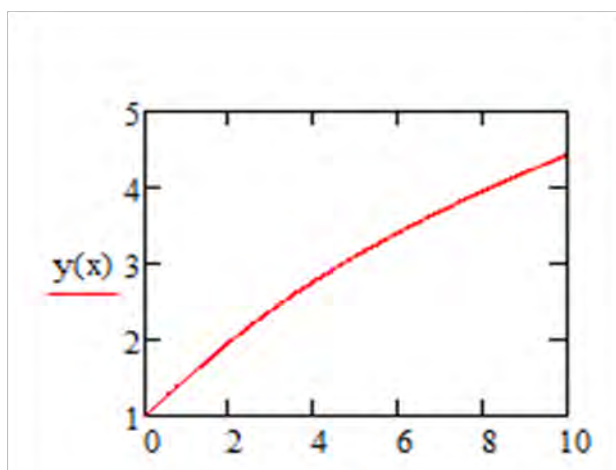


Рис. 3.16 Графічне зображення розв'язку диференціального рівняння

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК має професійне спрямування. Тому у процесі застосування математичних пакетів (MathCAD,

Maple тощо) доцільно розв'язувати професійно-орієнтовані завдання. Розглянемо приклад.

**Приклад.** Розглядається процес усталеного змінного струму в колі з самоіндукцією. Процес описується відповідним диференціальним рівнянням:

$$\frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i - \frac{V}{L} = 0, \text{ де } i - \text{ сила струму, } V - \text{ напруга, } R - \text{ опір кола, } L -$$

коефіцієнт самоіндукції. Побудувати графіки напруги  $V = A\sin(\omega t)$  і графік сили струму з даною напругою. Порівняти частоти, амплітуди і фази. Чи залежить сила струму з напругою  $V = A\sin(\omega t)$  від початкового значення сили струму  $i_0$  через короткий проміжок часу?  $R=4, L=2, A=2, \omega=2$ . [186, с. 49].

Важливо разом зі студентами «встановити» тип диференціального рівняння, (встановити, що дане диференціальне рівняння є диференціальним рівнянням першого порядку), пригадати типи диференціальних рівнянь першого порядку та методи їх розв'язування. У процесі повторення відбувається систематизація вивченого матеріалу, закріплюються у пам'яті фундаментальні базові поняття шляхом зміцнення зв'язків між нейронами (п. 2.2).

Розв'язком вихідного диференціального рівняння є функція  $\frac{di}{dt} + 2i = \sin(2t)$

Графік розв'язку рівняння  $\frac{di}{dt} + 2i = \sin(2t)$  будемо, використавши обчислювальний блок Given / Odesolve математичного пакету MathCAD (рис 3.6)

Given

$$\frac{d}{dt} i(t) + 2i(t) = \sin(2t)$$

$$i(0) = 3$$

$$F := \text{Odesolve}(t, 5\pi)$$

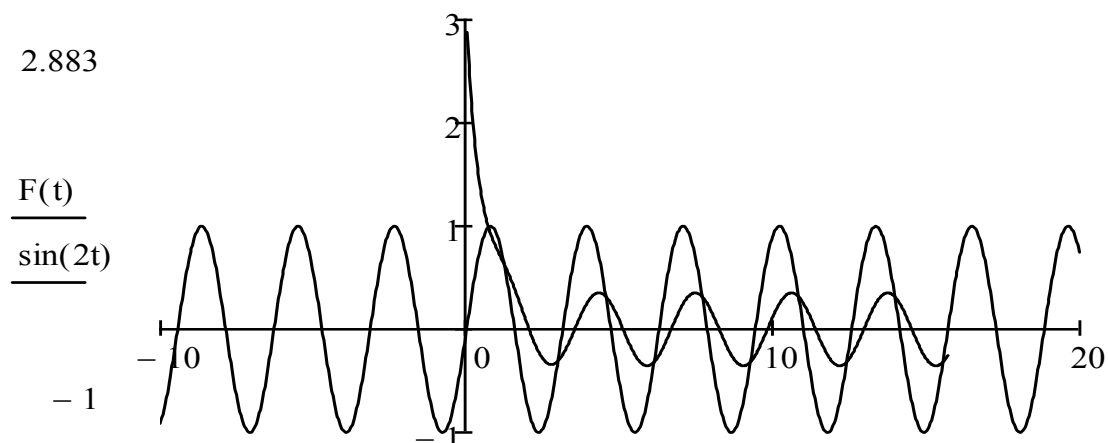


Рисунок 3.17 Геометричне зображення розв'язку диференціального рівняння

Наступним кроком необхідно разом зі студентами провести аналіз побудованого графіка. Аналіз одержаних графіків сили струму із данною напругою та напруга дозволяє зробити висновок, що 1) сила струму з даною напругою і напруга мають однакову частоту, але різні амплітуду і фазу, що видно з рисунка; 2) процес усталеного змінного струму в колі з самоіндукцією не залежить від початкового значення струму  $i_0$ .

У процесі розв'язання подібних професійно-орієнтованих завдань із застосуванням СКМ у МБГЕТК формуються складові ПСМК, оскільки під час цього процесу задіяний увесь комплекс логічних операцій, що входять до складових ПСМК. Додаткові приклади розв'язування професійно-орієнтованих завдань із застосуванням СКМ наведено у додатку (Додаток Й).

Студенти повинні бачити, що коли програма СКМ надає розв'язок диференціального рівняння за допомогою гіперболічних функцій (а раніше отриманий розв'язок за допомогою експоненціальних функцій), то це лише альтернативний розв'язок з точністю до символічних перетворень. Слід також навчання студентів поєднувати з оцінюванням характеристик СКМ, з роз'ясненням недоліків методів і програм, з описом перспектив розробки числових методів та їх програмного забезпечення.

Під час упровадження ІКТ у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК вступає в дію *синергетичний підхід*, що належить до теорії самоорганізації і який обумовлює фундаменталізацію освітнього процесу. Він підсилює відсутність будь-якого нав'язування суб'єктам освітнього процесу доцільності чи недоцільності застосування СКМ. Викладач разом з тим корегує надмірне застосування ІКТ. Студенти, що мають високий рівень знань, можуть застосовувати СКМ лише для перевірки відповіді завдань; студенти із нижчим рівнем підготовки можуть користуватися вказівками, що пропонуються системами комп'ютерної математики.

Автори [165, с. 265] обґрунтовують застосування пакета MathCAD простотою у застосуванні пакета та достатньою наявністю елементарних «вмінь роботи з Windows-додатками» автори пропонують впроваджувати це СКМ при вивченні тем: «Аналітична геометрія», «Лінійна алгебра», «Теорія функцій однієї змінної», «Теорія границь», «Дослідження функцій за допомогою похідної», «Інтегральне числення функцій однієї змінної», «Диференціальне та інтегральне числення функцій кількох змінних».

Обсяг застосування СКМ під час вивчення розділу «Інтегральне числення» викладач визначає залежно від рівня знань студентів в академічній групі, також викладачем визначається та частина завдання, яка буде розв'язана за допомогою СКМ. Розглянемо для прикладу параграф розділу «Інтегральне числення» – «Інтегрування дробово-раціональних функцій». Нехай маємо інтеграл правильного дроби, знаменник якого є многочлен. Студентам відомі пункти алгоритму інтегрування дробово-раціональних виразів, зокрема, про розклад многочлена на елементарні множники. Для того, щоб надалі подати цей підінтегральний вираз у вигляді суми декількох елементарних дробів, потрібно розкласти знаменник вихідного дроби на елементарні множники. Цю дію можна виконати вручну. А якщо студенти у шкільному курсі математики не практикували теорему Безу, доцільно її навести.

Розглянемо приклад, що наведений у нашій роботі [248].

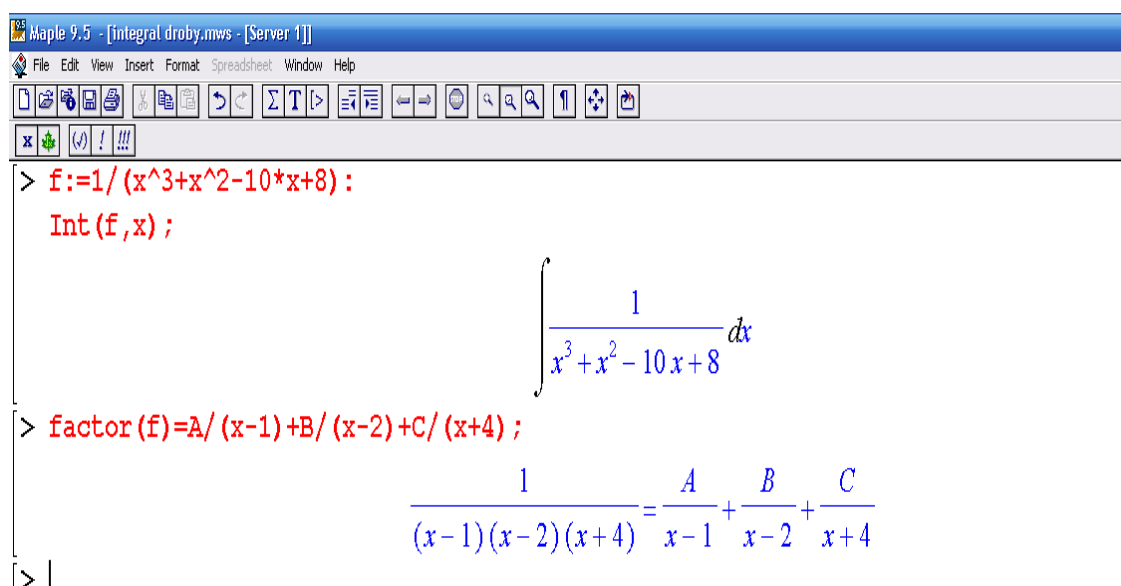
Знайти інтеграл

$$\int \frac{dx}{x^3 + x^2 - 10x + 8}.$$

Маємо дробово-раціональну функцію під знаком інтеграла. Акцентуємо увагу студентів на тому, що дріб є правильним. Щоб проінтегрувати вираз потрібно розкласти знаменник на елементарні множники, тобто утворити суму елементарних дробів під знаком інтеграла.

У знаменнику цього правильного дробу маємо многочлен третього порядку:  $x^3 + x^2 - 10x + 8$ . За теоремою Безу шукаємо корені серед дільників вільного коефіцієнта:  $\pm 1, \pm 2, \pm 4, \pm 8$ . Першим таким коренем є  $x=1$ . Тому увесь многочлен поділимо кутом на  $x-1$ . Одержаний квадратичний тричлен знову розкладаємо на множники:  $x^2 + 2x - 8 = (x-2)(x+4)$ . Отже, отримаємо такий розклад:  $x^3 + x^2 - 10x + 8 = (x-1)(x-2)(x+4)$ .

Застосовуючи пакет Maple 9.5, вказаний підінтегральний вираз розкладаємо на множники швидше, пропускаючи відомі студентам дії розкладу (рис. 3.18).



```

> f:=1/(x^3+x^2-10*x+8);
  Int(f,x);

```

$$\int \frac{1}{x^3 + x^2 - 10x + 8} dx$$

```

> factor(f)=A/(x-1)+B/(x-2)+C/(x+4);

```

$$\frac{1}{(x-1)(x-2)(x+4)} = \frac{A}{x-1} + \frac{B}{x-2} + \frac{C}{x+4}$$

```

> |

```

Рисунок 3.18 Застосування пакету Maple 9.5 до обчислення інтегралів дробово-раціональних виразів

Для студентів різних спеціальностей завдання, розв'язання яких проводиться із застосування СКМ, будуть відрізнятися своєю професійною спрямованістю. Для студентів – майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» – доцільно підбирати професійно-орієнтовані завдання, що пов'язані із майбутньою спеціальністю.

*Особистісно-орієнтований* підхід фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК при застосуванні СКМ обумовлений спрямуванням освітнього процесу на розвиток особистості студента, його здібностей.

Застосування принципу науковості у процесі застосування ІКТ під час вивчення вищої математики МБГЕТК у контексті реалізації педагогічної системи фундаменталізації відбувається шляхом дотримання відповідності використання ІКТ науковому знанню.

Способи подання навчального матеріалу повинні відповідати сучасним науковим методам пізнання. Як зазначалося вище, провідним методом пізнання є *метод моделювання*, який ми розглянемо далі.

### **3.3. Застосування математичного моделювання прикладних завдань у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

До основних ознак фундаментальної математичної підготовки можна віднести: вміння володіти фундаментальними математичними знаннями [513], єдність математичних знань і вмінь, творче застосування математичного апарату до дослідження і вирішення прикладних інженерно-професійних задач.

Відтак фундаментальна підготовка з математики МБГЕТК передбачає: набуття майбутніми фахівцями вмінь використовувати методи математичного апарату у своїй професійній діяльності, головне – формування вміння усвідомлювати взаємозв'язки між інженерними

моделями та математичним описом цих моделей [219]. Зазначимо, що набуття вказаних вмінь обумовлене вмінням до структурування загальних математичних фундаментальних законів, принципів, правил та понять (про що йтиметься у розділі 4).

Різні аспекти математичної підготовки студентів ЗВО було розглянуто у дослідженнях В. Клочка, Т. Колесник, Н. Матвійшеної, Л. Нічуговської, С. Ракова, Л. Панченко, Н. Рашевської, О. Семеніхіної. У роботах учених обґрунтована концепція підвищення якості математичної освіти майбутніх фахівців в умовах застосування математичного моделювання. Вчені у своїх дослідженнях обґрунтували вибір провідного напрямку модернізації методичних систем навчання математики майбутніх фахівців саме через реалізацію такого підходу. Водночас у роботах більшості відомих нам дослідників не розглядалися проблеми навчання вищої математики і математичного моделювання студентів галузі знань «Електроніка і телекомунікації». Що стало прогалиною у цілісній концепції впровадження математичного моделювання у освітній процес у технічних ЗВО.

Важливою складовою фундаментальної математичної освіти майбутніх технічних фахівців має бути опанування ними методу математичного моделювання [193]. Методологію моделювання обґрунтовано А. Колмогоровим, О. Самарським, А. Тихоновим та багатьма іншими науковцями. Прикладом математичного моделювання побудови рамки кваліфікацій є дослідження В. Єремєєва, В. Осадчого, О. Гулініної та О. Донєвої, у якому обґрунтована та розроблена математична модель інтелектуальної інформаційної системи, поняттєвий апарат якої складають назви стандартів національної рамки кваліфікацій та параметри «знання», «вміння» [533], модель можна використовувати для самотестування для визначення рівня кваліфікації.

Формування вмінь математичного моделювання під час вивчення курсу вищої математики є одним із важливих завдань методики навчання математики МБГЕТК.



Центральне місце методу математичного моделювання відведено дефініції «модель». Це поняття має неоднозначне тлумачення у роботах науковців. У п. 2.1 наведено аналіз досліджень поняття «модель».

Сприйняття процесів, станів, об'єктів у процесі моделювання відбувається через сприйняття моделі, що наче уособлює реальний процес чи стан. Тут йдеться про перенесення певним властивостей об'єкта, стану чи процесу на модель. Спроектвана модель (в її аналітичному записі) дає можливість зрозуміти структуру взаємозв'язків між елементами процесу, явища, що моделюються.

Математичною моделлю будемо називати абстрактну модель  $Y=F(X,S)$ , яка відображає систему  $S$  (під символом  $S$  будемо розуміти параметри системи) у вигляді математичних відношень. Як правило, йдеться про систему математичних співвідношень, що описують процес або явище ( $S$ ), і за відповідними вхідними значеннями  $X$  внутрішніх параметрів отримують вихідні значення  $Y$  – об'єкта моделювання, який вивчається. У загальному розумінні така модель є множиною символічних об'єктів і співвідношень між ними.

Для розрахунків у задачах при вивченні спеціальних дисциплін будують математичну модель, що відповідає, наприклад, графічному зображенню електричного кола [221].

Наведемо приклад.

**Приклад 1.** Нехай задано коло послідовно з'єднаних елементів при умові синусоїдного струму (рисунок 3.19). Записати математичну модель, що описує процеси та поєднує в цілісній взаємодії елементи кола.

Для цього кола можна записати таку математичну модель поєднання елементів кола

$$U_m \sin(\omega t + \beta) = I_m z \sin(\omega t + \alpha + \varphi)$$

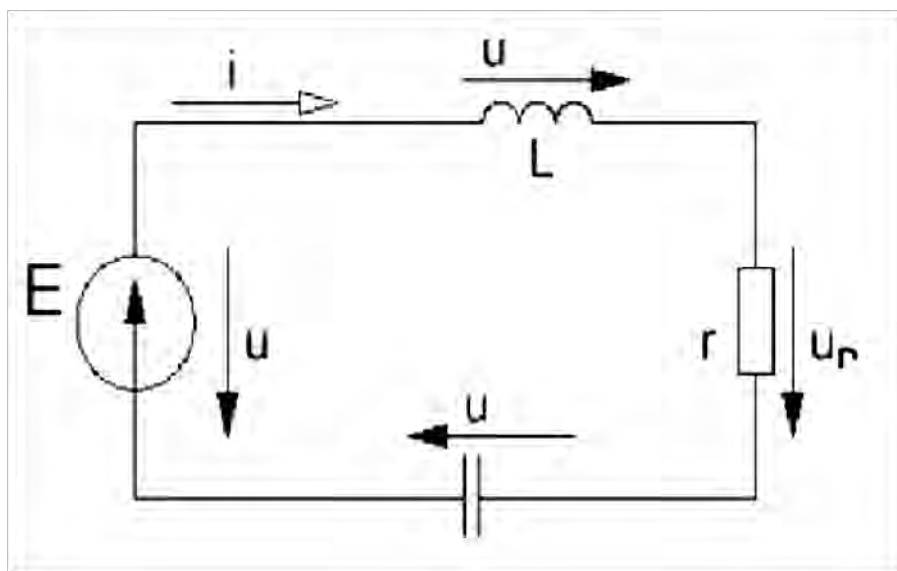


Рисунок 3.19 Коло з послідовно з'єднаними елементами  $r$ ,  $L$ ,  $C$  і синусоїдним джерелом напруги

Доцільно підкреслити студентам, що в цьому випадку (при послідовному з'єднанні елементів  $r$ ,  $L$ ,  $C$ ) амплітуда прикладеної напруги і струм пов'язані законом Ома:

$$U_m = ZI_m$$

Наведемо ще приклад.

**Приклад 2.** Нехай задано лінійне коло (Рис. 3.20)

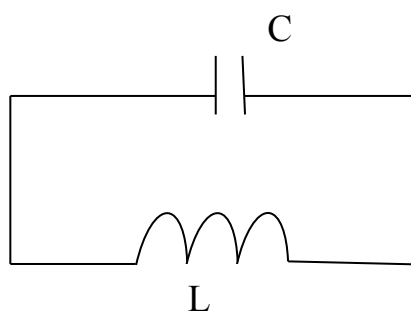


Рисунок 3.20 Графічне зображення коливального контура

Записати математичну модель коливального контура (залежності ємності та індуктивності).

Розв'язок.  $Lq'' + \frac{q}{C} = 0$ . Матимемо диференціальне рівняння другого порядку.

Нехай маємо електричне коло (рисунок 3.19)

Компонентні рівняння двополюсників мають:

a) опори  $i = \frac{1}{R} u$ ;  $u_R = iR$ ,  $u(t) = e(t)$ ;

b) ємності  $i_C = C \frac{du_C}{dt}$ ;  $u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(t) dt$ ;

c) індуктивності  $i_L = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(t) dt$ ;  $u_L = L \frac{di_L}{dt}$ .

Згідно другого закону Кірхгофа

$$U_R + U_C + U_L = U$$

одержимо інтегро-диференціальне рівняння відносно сили струму  $I(t)$ :

$$R \cdot I(t) + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t I(t) dt + L \cdot \frac{dI(t)}{dt} = U(t).$$

відповідне лінійне диференціальне рівняння другого порядку відносно сили струму:

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = \frac{du(t)}{dt}.$$

Якщо  $u = const$ , то тоді рівняння

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = 0$$

називається автономним ДР і можна записати таким чином

$$y + \frac{R}{L} y' + \frac{1}{LC} y = 0.$$

Якщо параметри  $R$ ,  $L$  і  $C$  – сталі, то одержане ДР відноситься до лінійних однорідних рівнянь другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Воно описує вільні коливання контуру (системи).

У процесі математичного моделювання студенти виконують такі кроки, що супроводжуються виконанням мислительних операцій:

- записують математичну модель для реальних об'єктів або процесів, що сприяє активізації пізнавальної діяльності;
- проводять визначення умов, за яких процес моделювання буде можливим, що зумовлює аналіз та добір необхідної теоретичної інформації.

Математична модель описаного процесу відображає явища, що відбуваються в процесі і передає його суть, при цьому надаючи математичного забарвлення;

- визначення реального об'єкта та його моделі. Розв'язання задачі завершено, але не менш важливо провести аналіз отриманого результату на відповідність його фізичному змістові умови задачі.

Формування вмінь студентів виконувати кожну з перелічених дій, сукупність яких забезпечує володіння таким прийомом діяльності, як заміщення (перенесення), відбувається при розв'язуванні відповідних застосункових завдань.

Отже, за своєю суттю математичне моделювання конкретної прикладної задачі передбачає запис цієї задачі символічною математичною мовою.

*Процес математичного моделювання включає такі етапи.*

1. *Попередній аналіз предмету дослідження та формулювання задачі.* Студенти під керівництвом викладача ґрунтовно вивчають процес, що розглядається в задачі, окреслюють базові параметри, суттєві і несуттєві зв'язки і залежності між головними характеристиками процесу, визначають закони, яким він підлягає.

2. *Побудова математичної моделі.* Добір (побудова) моделей об'єктів або процесів, що відображають у математичній формі найважливіші його властивості – закони, яким він підлягає, зв'язки, притаманні його складовим частинам тощо – і є математичною моделлю.

3. *Дослідження математичної моделі математичними методами.* Здійснюється пошук та аналіз математичних методів, що дозволять побудувати математичну модель, а також на підставі її дослідження зробити певні висновки про модельований об'єкт чи процес.

Ми схиляємося до думки більшості дослідників проблеми моделювання, що цей процес складається з двох рівнів. Перший рівень моделювання – фундаментальний. Він охоплює побудову загальних моделей,

що відповідають процесам чи явищам, широким класам прикладних задач. Такого типу моделювання можна зустріти у дослідженнях науковців, їхніх монографіях чи статтях. Цей рівень моделювання відображає загальну картину наукової роботи. В моделі дослідник хоче показати взаємозв'язки між концептуальними поняттями та положеннями.

Другий рівень моделювання – це доопрацювання моделей першого рівня. Це рівень, на якому в моделі відбувається коригування параметрів залежно від поставленого завдання, тобто відбувається деталізація процесу. При необхідності модель коригується, формується нова її схема і тощо.

Окреслимо особливості математичного моделювання у загально професійній підготовці МБГЕТК у тезах:

✓ застосовуючи математику, студенти навчаються використовувати набуті раніше математичні знання. Це може бути під час вивчення математики в аудиторії або поза нею, або також на заняттях з інших дисциплін;

✓ необхідно спонукати студентів висловлювати думки мовою математики не лише під час іспиту, але також під час виконання письмових завдань, захисту типових розрахунків, під час виступу на конференціях та в інших ситуаціях;

✓ вивчати математику не лише шляхом виконання домашніх завдань, але й розв'язуючи нестандартні приклади; брати участь у виконанні проєктів та робити власні відкриття як на заняттях, так і за межами аудиторії.

Реалізації цих концептуальних положень опанування знаннями з математики сприяє застосуванню і систематизації набутих знань та включення їх у ширший зміст, наприклад, фаховий, предметний.

Вивчення спеціальних дисциплін передбачає вміння використовувати операції з математичними об'єктами, розв'язувати рівняння у частинних похідних за методами Д'Аламбера (поширення хвиль), відокремлювати змінні (рівняння Лапласа, Пуассона, Гельмгольца), визначати структури полів (типи хвиль) у хвилевідних лініях та об'ємних резонаторах.

З іншого боку, чільне місце у підготовці майбутнього фахівця посідає здатність послуговуватися системами комп'ютерної математики (СКМ). Підготовка майбутнього фахівця до використання інформаційно-комунікаційних технологій має відбуватися не лише на заняттях з дисциплін природничо-наукового циклу, а насамперед під час вивчення фундаментальних дисциплін.

СКМ класу MathCAD мають висококласну систему чисельних обчислень, проте дещо обмежену систему символічних перетворень. Водночас графічні можливості різних версій MathCAD мало чим поступаються графіці складніших СКМ.

Щодо символічних обчислень і числових розрахунків СКМ Maple та Mathematica мають приблизно однакові можливості. Відзначимо, що інтерфейс Maple є інтуїтивно зрозумілішим, ніж у системи Mathematica.

Слід мати на увазі, що СКМ головним чином використовується лише після виконання студентом усіх перерахованих етапів. А на всіх інших етапах розв'язання задачі студент проявляє власні міркування, що базуються на отриманих фундаментальних природничих і спеціальних знаннях та підкріплюватися логікою інженерного і математичного мислення. Якщо недооцінювати цей суттєвий момент, можна дуже легко потрапити до ситуації, коли підсумком проведених обчислень є отримання абсолютно точного з математичного погляду, але абсолютно неприйняттого з погляду фізичної суті розглянутого явища кінцевого результату.

У більшості закладів вищої освіти України на початку 2020 р. у зв'язку із пандемією освітній процес мав змішаний тип навчання. Така ситуація дозволила провести експеримент порівняння суб'єктивного сприйняття студентами освітнього процесу.

Проаналізувавши отримані відповіді, констатуємо, що студенти частіше застосовують електронні інформаційні ресурси. Також студентам було запропоновано анкетування щодо вибору між дистанційним та класичним варіантом навчання. Результати опитування подано у таблиці 3.3.

**Порівняльний аналіз відповідей студентів щодо форм освітнього процесу**

<i>Якби у вас була можливість вибору, то ви обрали</i>	
On-line навчання (дистанційно)	37(46%)
Класичний варіант (off-line)	43(54%)

Усього у цьому емпіричному дослідженні взяло участь 80 студентів. Однією з важливих проблем студенти виділяли таку: «Нам не вистачає живого спілкування». І ця проблема стосується особливого гостро тих студентів, які є екстравертами. Підсвідомо студенти потребують колективного навчання, здорової конкуренції. У колективі «сильних» студенти із невисоким базовим рівнем знань та вмінь часто вирівнюються і підіймаються на вищий рівень.

При опитуванні студенти називали низку технічних проблем, що відносять до дистанційного навчання: «Домашня обстановка не для навчання, оскільки виникають проблеми з інтернетом, електропостачанням тощо, об'єктивно писали про лінь в умовах дистанційного навчання. А це говорить про два фактори: недостатню мотивацію студентів, і про те, що присутність викладача та робота у колективі є хорошим мотиваційним чинником для навчального процесу.

Отже, до основних проблем студенти віднесли:

- 1) технічні проблеми;
- 2) необхідність живого спілкування з викладачем.

Вирішення цих та багатьох інших питань буде предметом досліджень багатьох науковців.

Щодо використання СКМ слід наголосити про необхідність наводити приклади, які розв'язуються аналітично (наприклад, розв'язання диференціального рівняння), а також із застосуванням методів СКМ. Студентам необхідно підкреслити, що коли програма СКМ надає розв'язок диференціального рівняння за допомогою гіперболічних функцій (а раніше

отриманий розв'язок за допомогою експоненціальних функцій), то це лише альтернативний розв'язок з точністю до символічних перетворень.

Програмне забезпечення СКМ, що застосовується в освітньому математичному моделюванні, також дозволяє вирішувати основні завдання технічних задач у професійній діяльності фахівця, але вони мають низку недоліків у порівнянні із комплексами програм, що використовуються у наукових дослідженнях. Тому навчання студентів має поєднуватися з оцінюванням характеристик застосування СКМ, з роз'ясненням недоліків методів і програм, з описом перспектив розробки числових методів та їх програмного забезпечення.

### **Висновки до розділу 3**

1. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК відбувається в освітньо-інформаційному середовищі (ОІС), яке є частиною інформаційного простору. Під *освітньо-інформаційним середовищем* розуміємо створене з навчальною метою та за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій *середовище (сукупність інформаційних ресурсів та інформації, що перебуває у матеріальній або нематеріальній формі, низку засобів та принципів для її кращого донесення)*, що є підмножиною інформаційного простору та включає цілі освітнього процесу. До освітньо-інформаційного середовища належать усі інформаційні ресурси, електронні підручники, контенти, наукові інтернет-ресурси.

2. Під час здобуття знань та набуття умінь у технічному ЗВО студент перебуває у просторі професійної та математичної інформації. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК перетворює простір професійної математичної інформації у *фундаменталізовану* математичну підготовку, тобто ту, яка сформувалася у педагогічній системі фундаменталізації.



3. Важливим елементом педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є впровадження в освітній процес ІКТ та СКМ як одного із різновидів ІКТ. За допомогою ІКТ досягаються повністю або частково завдання реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. В основі впровадження ІКТ в освітній процес покладено загальнодидактичні принципи навчання, дотримання яких дає оптимальний результат. Разом із позитивними чинниками використання ІКТ під час реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК варто врахувати раціональний підхід до їх використання: застосування ІКТ як підсилення процесу математичної підготовки майбутніх технічних фахівців, а не перевантаження викладу навчального матеріалу програмними засобами. Використання ІКТ у процесі фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК дозволяє перейти від методів і форм пасивного навчання до активних способів організації навчальної діяльності. Це сприяє формуванню таких компетентностей, як: опановування знаннями з математики; формування особистісних та спеціальних умінь і навичок; вироблення установок, необхідних для різноманітної успішної діяльності; розвиток здатності адекватного та повного пізнання себе й інших людей.

4. Використання сучасних ІКТ в освітньому процесі потребує єдиної концепції побудови освітньо-інформаційного середовища та розробок підходів, методів впровадження інформаційних технологій.

Обґрунтовано, що у процесі добору та використання ІКТ необхідно враховувати своєрідність і особливості курсу вищої математики, передбачати специфіку математики як науки, її поняттєвого апарату, особливості методів дослідження їх закономірностей. Коли ІКТ органічно вписуються в освітній процес, тоді студент стає суб'єктом взаємодії і співпраці з викладачем, що позитивно позначається на підвищенні його самооцінки як суб'єкта освітньої діяльності. Необхідно наводити завдання, що розв'язуються як аналітично,

так із застосуванням методів СКМ (наприклад, розв'язання диференціального рівняння).

5. З'ясовано, що СКМ Maple доцільно використовувати під час організації самостійної роботи студентів; для самоперевірки процесу та результатів самостійного розв'язування студентами типових та професійно орієнтованих завдань; для закріплення навчального матеріалу, вивченого на заняттях з вищої математики. При цьому роль викладача полягає в керівництві правильного застосування обраного математичного алгоритму розв'язування задачі.

6. Впровадження сучасних інформаційних технологій в освітній процес призводить до докорінної зміни функцій педагога, який разом зі студентами виступає у ролі дослідника та має більше консультативну роль, ніж навчальну.

Основні наукові результати, представлені у розділі, опубліковано у працях автора: [46, 220, 221, 226, 247, 248, 259, 586].

## РОЗДІЛ 4

### МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

#### **4.1. Педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Ефективне формування професійно спрямованої математичної компетентності внаслідок фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає виокремлення комплексу педагогічних умов як факторів впливу на освітній процес, що підлягає фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. О. Теплицький окреслює педагогічні умови як систему змісту, форм, методів і прийомів, у якій відбувається підвищення ефективності освітнього процесу, відображенням чого слугує успішне виконання поставлених завдань [450]. Автори сучасного тлумачного словника визначають умови як обставини, особливості реальної дійсності, за яких відбувається що-небудь [459, с. 705]. Зважаючи на це, у пропонованому дослідженні поняття «умова» потрактуємо як зовнішній організаційний чинник, наявність якого забезпечує існування та перебіг (функціонування) певного процесу.

Погоджуємося з думкою О. Ключко про тлумачення педагогічних умов як сукупності певних заходів педагогічного впливу та можливостей матеріально-просторового середовища, серед яких – зміст, методи (прийоми) й організаційні форми навчання та виховання [200]. Відтак *педагогічними умовами* вважатимемо *педагогічні чинники, заходи педагогічного впливу*, що спроектовані на зміст, методи та форми навчальної діяльності й уможливають досягнення педагогічних цілей. Система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає низку педагогічних умов

реалізації. У такому сенсі педагогічні умови постають комплексом організаційно-педагогічних чинників, які детермінують набуття знань, умінь і навичок.

Одним із завдань дослідження було виокремити та обґрунтувати педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Для виділення педагогічних умов та подальшої участі у проведенні дослідження було сформовано групу експертів.

Для визначення групи експертів науковці П. Воловик [70], С. Подолянчук [368] розробили підходи до встановлення їхньої кількості.

На думку С. Подолянчука, встановити оптимальну кількість учасників експертної групи досить складно [368]. Водночас автор, узагальнюючи думки науковців-попередників, що досліджували ці питання, підкреслює про рекомендацію брати вибірку кількістю не менше 7 і не більше 20-30 осіб, які будуть експертами.

У пропонованій роботі вибірку склали 26 експертів, серед яких – 15 професорів (9 докторів педагогічних наук, 6 докторів технічних наук), доцентів (5 кандидатів педагогічних наук, 5 кандидатів технічних наук, 1 кандидат фізико-математичних наук). У межах формування вибірки експертів оцінювали рівень компетентності останніх на основі властивостей (джерел аргументації), що найбільше позначаються на професійній кваліфікації, за такими критеріями, як:

- термін (досвід) викладання фундаментальних, спеціальних дисциплін майбутнім бакалаврам технічних спеціальностей (зокрема майбутнім бакалаврам галузі знань «Електроніка та телекомунікації»);
- посада (доцент, професор, завідувач кафедри);
- поінформованість з аналізованої сфери (фундаменталізація математичної підготовки майбутніх технічних фахівців) і знання особливостей математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю;

- обізнаність із напрацюваннями закордонних фахівців у сфері фундаменталізації математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей;
- особиста компетентність (наявність доробків із досліджуваної сфери);
- ознайомлення з роботами українських науковців, що присвячені фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації») (Додаток К).

Компетентність експерта оцінимо згідно з методиками запропонованими у роботах науковців С. Подолянчука [367], С. Дембіцької [108], за допомогою формули

$$K_i = \alpha_{кв} K_{кв} + (1 - \alpha_{кв}) K_{арг} \quad (4.1),$$

де  $K_i$  – коефіцієнт компетентності окремого експерта,

$\alpha_{кв}$  – коефіцієнт ступеня кваліфікації експерта (вибирають  $\alpha_{кв} \in [0,5...1]$ ),

$K_{кв}$  – коефіцієнт кваліфікації окремого експерта,

$K_{арг}$  – коефіцієнт аргументації експерта.

У проєкції особливостей досліджуваного явища – фундаменталізації математичної підготовки майбутніх технічних фахівців (МБГЕТК) – і впливу розробленої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки на формування професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх технічних фахівців вважатимемо ступінь коефіцієнта кваліфікації  $\alpha_{кв} = 0,5$ .

Кваліфікацію окремого експерта  $K_{кв}$  оцінюємо згідно з формулою,

$$K_{кв} = \frac{\varphi_{ij}}{\varphi_{\max}} \quad (4.1.1)$$

де  $\varphi_{ij}$  – значення показника кваліфікації, який визначають з огляду на посаду експерта, а також наявність наукового ступеня та вченого звання (покладемо зміну  $\varphi_{ij} \in [1...12]$ );

$\varphi_{\max}$  – максимальне значення показника кваліфікації (у нашому випадку це – 12).

У дослідженні [108, с. 339, с. 341] запропоновано узагальнену таблицю «Вербально-числова шкала оцінювання кваліфікації експертів», що є узагальненням методики, запропонованої С. Подолянчуком [367]. (Додаток Л).

Оцінка кваліфікації експерта (отриманий показник  $\varphi_{ij}$ ) є об'єктивним, оскільки є документально підтвердженим фактом. Таким чином, значення  $K_{\alpha}$  обумовлене фактами діяльності самого експерта (його посадою, ступенем та вченим званням).

Коефіцієнт аргументації експерта  $K_{\alpha}$  визначають за допомогою самооцінювання експерта. Як зазначає С. Подолянчук у своєму дослідженні [367], що часто експерти перебільшують свою реальну компетентність, проте у дослідженнях. Водночас як засвідчує практика та досвід люди із високою та нормальною самооцінкою в цілому роблять менш значні помилки в оцінюванні явищ, об'єктів, ситуацій, ніж люди із низькою чи заниженою самооцінкою.

Значення показника  $\varphi_{ij}$  встановлюємо за методикою, запропонованою в роботі С. Подолянчука [367].

Відповіді експертів за першим джерелом аргументації оцінювали так: досвід роботи експерта понад 15 років – «високий рівень», досвід роботи в діапазоні від 10 до 15 років – «середній рівень», досвід роботи менше за 10 років – «низький рівень». Решту джерел аргументації було оцінено експертами шляхом оцінювання власної компетентності віднесенням до певного рівня.

На основі отриманих відповідей сформуємо таблицю для оцінювання коефіцієнта аргументації для кожного експерта (табл. 4.1).

## Оцінний вплив джерела аргументації на експерта

N	Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела аргументації		
		високий	середній	низький
1	2	3	4	5
1	Термін (досвід) викладання фундаментальних, спеціальних дисциплін майбутнім бакалаврам технічних спеціальностей (зокрема майбутнім бакалаврам галузі знань «Електроніка та телекомунікації»)	0,5	0,4	0,2
2	Поінформованість з аналізованої сфери (фундаменталізація математичної підготовки майбутніх технічних фахівців) і знання особливостей математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю	0,3	0,2	0,1
3	Обізнаність із напрацюваннями закордонних фахівців у сфері фундаменталізації математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей	0,05	0,03	0,01
4	Особиста компетентність (наявність доробків із досліджуваної сфери)	0,1	0,05	0,01
5	Ознайомленість з роботами українських науковців, присвячених фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніки та телекомунікацій»	0,05	0,03	0,01

(сформовано автором)

Знайдені значення для кожного експерта  $\varphi_{ij}$ ,  $K_{кв}$ ,  $K_{арг}$ ,  $K_i$  наведено у додатку (Додаток М).

Знайдемо рівень компетентності експертної групи з використанням формули, наведеної в роботі [367, с.115].

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i \quad (4.2),$$

де  $K_i$  - коефіцієнт компетентності  $i$ -го експерта

$n$  – кількість експертів.

Обчисливши рівень компетентності сформованої робочої групи експертів для нашого випадку, отримаємо.

$$\sum_{i=1}^n K_i = 18,7, n=26 \quad M = \frac{18,7}{26} = 0,72$$

Сформовану робочу групу експертів можна вважати компетентною в разі виконання умови:

$$0,67 \leq M \leq 1$$

[367, с. 115].

Для нашого випадку показник  $M = 0,72$  знаходиться в інтервалі  $[0,67; 1]$ , тому сформовану групу експертів вважаємо компетентною.

Експертам представили перелік педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, які, на думку автора, є оптимальними. Перелік педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК сформували шляхом аналізу наукової літератури та на основі власного досвіду. Із переліку експерти виокремлювали педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК для подальшого впровадження в освітній процес. Експертам пропонували оцінити за 10-бальною шкалою важливість кожної з рекомендованих педагогічних умов у контексті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Серед імовірних педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки фігурували такі:

1. Виокремлення фундаментальних розділів і тем вищої математики, що є базовими для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».



2. Регулярна систематизація і класифікація отриманих знань студентів, урахування структуризації навчального матеріалу.
3. Вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань.
4. Створення й упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу забезпечення фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.
5. Посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів.
6. Побудова структури навчального матеріалу на основі інтеграції класичної теорії з дисципліни та цікавих історичних фактів.
7. Застосування у процесі фундаменталізації математичної підготовки нестандартних, інтерактивних форм навчання з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів.
8. Урахування принципу диференціації під час математичної підготовки майбутніх технічних фахівців.
9. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.
10. Регулярна систематизація та класифікація здобутих студентами знань.
11. Створення інтегрованих математичних курсів.
12. Визначення поля математичних понять, означення яких ґрунтується на абстрактній основі й емпіричному підході.

Результати оцінок експертами запропонованих педагогічних умов подано у додатку (Додаток Н).

Оцінювання педагогічної умови в 7 і вище балів є підставою вважати її відібраною експертом як *необхідної* педагогічної умови фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

На основі оцінки експертів сформуємо додаткову таблицю щодо відбору педагогічних умов. Педагогічну умову будемо вважати вибраною експертом, якщо вона отримала оцінку 7 та вище балів, тобто набрала 70% та більше. Така умова виділена згідно з загальноприйнятими у науковій

літературі присвоєнь числовим оцінкам «достатнього» та «високого» рівнів. Такій умові поставимо у відповідність «1», якщо педагогічна умова набрала від 1 до 6 балів за експертним оцінюванням, то її будемо вважати не вибраною експертом, і їй нічого у відповідність не ставимо. Узагальнену таблицю із вказаними «вибраними» та «невибраними» педагогічними умовами представлено у додатку (Додаток О).

Як зазначає О. Яшкіна [509, с. 447], ступінь узгодженості думок експертів розділяють за числовими значеннями моди. У пропонованому контексті для конкретної педагогічної умови «мода» – це варіант педагогічної умови фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, який найчастіше обрано експертами. Погоджуючись із такою ідеєю, орієнтувалися на таку класифікацію рівнів узгодженості думок експертів.

*Неузгодженим* є вибір експертами педагогічної умови, якщо відносна частота моди заходиться у межах від 0 до 0,5, що означає вибір від 0% до 50% відсотків експертів однієї й тієї самої педагогічної умови.

*Середнім* ступенем узгодженості вибору експертів педагогічної умови є той, за якого відносна частота моди знаходиться у межах від 0,5 до 0,7, що означає вибір від 50% до 70% експертів однієї й тієї самої педагогічної умови.

*Високим* ступенем узгодженості вибору експертів педагогічної умови є той, за якого відносна частота моди знаходиться у межах від 0,7 до 0,9, що означає вибір від 70% до 90% експертів однієї й тієї самої педагогічної умови.

*Дуже високим* ступенем узгодженості вибору експертів педагогічної умови є той, за якого відносна частота моди знаходиться у межах від 0,9 до 1, що означає вибір від 90% до 100% експертів однієї й тієї самої педагогічної умови.

Відповідно до отриманих значень моди (додаток О) педагогічні умови перша, друга, третя, четверта, п'ята, дев'ята й десята – є вибраними експертами на високому та дуже високому рівнях узгодженості.

Загалом експерти вказали такі педагогічні умови:

- виокремлення фундаментальних розділів і тем вищої математики, що є базовими для МБГЕТК;
  - регулярна систематизація і класифікація отриманих знань студентів, урахування структуризації навчального матеріалу;
  - систематичний вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань;
- створення та впровадження у освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.
- посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів;
  - застосування систем комп'ютерної математики, інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки;
  - регулярна систематизація і класифікація отриманих знань студентів.

Те, що друга та десята педагогічні умови постають дуже близьким за змістом і набрали майже однакову кількість балів у ході експертного оцінювання (з різницею в 9 балів), слугувало підставою для об'єднання їх у одну педагогічну умову.

Для ранжування експертам запропонували перелік із шести педагогічних умов у такому формулюванні:

- ПУ 1 – «виділення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- ПУ 2 – «регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу»;
- ПУ 3 – «вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань»;

ПУ 4 – «упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;

- ПУ 5 – «посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів»;
- ПУ 6 – «застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Експертам було запропоновано проранжувати виокремлені педагогічні умови (Додаток П). Кожній педагогічній умові потрібно було поставити у відповідність порядковий номер, залежно від її важливості для фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Якщо експерт вважає, що серед запропонованих педагогічних умов є ті, які можуть мати однаковий ранг, тобто порядковий номер важливості, то двом умовам відповідатиме однаковий номер рангу – однакове число. Таблиця проранжованих педагогічних умов представлена у додатку (Додаток Р).

Для ранжування, як наголошують дослідники [466], порядкова шкала отриманих результатів ранжування повинна задовольняти умову «рівності числа рангів  $N$  числу ранжованих факторів  $n$ ». У дослідженні – число рангів 6, число ранжованих факторів теж 6, що задовольняє згадану умову (Додаток Р). Побудуємо таблицю усереднених показників рангів. Якщо кільком педагогічним умовам присвоєно однаковий ранг, тобто експерт вважає за потрібне поставити їх на однаковий рівень важливості, то цим педагогічним умовам приписують стандартизований ранг, який обчислюють як середнє арифметичне їхніх номерів. Наведемо приклад.

Розглянемо таблицю (Додаток Р). Виберемо експертне оцінювання педагогічних умов першим експертом (табл. 4.2).

*Таблиця 4.2*

#### **Ранжування педагогічних умов першим експертом**

Педагогічна умова	ПУ1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6
Експерт1	1	3	1	3	4	2

Педагогічним умовам ПУ1 та ПУ3 Експерт-1 поставив у відповідність ранг «1». Тому для них прописується стандартизований ранг, який шукається як середнє значень місць, які вони поділили між собою,  $S = \frac{1+2}{2} = 1,5$ , педагогічні умови ПУ2 та ПУ 4 поділили 4 та 5 місця, їм у відповідність ставиться стандартизований ранг  $S = \frac{4+5}{2} = 4,5$ . Решта педагогічних умов (ПУ 4 та ПУ 6) переписуються без змін. Отже, отримали такі показники стандартизованих рангів педагогічних умов для першого експерта (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Показники стандартзованих рангів педагогічних умов для першого експерта**

Педагогічна умова	ПУ1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6
Експерт1	1,5	4,5	1,5	4,5	4	2

Міркуючи аналогічно та повторюючи описані дії для показників рангів усіх експертів створюємо таблицю стандартизованих рангів для решти педагогічних умов (додаток С).

Проаналізуємо отримані результати, визначивши коефіцієнт конкордації – коефіцієнт узгодженості думок експертів щодо визначення педагогічних умов та їх ранжування.

Оскільки кожен експерт міг декільком педагогічним умовам поставити у відповідність однаковий ранг, то ми будемо обчислювати коефіцієнт конкордації за формулою із урахуванням зв'язаних рангів, тобто:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - 12m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (4.3),$$

де  $m$  – кількість експертів,

$n$  – кількість факторів (педагогічних умов),

$S = \sum_{i=1}^6 T_i^2$  – сума квадратів відхилень суми рангів від середнього для кожного фактора (педагогічної умови)

$T_i = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i)$ , де  $t_i$  – кількість однакових рангів у рядку.

Для нашого випадку  $m = 26$ ,  $n = 6$ .

Обчислимо  $T_i = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i) = 37 \cdot (2^3 - 2) + 3 \cdot (3^3 - 3) = \frac{1}{12} \cdot 294 = 24,5$

Із таблиці С.1 (додаток С) обчислимо суму квадратів відхилень:

$$S = \sum_{i=1}^6 T_i^2 = 5247,75$$

Підставимо отримані значення у формулу (4.4) для обчислення коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot 5247,75}{26^2 (6^3 - 6) - 12 \cdot 26 \cdot 24,5} = \frac{62973}{676 \cdot 210 - 7644} = \frac{62973}{141960 - 7644} = \frac{62973}{134316} = 0,47.$$

Наступним етапом перевірки узгодженості думок експертів щодо педагогічних умов є оцінка значущості знайденого коефіцієнта конкордації. З цією метою використаємо критерій  $\chi^2$  Пірсона.

Обчислимо показник критерію  $\chi^2$  Пірсона за формулою:

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{mn(n+1) - \frac{12}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \quad (4.4)$$

$$\chi_{експ}^2 = \frac{12 \cdot 5247,75}{26 \cdot 6 \cdot 7 - \frac{12}{6-1} \cdot 24,5} = \frac{62973}{1092 - 58,8} = 60,96.$$

Для перевірки значущості отриманого коефіцієнта конкордації порівняємо експериментальне значення критерію  $\chi^2$  Пірсона із табличним значенням. Якщо  $\chi_{експ}^2 > \chi_{табл}^2$ , то коефіцієнт конкордації є статистично значимим.

Табличне значення визначаємо для ступенів свободи  $\nu = n - 1$ , тобто  $\nu = 6 - 1 = 5$ . У психолого-педагогічних дослідження за довірчу ймовірність

вибирають  $p=0,05$  або  $p=0,01$ . Для цих значень та числа ступеней свободи  $\nu = 5$  маємо:

$$\chi_{таб}^2 = \begin{cases} 11,07; & p \leq 0,05, \\ 15,086; & p \leq 0,01. \end{cases}$$

Вибираємо табличне значення критерію  $\chi^2$  Пірсона із довірчою ймовірністю  $p=0,01$ , тобто  $\chi_{таб}^2 = 15,08$ . Маємо  $\chi_{експ}^2 > \chi_{таб}^2$ , тому отримане значення коефіцієнта конкордації є статистично значимим. Згідно з думкою експертів, визначення та ранжування педагогічних умов є узгодженими.

Попри вищевикладене, експерти не визначили як необхідну педагогічну умову «застосування у процесі фундаменталізації математичної підготовки нестандартних, інтерактивних форм навчання для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів», яка, на наше переконання, видається досить важливою та набрала 170 балів із можливих 260 (понад 60% від загальноможливого сумарного балу в експертному оцінюванні). Таку педагогічну умову в роботі не позиціонували як необхідну педагогічну умову фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, але наполягаємо на доцільності застосування інтерактивних форм навчання у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, тож опишемо його далі.

За результатами експертного оцінювання, на основі аналізу наукових джерел і власного досвіду викладання до основних педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК зарахували:

- виділення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань;
- посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів;
- регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу;

- упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Враховуючи специфічність побудови педагогічної системи фундаменталізації та наше бачення її реалізації, педагогічні умови записані саме в такому порядку.

Розглянемо більш детально кожен із виділених педагогічних умов педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК.

Реалізація педагогічної умови *«Виділення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»* відбувається у декілька етапів. Спочатку викладач аналізує освітньо-професійні програми для студентів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», навчальні посібники спеціальних дисциплін, визначаючи необхідні розділи та теми з вищої математики. Також до цього аналізу входить експертна думка викладачів спецдисциплін щодо важливості та пріоритетності окремих тем з вищої математики для МБГТЕК, аналіз навчальної літератури з спецдисциплін пропонованої для вивчення МБГТЕК, на основі чого здійснюється виокремлення базових фундаментальних математичних понять.

Реалізація педагогічної умови *«Вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань»* реалізується низкою засобів. Зважаючи на те, що мотивувати студентів до вивчення певної дисципліни можна лише за умови їхнього розуміння виняткової ваги здобутих знань, вважаємо доцільним під час формування мотивації до набуття знань вводити в освітній матеріал розв'язування професійно-орієнтованих завдань (прикладних задач професійного змісту), процес розв'язку яких сприяє глибшому розумінню та осмисленню



міжпредметних зв'язків, усвідомленню важливості математичного апарату для майбутньої професійної діяльності. На погляд С. Семерікова, прикметною особливістю професійно-орієнтованого навчання є «суттєвий вплив на формування мотивації навчальної діяльності та розвиток інтересу до майбутньої професії» [416, с. 68].

Також доцільні повідомлення з життя вчених, які досягнули успіху. Посутнім у сенсі формування мотивації студентів до навчання є передбачення в освітньому процесі історичних аспектів, зокрема історичних довідок про досягнення професійного успіху вченими описуваної фахової царини. Так, опис проєкту Tuning серед переліку спеціальних компетентностей з математики містить «знання історичного розвитку математики та розуміння її впливу на культурний розвиток науково-технічного мислення» [382], що пов'язано з переконанням в тому, що без елементарних знань з історії розвитку науки знання відповідної наукової дисципліни постають формальними та «неживими».

Фундаменталізація математичної підготовки зумовлює формування наукового, конструкторського, алгоритмічного мислення, а включення історичних аспектів у освітній процес допомагає у розв'язанні цієї проблеми, оскільки історичні аспекти мають відповідні функціональні характеристики, що дозволяє впливати на формування мотивації та мислення студентів.

У контексті прищеплення мотивації до навчання доцільно застосовувати такі інструменти, як: короткі історичні повідомлення на лекціях і практичних заняттях, як-от: про розвиток математичних понять і теорій; стислі екскурси з життя видатних учених, історії відкриття законів, понять; написання рефератів на історичну тематику; проведення невеликих прес-конференцій за участю студентів. Включення історичних фактів у освітній процес дозволяє формувати у студентів науковий стиль мислення, дає можливість студентам відчувати себе частиною наукового світу, оцінити своє положення в просторово-часовому науковому континіумі, усвідомити, що дисципліна, що вивчається – це певний результат праці багатьох учених і

є лише певною ланкою всього її розвитку. Систематичне дослідження цікавих біографічних фактів життя вчених допомагає студентам синтезувати основні якості особистості, що приводять до успіху [245].

Також формування мотивації студентів відбувається через застосування діалогових технологій навчання, коли студенти повністю включаються у процес обговорення розв'язування завдання, що сприяє повному усвідомленню кроків виконання завдання та підвищенню мотивації до навчання загалом.

Друга педагогічна умова набуває втілення шляхом: 1) формування у студентів розуміння важливості вивчення вищої математики для подальшої професійної діяльності й усвідомлення міждисциплінарних зв'язків; 2) пробудження пізнавального інтересу після прослуховування на заняттях повідомлень про цікаві мотивуючі факти з життя вчених, що досягли успіху; 3) залучення студентів у процес навчання шляхом практикування нестандартних форм проведення занять, застосування діалогових технологій навчання, охоплення студентів процесом підготовки виступів на конференціях.

Педагогічна умова – *«Посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів»* – пов'язана з роботою студентів над проєктами; підготовкою й участю з доповідями у наукових конференціях різних рівнів; розробленням корисних моделей, виконанням професійно орієнтованих завдань тощо. Так, результатами залучення студентів до науково-дослідної роботи, описаної в дослідженні, стали отримання 1 патента та 4 авторських прав на твір (Додаток Т), виступи з доповідями та тезами на конференціях різних рівнів. Зауважимо, що досвід підготовки й участі у наукових конференціях сприяє формуванню у студентів уміння пошуку, аналізу, відбору потрібної інформації, її осмисленню та застосуванню. Фрагмент доповіді та бібліографічний опис тез виступів студентів на конференціях наведено в додатку (Додаток У).

Прикметно, що в освітньо-професійній програмі для майбутніх бакалаврів спеціальності «Радіотехніка та телекомунікації», серед загальних компетентностей, які повинен набути майбутній фахівець, містяться компетентності ЗК 7. «Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями», ЗК 8. «Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми». Ці компетентності можливо сформувані в умовах навчально-дослідної роботи, постійного цілеспрямованого заохочення студентів до розумової діяльності. До шляхів реалізації цієї педагогічної умови належать також завдання, що мають не стандартний, проблемний характер. З огляду на вищевикладене зауважимо, що формування вмінь науково-дослідної діяльності є особливо значущим для студентів першого курсу: такі вміння слугуватимуть базисом професійної діяльності МБГЕТК.

Педагогічна умова *«Регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу»* у освітньому процесі реалізується у декілька етапів.

Насамперед зауважимо, що складність понять систематизації та класифікації як явищ царин психології та педагогіки детермінує логіку їх більш детального розгляду. Так, проблемі систематизації, класифікації й узагальнення знань присвятили свої роботи Ю. Бабанський, П. Гальперин, Л. Занков, З. Слєпкань, О. Леонт'єв, М. Ковальчук, О. Москаленко й ін.

Першими спробами систематизації інформації були праці Арістотеля із науковою систематизацією та класифікацією знань античного світу. Ідея систематизації та класифікації інформації полягає у зведенні інформації, знань про конкретну групу об'єктів у єдину структуру, систему, що відображатиме основні властивості та взаємозв'язки в цій групі об'єктів [433]. Складність процесу систематизації знань, як переконує О. Марченко, уможливорює його представлення в таких аспектах, як: гносеологічний – взаємодія об'єкта і суб'єкта у процесі пізнання; психологічний – механізм евристичних дій; логічний – зв'язок із мисленням, логічні структури [303]. Прикметно, що терміном «систематизація» часто послуговуються разом із

терміном «повторення», оскільки ці дві мислинні операції передбачають спрямування розумової активності на повторення, усвідомлення, переосмислення, запам'ятовування інформації.

У філософському аспекті систематизація та класифікація постають складниками логіко-гносеологічного процесу досягнення результату. Систематизація знань постає логічним процесом узагальнення, що впорядковує знання за системоутвірними властивостями.

Як обґрунтовано у першому розділі, фундаменталізація математичної підготовки стосується декількох рівнів – гносеологічного, синтетичного, синергетичного, діалектичного. Найбільш виразно систематизацію знань відображає синергетичний рівень (утворення систем), призначений для творення системи знань про певні групи об'єктів за їхніми характерними властивостями. На нашу думку, систематизація математичних знань як дія, що відображає розумові процеси утворення структурних зв'язків між уже відомими інформаційними математичними об'єктами, є визначальним фактором формування системного мислення студентів.

До основних переваг систематизації наукових знань, способів дій, як підкреслюють В. Клочко, М. Ковальчук, належить можливість концентрувати та зберігати значні обсяги інформації, а також змога швидко актуалізувати таку [190].

На першому етапі студенти отримують загальну навчальну інформацію із розставленими викладачем акцентами та виокремленими найважливішими фундаментальними поняттями, надалі – будують систематизувальні таблиці для досягнення систематизації та класифікації навчального матеріалу шляхом запису базових визначень, властивостей – основних ключових понять, «проблемних моментів», шляхів нівелювання останніх, а також наведення прикладів розв'язання завдань. Специфіку таблиць складає використання ідеї «елементів знань» як одиниці навчальної інформації. Приклад побудови систематизувальної таблиці наведено в додатках (Додаток Ф).

Важливо зазначити, що процес побудови систематизувальних таблиць відображає ідею застосування теорії нейропластичності мозку, що була описана у розділі 2. Тобто при занесенні студентами інформації до систематизувальної таблиці відбувається повторне переосмислення, повторення інформації, що є синхронним із проходженням нейронів по вже побудованих зв'язках. Таким чином зв'язки між нейронами головного мозку міцнішають. Разом із тим, варто зауважити, що у цьому процесі задіяна рухова (моторна), зорова і, якщо процес заповнення таблиці відбувається в аудиторії, то і слухова пам'ять.

Під час побудови систематизувальних таблиць відбувається процес структурування матеріалу. Ідею структурування навчального матеріалу розкрито у дослідженні В. Лутфулліна [294], науковець обґрунтовує, що структурування навчального матеріалу не лише полегшує його сприйняття та запам'ятовування, а й усуненню навчальних перевантажень.

Продемонструємо втілення ідеї структурування навчального матеріалу із врахуванням поділу його на елементи знань. Так, для формування конструкторсько-алгоритмічного складника ПСМК у процесі фундаментальної математичної підготовки студентів пропонують побудувати алгоритми розв'язання задач. Уточнимо, що конструкторсько-алгоритмічний складник професійно спрямованої математичної компетентності є одним із засадничих для професійної діяльності майбутнього інженера, а його формування постає неодмінним чинником загальнопрофесійної підготовки фахівця. Справедливість останнього твердження вбачаємо в тому, що у своїй професійній діяльності МБГЕТК вочевидь щоденно стикатимуться із проблемами, розв'язання яких вимагає наявності конструкторських умінь. Відтак формування цієї компетентності відбувається під час фундаменталізації математичної підготовки у декілька етапів, а саме:

- 1) студенти засвоюють концептуальні поняття, здобувають фундаментальні знання;

- 2) на ґрунті наявних знань студенти розв'язують задачі чи конструюють алгоритм її розв'язку.

Розглянемо приклад побудови алгоритму розв'язання диференціального рівняння:

$$y'' - 5y' + 6y = x^2 - 4.$$

Конструювання алгоритму розв'язку передбачає засвоєння студентами знань із декількох розділів, тем, а також опанування таких понять математики та вищої математики, як: квадратні рівняння, диференціальні рівняння – лінійне неоднорідне диференціальне рівняння (ЛНДР), диференціювання функції однієї змінної, розв'язання систем лінійних рівнянь. Кожен із названих пунктів є елементом знань у побудові структури розв'язку заданого диференціального рівняння.

Сконструйований студентами алгоритм розв'язку диференціального рівняння може мати нижчевикладений вигляд.

*Схема розв'язку диференціального рівняння  $y'' - 5y' + 6y = x^2 - 4$*

1. Записуємо загальну структуру розв'язку ЛНДР

$$y_{з.н.} = y_{з.о.} + y_{ч.н.}$$

2. Відшукання  $y_{з.о.}$  передбачає розв'язання відповідного характеристичного рівняння (квадратного рівняння).

3. За знайденими коренями характеристичного рівняння записуємо  $y_{з.о.}$  (залежно від виду коренів).

4. Визначаємо, чи збігаються корені характеристичного рівняння із характеристичним числом.

5. Записуємо  $y_{ч.н.}$  у загальному вигляді за виглядом правої частини ЛНДР.

6. Знаходимо похідні першого і другого порядків від  $y_{ч.н.}$  і підставляємо їх у вихідне рівняння. З одержаної рівності отримаємо систему рівнянь.

7. Розв'язком системи рівнянь є значення невідомих коефіцієнтів для  $y_{ч.н}$
8. Записуємо розв'язок ЛНДР у вигляді  $y_{з.н.} = y_{з.о} + y_{ч.н}$ .

Після вивчення теми «Системи лінійних алгебраїчних рівнянь» (СЛАР) для узагальнення та систематизації знань студентам було запропоновано побудувати алгоритм розв'язку СЛАР методом оберненої матриці. Студенти власноруч будують алгоритм покрокового розв'язування СЛАР, повторюючи та узагальнюючи знання лінійної алгебри (Додаток X).

Регулярна систематизація та класифікація здобутих студентами знань зумовлює фундаменталізацію математичної підготовки МБГЕТК. Ідея підлягає реалізації шляхом:

- 1) побудови систематизувальних таблиць;
- 2) подвійного ведення конспекту (основний і блокнот).

Регулярне створення та заповнення студентами систематизувальних таблиць, написання коротких тестових завдань із повторення, відтворення та систематизації знань сприяють формуванню когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльнісної компонент ПСМК.

Побудова, заповнення та коригування систематизувальних таблиць обґрунтовано теорією нейропластичності мозку. Оскільки, при заповненні систематизувальної таблиці студент знову переосмислює інформацію, виділяючи головне із усього навчального матеріалу, а це у сприяє укріпленню нейронних зв'язків головного мозку, що є синхронним із утворенням нового вміння.

Наведемо приклад побудови систематизувальної таблиці для теми «Диференціальні рівняння» із вказівкою вмінь, яких набуває студент у ході її побудови (табл. 4.4). Такого типу таблиці можна будувати одночасно із поясненням нового матеріалу або у кінці вивчення розділу.

**Приклад побудови систематизувальної таблиці з теми  
«Диференціальні рівняння»**

<b>Тип диференціального рівняння</b>	<b>Вигляд</b>	<b>Метод розв'язання</b>	<b>Приклад</b>	<b>Уміння, яких набуває студент</b>
Диференціальне рівняння з розділеними змінними	$f(x)dx = \varphi(y)dy$ Функція від аргументу $x$ помножена на диференціал $dx$ , а функція від аргументу $y$ помножена на $dy$ .	Інтегруємо ліву і праву частини ДР $f(x)dx = \varphi(y)dy$ $\int f(x)dx = \int \varphi(y)dy$ $F(x) + C = \hat{O}(y)$	$\cos x dx = y^3 dy$ $\int \cos x dx = \int y^3 dy$ $\sin x + C = \frac{y^4}{4}$	Уміння відносити поняття до певної множини понять за певними характеристиками
Диференціальне рівняння з розділюваними змінними	$f_1(x)\varphi_1(y) = f_2(x)\varphi_2(y)$	За допомогою математичних перетворень, ділення лівої і правої частини рівняння на $\varphi_1(y)f_2(x)dy$ отримуємо ДР з розділеними змінними	$\arctg x \cdot \sqrt{y} dx = (1+x^2) \cdot y^2 dy$ $\frac{\arctg x \cdot \sqrt{y}}{(1+x^2) \cdot \sqrt{y}} dx = \frac{(1+x^2) \cdot y^2}{(1+x^2) \cdot \sqrt{y}} dy$ $\frac{\arctg x}{(1+x^2)} dx = \frac{y^2}{\sqrt{y}} dy$ $\frac{\arctg x}{(1+x^2)} dx = y^{\frac{3}{2}} dy$ $\int \frac{\arctg x}{(1+x^2)} dx = \int y^{\frac{3}{2}} dy$ $\ln(\arctg x) + C = \frac{2y^{\frac{5}{2}}}{5}$	Уміння відносити поняття до певної множини понять за певними характеристиками, уміння розрізняти характеристики елементів і на основі цього відокремлювати елементи
Однорідне ДР	Перевіряємо чи належить ДР до типу однорідних шляхом підстановки $\varphi(xt, yt) = \varphi(x, y)$	Застосовуємо підстановку $\frac{y}{x} = U$ $y = U \cdot x$ $y' = U' \cdot x + U$  Отримаємо ДР з відокремленими змінними $x$ та $U$	$y' = 2\sqrt{1 + \left(\frac{y}{x}\right)^2} + \frac{y}{x}$ Робимо заміну $U = \frac{y}{x}$ $U' \cdot x + U = 2\sqrt{1 + (U)^2} + U$ $\ln U + \sqrt{1 + U^2}  = 2\ln x  + C$ $\frac{y}{x} + \sqrt{1 + \left(\frac{y}{x}\right)^2} = x \cdot C$	Уміння відносити поняття до певної множини понять за певними характеристиками, володіння методами оцінювання характеристик



Наступним після побудови систематизувальних таблиць кроком є перевірка сформованого вміння систематизації та класифікації. Вміння співвідносити ДР із певним типом можна перевірити за допомогою тестових завдань (табл. 4.5). Результат проходження тестових завдань дає змогу охарактеризувати набуті вміння систематизації та класифікації навчального матеріалу, що є складником ПСМК.

Таблиця 4.5

**Зразок тестового завдання за темою «Диференціальні рівняння»**

ДР	Встановити тип ДР	Встановити метод розв'язання ДР
$\cos x \sin x dx = y \cos y dy$		
$y' = \frac{y^2}{x^2} + 2\frac{y}{x} + 1$		
$y \sin x dx = y^5 \cos y dy$		

Важливим елементом систематизації та структуризації навчального матеріалу є *подвійне ведення конспекту*.

Загальновідомим фактом психології та педагогіки є те, що найкращого запам'ятовування інформації досягають шляхом задіяння у процесі сприйняття максимальної кількості видів діяльності – зорової, слухової, рухової, а також активізації максимальної кількості видів пам'яті – моторної, зорової, слухової.

Саме тому подвійне ведення конспекта позиціонуємо в дослідженні одним з інструментів фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Запропонований підхід полягає у систематичному повторенні навчального матеріалу, тобто у веденні студентом паралельно двох конспектів – основного та базового (або конспекта та блокнота). Перший конспект – це звичайний лекційний конспект, який студенти ведуть на лекційних заняттях, записуючи повністю лекційний матеріал. Важливо, що елементом методики фундаменталізації математичної підготовки

МБГЕТК виступає конспектування та побудова систематизувальних таблиць. Разом із укладанням такого конспекту студенти заповнюють на практичних і лекційних заняттях іще один – у вигляді блокнота. Особливість другого (блокнотного) конспекту полягає в записі навчального матеріалу в стиснутому вигляді. Таким чином, під час переосмислення та виділення головного із усього навчального матеріалу відбувається фундування знань – створення у студентів власного ядра фундаментальних знань. Наведемо приклад (табл. 4.6).

Розглянуто тему «Комплексні числа. Дії з комплексними числами».

Таблиця 4.6

### Порівняльна таблиця ведення конспекту та блокнота

Звичайний лекційний конспект	Блокнот
<p><b>Тема</b> Комплексні числа. Дії з комплексними числами</p> <p>Комплексне число - це число виду:  <math>z = x + iy</math>, де <math>x</math> – називається дійсною частиною комплексного числа, <math>y</math> – уявною частиною комплексного числа, <math>i</math> – уявна одиниця комплексного числа: <math>i^2 = -1</math>.</p> <p>Позначають дійсну частину <math>x</math>- <math>Re z</math>, уявну частину <math>y</math>- <math>Im z</math>.</p> <p>Алгебраїчні дії над комплексними числами виконуються за формулами</p> <p>Щоб додати два комплексних числа потрібно додати відповідно їхні дійсну та уявну частини:</p> $z_1 + z_2 = (x_1 + iy_1) \pm (x_2 \pm iy_2) = (x_1 \pm x_2) + i(y_1 \pm y_2)$ <p>Множення комплексних чисел проводиться за допомогою правила множення двочлена на двочлен.</p>	<p>Комплексні числа. Дії з комплексними числами</p> <p><math>z = x + iy</math> - комплексне число</p> <p><math>i^2 = -1</math> - уявна одиниця.</p> <p><math>x</math>- <math>Re z</math> - дійсна частина к.ч,  <math>y</math>- <math>Im z</math> уявна частина к.ч</p> $z_1 + z_2 = (x_1 \pm x_2) + i(y_1 \pm y_2)$ $z_1 \cdot z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + i(x_1 y_2 + x_2 y_1)$

(сформовано автором)

Ведення блокнота дає змогу студентам повторно осмислити навчальну інформацію, проаналізувати її, систематизувати, виокремити

основні тези лекційного матеріалу, що уможливило глибше усвідомлення та запам'ятовування теоретичного матеріалу.

Реалізацію педагогічної умови «Упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»» підлягає реалізації шляхом створення й упровадження в освітній процес авторського комплексу навчально-методичних посібників, практикумів, навчальних робочих програм, відеозанять на ютуб-каналі з окремих тем курсу вищої математики.

Навчально-методичний комплекс фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК складають такі розробки автора:

- Найко Д. А., Краєвський В. О., **Коломієць А. А.** Вища математика: лінійна, алгебра: освітній посібник. Вінниця: ВНТУ, 2019. 161 с.
- **Коломієць А. А.**, Клочко В. І., Краєвський В. О. Практикум з вищої математики: обчислення границь. Вінниця: ВНТУ, 2020. 59 с.
- **Коломієць А. А.**, Крупський Я. В, Тютюнник О. І, Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання: електронний освітній практикум комбінованого (локального та мережевого) використання. Вінниця: ВНТУ, 2021. 71 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645>
- Клочко В. І., **Коломієць А. А.** Вища математика. Збірник прикладних задач: збірник задач. Вінниця: ВНТУ, 2021. 105 с.
- Краєвський О. В., Добранюк Ю. В., **Коломієць А. А.** Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: освітній посібник. Вінниця: ВНТУ, 2022. 142 с.
- Відеоуроки на ютуб-каналі. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCA8v8nWdS0Xt8YmQJgKUyEQ>

Навчально-методичний комплекс фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК розроблено на основі принципів науковості, системності, наочності, професійної спрямованості та результативності;

відображає освітній матеріал для вивчення фундаментальних розділів вищої математики; містить таблиці, схеми, приклади й алгоритми розв'язування задач; поєднує друковані, електронні та відеоматеріали. Концептуальною метою його створення було набуття додаткового інструменту педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГТК, у межах якої відбувається формування ПСМК.

Під час створення навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки МБГТК орієнтиром слугував добір прикладів, завдань, тестів, підказок для студентів, які б максимально сприяли підвищенню рівня математичної підготовки та відповідали засадничим завданням фундаменталізації.

Розглянемо докладніше кожен з елементів комплексу крізь призму вагомості його для педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГТК. У роботі «Вища математика: лінійна, алгебра» навчальний матеріал подано в структурній послідовності, із застосуванням принципу наочності, структурування. Специфіку посібника складають:

- ✓ значна кількість запропонованих алгоритмів розв'язування різнотипових прикладів, що впливає на формування складників ПСМК;
- ✓ приклади використання WolframAlpha;
- ✓ застосування схем і таблиць для спрощення сприймання, але без порушення принципу науковості.

До переваг навчально-методичної роботи «Практикум з вищої математики: обчислення границь» у структурі навчально-методичного комплексу належить, по-перше, змістова частина, а по-друге, структура викладу матеріалу. У практикумі представлено систематизований перелік невизначеностей, які трапляються в ході обчислення границь функцій, шляхи їхнього розкриття та приклади розв'язання границь, наведено приклади професійно-орієнтованих завдань як одного з аспектів фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК.

Наведемо фрагмент запропонованої систематизувальної таблиці (табл. 4.7), що міститься у практикумі [242].

Таблиця 4.7

**Фрагмент таблиці «Класифікація основних невизначеностей  
при розкритті границь та шляхи їх розв'язання»**

<i>Умова</i>	<i>Вигляд границі</i>	<i>Метод розв'язання</i>	<i>Приклад</i>
$x \rightarrow \infty$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{P_k(x)}{Q_m(x)}$ <p>Границя відношення многочленів</p> $\left\{ \frac{\infty}{\infty} \right\}$	<p>Чисельник і знаменник дробу ділимо на змінну в найбільшому показнику степеня</p> $\frac{P_k(x)}{Q_m(x)}$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^k}{x^k} \quad \text{якщо} \quad k > m$ $\frac{P_k(x)}{Q_m(x)}$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^m}{x^m} \quad \text{якщо} \quad m > k$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 + x - 4}{7x^3 + x - 2} =$ $= \left\{ \begin{array}{l} \text{чисельник і} \\ \text{знаменник} \\ \text{дробу ділимо} \\ \text{на } x^3 \end{array} \right\} =$ $= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2 + \frac{1}{x} - \frac{4}{x^3}}{7 + \frac{1}{x} - \frac{2}{x^2}} =$ $= \frac{\lim_{x \rightarrow \infty} (2 + \frac{1}{x} - \frac{4}{x^3})}{\lim_{x \rightarrow \infty} (7 + \frac{1}{x} - \frac{2}{x^2})} = \frac{2}{7}$

(сформовано автором)

У роботі також додано алгоритми розкриття найпростіших невизначеностей. Це, з одного боку, слугує підказкою для розв'язування завдань, а з іншого – прикладом покрокової побудови розв'язку завдань, що відтак зумовлює формування конструкторсько-алгоритмічної й операційно-діяльнійсної компонент ПСМК.

Електронний практикум «Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання» вирізняється своєю функціональністю, оскільки містить, окрім теоретичної та практичної частин, посилання на дібрані та розроблені авторами відеоуроки. Після кожного розділу практикум відображає відеоуроки для закріплення матеріалу, а також підказки для студентів у вигляді систематизованої та класифікованої

інформації (таблиць, схем і формул). Використання такого навчального ресурсу посилює формування компонент ПСМК.

Фундаментальною розробкою у структурі навчально-методичного комплексу системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК варто вважати збірник професійно-орієнтованих задач для МБГЕТК «Вища математика. Збірник прикладних задач», що сконденсовує прикладні професійно-орієнтовані завдання, а також вказівки до розв'язання та приклади розв'язання окремих із них. Доцільність створення такого навчального ресурсу детермінована концепцією професійної спрямованості фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК.

Потенціал навчального посібника «Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля» складає значна кількість схем та алгоритмів інтегрування кратних інтегралів, що сприяє прищепленню студентам здібності будувати розв'язки професійних завдань у вигляді алгоритмів, а також посиленню формування складників ПСМК.

Вагомим доробком навчально-методичного супроводу педагогічної системи є розроблені відео уроки, що розміщені на ютуб-каналі «Математика – це просто». Актуальність такої методичної розробки зростає в умовах дистанційного навчання та зменшення годин для вивчення математичних дисциплін. На каналі дібрано базові відео з тем вищої математики. Зручність такого інструменту полягає в тому, що студенти отримують доступ до навчального матеріалу в будь-який час, а також можуть залишати в коментарях дописи із вказівками, які саме теми з вищої математики їм незрозумілі, для полегшення вибору тем для запису наступного відео.

Педагогічна умова *«Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»* набуває реалізації в межах освітньо-інформаційного простору на прикладі застосування програм: WolframAlpha (у вільному доступі), MathType, Myrtle

тощо. Посутньо зауважити, що простою у використанні є система MathCAD, для опанування якої студентам достатньо провести мінімальний попередній інструктаж (науково-методичні основи впровадження ІКТ у освітній процес описано в розділі 3). Реалізація вищеназваної педагогічної умови уможливорює посилення науково-дослідної роботи студентів, стимулює розвиток пізнавального інтересу останніх.

З огляду на вищевикладене постає очевидним, що педагогічні умови – це сукупність взаємопов'язаних чинників упровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГТЕК. Якісну математичну підготовку забезпечує саме комплексне впровадження в освітній процес педагогічних умов, кожна з яких постає частиною загальної сукупності та не може бути відірваною від інших.

#### **4.2. Побудова структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

У п. 2.4 пропонованого дослідження поняття «модель» було потрактовано в розрізі таких аспектів:

- 1) модель – це схематичний аналог простішого явища;
- 2) модель – опис явища за допомогою спрощення окремих його елементів.

Як підкреслюють Р. Горбатюк, Т. Поліщук, модель виконує функцію орієнтира в дослідженні об'єкта, оскільки є сукупністю взаємопов'язаних між собою елементів, що характеризують цей об'єкт [92].

Для більш детального розгляду змістового наповнення поняття «модель» варто звернутися до робіт Є. Лодатко [285, 286], О. Жарової [140], Ю. Козловського [212], І. Корнейчук [254], О. Столяренко [442], Gorrell J., Capron E. [539], Campbell T., Oh P.S., Neilson D. [523], що відображають дискурсивні аспекти моделювання.

У доробку Є. Лодатко, присвяченому педагогічному моделюванню, названо такі аспекти моделювання у педагогіці, як: гносеологічний, загальнометодологічний, психолого-педагогічний. Кожен із аспектів припускає формалізацію змістової та технологічної інтерпретації елементів педагогічних явищ [288]. З такої позиції побудова моделі педагогічної системи вимагає її візуалізації та вивчення елементів.

У своїй роботі С. Дембіцька стверджує, що «педагогічне моделювання дає змогу за досить короткий термін спроектувати процес підготовки компетентного фахівця» [108, с. 186].

У дослідженнях О. Столяренко, О. Столяренко зазначено, що «теорію та методологію моделювання освітньо-виховних систем пов'язують з синергетичним підходом», [442, с. 11], відтак, як було зазначено у розділі п. 2.1 синергетичний підхід постає на найвищій щабель наукового рівня дослідження – рівня моделювання.

Графічним відображенням педагогічної системи фундаменталізації МБГЕТК є її структурно-функціональна модель. Як було зазначено у п. 2.4, модель – це та форма відображення явища чи процесу, завдяки якому можна досліджувати властивості елементів і функцій цього явища (процесу). Відтак структурно-функціональна модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК відображає функцію та структуру педагогічної системи, а також складається з таких блоків: *цільовий, теоретико-концептуальний, змістово-процесуальний, оцінно-результативний* (рис. 4.1).

С. Дембіцька констатує, що блок – це структурна одиниця моделі, яка «вирізняється змістом і специфічними характеристиками, має відносну автономність і певні функціональні особливості» [108, с. 187].

У пропонованому дослідженні блоком вважаємо автономну одиницю моделі, що має власні структурні й функціональні особливості, а також поєднана функціональними та структурними зв'язками з іншими елементами (структурними одиницями) моделі.



Сконструйована модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є структурно-функціональною, тому що, з одного боку, відображає структуру та внутрішню організацію об'єктів математичної підготовки та професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК, а з іншого – розкриває взаємозв'язки всередині об'єктів із зовнішнім середовищем шляхом реалізації педагогічних умов (рис. 4.1).

Перший блок структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій – *цільовий*.

У напрацюваннях із питань цілепокладання О. Павленко доводить, що цей процес складається із таких компонент:

- 2) формулювання й обґрунтування цілей;
- 3) окреслення шляхів досягнення цілей, формулювання завдань;
- 4) проектування запланованого результату [348, с. 157].

Для успішності цілепокладання, зокрема у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, доцільно дотримуватися низки вимог, як-от:

– *діагностичність*: цілі варто висувати й корегувати на основі постійного вивчення потреб і можливостей учасників педагогічного процесу – викладача та студентів;

– *реальність*: увага у процесі цілепокладання до «можливостей конкретної ситуації»;

– *наступність*: послідовна детермінованість кожних наступних цілей і завдань попередніми;

– *узгодженість*: цілі та завдання не повинні суперечити одні одним, а цілі окремих учасників педагогічного процесу не мають суперечити загальним цілям.

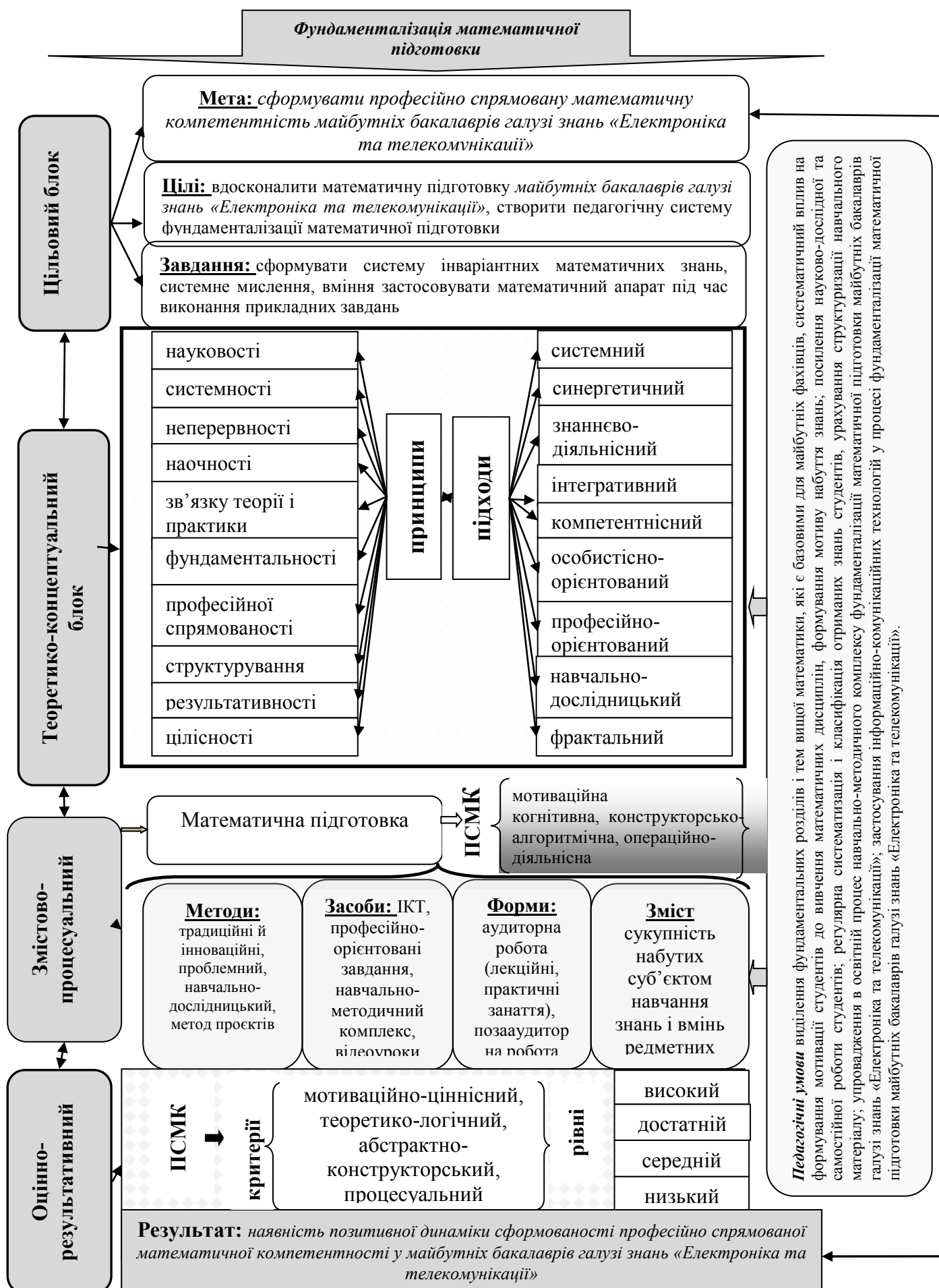


Рисунок 4.1 Структурно-функціональна модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки

До *цільового блоку* належать, мета, цілі та завдання фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Цілепокладання в освітньому процесі є основним, ключовим процесом, який визначає його модель загалом і постає критерієм його успішності. Цілі уможливають ретроспективний аналіз педагогічних систем, а також прогнозування їхнього розвитку. Мета «сформувати професійно спрямовану математичну компетентність у майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» передбачає створення прогностичної моделі бажаного результату. Тому найважливішими завданнями фундаменталізації виступають такі: формування системи інваріантних математичних знань, системне мислення, уміння застосовувати математичний апарат для виконання прикладних завдань.

*Теоретико-концептуальний блок* охоплює побудову й опис концептуальної моделі (п. 2.1), методології реалізації фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, обґрунтування складників теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Такі засади передбачають обґрунтування ідеї фундаменталізації математичної підготовки як підсистеми цілісної системи фундаменталізації освітнього процесу та детерміновані принципами: науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики (загальнодидактичні) та фундаментальності, професійної спрямованості, структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності (специфічні). Базисом методології реалізації педагогічної системи слугували загальнонаукові (системний, синергетичний), а також конкретнонаукові (знаннево-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтований; професійно-орієнтований, навчально-дослідницький, фрактальний) підходи. Детально реалізацію підходів і принципів описано у п. 2.1.

Процес фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК відбувається за таких педагогічних умов:

- виділення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань;
- посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів;
- регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу;
- упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»;
- застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Реалізацію педагогічних умов у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК умов описано у п. 4.1.

У *змістово-процесуальному блоці структурно-функціональної моделі педагогічної системи математичну підготовку МБГЕТК* потрактовано як діалектичне поєднання складників – *процесу* формування математичних знань і вмінь, та їхню *наявність* у сформованому вигляді. Змістом математичної підготовки МБГЕТК визначено сукупність набутих суб'єктом навчання знань і вмінь.

Математична підготовка МБГЕТК охоплює теоретичну (теоретична компонента) та практичну (дієва компонента) підготовку. Основним завданням математичної підготовки МБГЕТК є формування цілісної інформаційної математичної бази знань і вмінь, яка зумовлює якісну професійну підготовку.

Означений блок передбачає опис методів, форм і засобів, застосованих у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

*Оцінно-результативний* блок моделі відображає апарат діагностування сформованості компонент професійно спрямованої математичної

компетентності МБГЕТК. Діагностування сформованості рівнів компонент (мотиваційної, когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльнісної) відбувається за стандартизованими та розробленими автором методиками. Оцінювання сформованості кожної компоненти відбувається шляхом встановлення відповідного числового показника відповідям студентів, після чого одержане значення співвідноситься з конкретним рівнем.

Зупинимося детальніше на описі форм, методів і засобів педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Навчальну діяльність у технічному ЗВО поділяють на аудиторну та позааудиторну. До традиційних форм проведення заняття у ЗВО належать лекція, практичне заняття, лабораторна робота.

В інженерній діяльності функціонує закон відповідності між функцією та структурою, який вирізняється тривалою історією вивчення на філософському рівні. Сутність закону полягає в тому, що в правильно спроектованому технічному об'єкті кожен його елемент і кожна конструктивна ознака мають повністю визначену функцію (певне призначення) для забезпечення роботи технічного об'єкта. Ідея відповідності між функцією та структурою є фундаментом усієї пізнавальної діяльності, що пов'язана з аналізом і вивченням технічних об'єктів, а також основою усієї конструкторської діяльності [366, с. 102]. Закон відповідності між функцією та структурою в освітньому процесі набуває реалізації на основі добору та конструювання форм, методів і засобів навчання для формування компетентностей майбутніх фахівців технічного профілю. З огляду на це виокремимо форми, методи та засоби навчання, які передбачається, що будуть оптимальними в системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Відтак форми навчальної діяльності в сенсі її організації доцільно розмежовувати на аудиторну та позааудиторну роботу. Форми організації

навчання підлягають класифікуванню за різними ознаками: дидактичними цілями, кількістю студентів, місцем проведення тощо.

Зважаючи на те, що система фундаменталізації математичної підготовки охоплює аудиторну та позааудиторну роботу, основними *формами* аудиторної навчальної діяльності студентів є: *лекція* (має фронтальний характер організації навчальної діяльності студентів), *практичне заняття, консультація* (табл 4.8).

Планом ЗВО визначено співвідношення між обсягом (часом відведеним) для аудиторних занять і самостійною роботою студентів, а також план та розроблена навчальна програма дисципліни визначає форми і періодичність проміжного контролю.

Практичне заняття може мати *фронтальний, груповий та індивідуальний* характер навчання. Фронтальний характер роботи на практичному занятті викладач застосовує з метою закріплення навчального матеріалу, пройденого на лекції. Групову роботу на практичному занятті викладач реалізовує під час формування компетентностей, що належать до соціальних: уміння працювати в команді, вміння відстоювати власну точку зору.

Важливою формою групової аудиторної роботи зі студентами є ігрові форми, що належать до інноваційних. Як було зазначено у п. 3.1 54 % студентів при можливості вибору обрали б класичний варіант навчання.

Загалом опитування увиразнило те, що важливою проблемою дистанційного навчання виявився брак живого спілкування.

Підсвідомо студенти потребують колективного навчання, здорової конкуренції.

У колективі «сильних» студентів навіть студенти із низьким базовим рівнем навчальних знань часто вирівнюються та досягають вищого рівня. Окрім того, респонденти називали низку технічних проблем дистанційного навчання, об'єктивно писали про лінх навчатися в домашніх умовах (про що йшлося у розділі 3).

Таблиця 4.8

**Форми навчальної діяльності студентів у процесі фундаменталізації  
математичної підготовки МБГЕТК**

<b>Форми навчальної діяльності</b>		<i>Формування ПСМК майбутніх фахівців технічних спеціальностей</i>	
<i>Аудиторна робота студентів</i>	<i>лекція</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уміння аналізувати інформацію,</li> <li>• уміння стисло конспектувати інформацію</li> </ul>	
	<i>практичне заняття</i>	<i>Фронтальний характер</i>	• зацікавлення навчальним матеріалом
		<i>Груповий характер</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• уміння працювати в команді</li> <li>• уміння відстоювати власну точку зору</li> </ul>
		<i>Індивідуальний характер (самотійна робота)</i>	• уміння аналізувати та систематизувати інформацію
<i>Позааудиторна робота студентів</i>	<i>Метод проєктів Участь у конференціях</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• робота в команді</li> <li>• вміння аналізувати інформацію,</li> <li>• вміння виділяти головне,</li> <li>• вміння орієнтуватися в інформаційному просторі,</li> <li>• вміння дослідницької діяльності,</li> <li>• вміння систематизувати і узагальнювати інформацію</li> </ul>	

(сформовано автором)

Такі відомості кристалізують, крім того, два присутні для дослідження моменти: недостатню мотивацію студентів, а також те, що робота в колективі залишається ефективним мотиваційним чинником і стимулом для навчання.

Для дослідження важливо було встановити як оцінюють студенти рівень власного сприйняття навчально матеріалу під час дистанційного навчання та порівняти його за умов проведення занять в аудиторії. Результати експертного оцінювання щодо цього виявилися досить цікавими (таблиця 4.9), особливо у контексті порівняння відповідей студентів щодо форм проведення занять (таблиця 3.3).

**Відповіді студентів щодо сприйняття матеріалу в умовах  
дистанційного навчання**

Інформація при дистанційному навчанні сприймається так само, як при навчанні в аудиторіях	45%
Інформація при дистанційному навчанні сприймається добре, але в аудиторії сприйняття краще	10%
Інформація придистанційному навчанні сприймається краще, ніж при навчанні в аудиторіях	40%
Інформація при дистанційній формі навчання сприймається дуже складно	5%

При уточненні, чому інформація при дистанційному навчанні сприймається краще, ніж при навчанні в аудиторіях, студенти відповідали, пояснюючи, що при дистанційному навчанні вони знаходяться у себе дома перед монітором, де чітко усе видно та добре чути, тому краще розуміють інформацію, крім того, студенти акцентували, що в аудиторії може відволікати багато різних факторів, а записи на дошці не завжди добре видно.

З огляду на відповіді студентів, що представлені у таблицях 3.3 та 4.9, констатуємо, що оптимальним є таке поєднання проведення занять: лекційні заняття доцільно проводити дистанційно, коли необхідно максимальне сприйняття матеріалу студентами, а практичні заняття рекомендовано проводити в аудиторіях.

Відомо, що методи навчання диференціюють на традиційні й інноваційні. Традиційними методами навчання вважають ті, які використовують у освітній практиці протягом десятиліть і навіть століть, інноваційні ж охоплюють методи, які припускають використання нових підходів до викладання. Зауважимо, що у пропонованому дослідженні оперували й традиційними, й інноваційними (інтерактивні методи навчання, метод проєктів, проведення аналогій, математичне моделювання) методами.



Розглянемо термін «інтерактивний» з точки зору словотворення: з англійської мови «inter» – «взаємний», «act» – «діяти». Відтак інтерактивний метод – це метод, базований на взаємодії (діалозі) учасників освітнього процесу та викладача. До інтерактивних методів навчання належать усі інноваційні методи, які передбачають діалог, взаємодію та творчу співпрацю студентів і викладача. Однією з особливостей інтерактивного навчання вважають проведення занять у формі гри. Інтерактивне навчання практикують у межах реалізації інтерактивних технологій.

Проблеми інтерактивного навчання слугували предметом наукового зацікавлення багатьох учених. Принагідно згадаємо доробки О. Біляєва, Л. Пироженко, В. Петрук, О. Пишко, О. Пометун, М. Сільбеман (M. Silbeman) та ін.

Грунтовний аналіз специфіки впровадження інтерактивних технологій в освітній процес знаходимо в роботах В. Петрук [359], де найважливішими функціями інтерактивних технологій названо інформаційно-комунікативну, пізнавально-евристичну, мотиваційну, що, зокрема, характеризують ігрові форми навчальної діяльності.

Інформаційно-комунікативна функція ігрової форми заняття полягає в тому, що вона є засобом стимулювання, обміну знаннями, навичками формулювання запитань, обґрунтування своїх думок. Ігрова форма заняття посилює потребу студента у здобутті знань з математики, опануванні навичок майбутньої професії. Пізнавально-евристична функція ігрової форми заняття проявляється у набутті знань з математики, їх поглиблення. Мотиваційна функція ігрової форми заняття передбачає формування мотиву засвоєння знань, інтересу до навчальної діяльності, до методів і дій розв'язування завдань.

Автори [373, с. 9] констатують, що спільна діяльність студентів на заняттях з обговоренням забезпечує 90% запам'ятовування матеріалу, а діяльність, яка спроектована на навчання інших студентів, дає змогу зафіксувати у пам'яті 95% навчального матеріалу. Така ідея слугує базисом

використання ігрової форми проведення заняття у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, що в дослідженні фігуруватиме з умовною назвою «метод заміни ролей».

Алгоритм застосування методу заміни ролей передбачає розподіл групи студентів на мінігрупи за рівнем знань і здібностями. О. Пошетун підкреслює, що оптимальну кількість студентів у мінігрупі складає п'ять осіб [372, с. 25], серед яких – один чи декілька «сильних» студентів, а решта – «слабші» (опис градації «сильний» – «середній» – «слабкий» уміщено в роботі) [296, с. 143]. У мінігрупі студент, який пояснює матеріал своїм однокласникам, виступає в ролі викладача. Потім викладач роздає завдання для кожної міні-групи, які студенти повинні правильно виконати. Зазвичай першими завдання виконують «сильніші» студенти й пояснюють спосіб виконання «слабшим». Важливо, що всі учасники мінігрупи отримують бали за виконане завдання лише в тому разі, якщо: 1) під час перевірки правильності виконання завдання вся мінігрупа виконала його правильно, 2) якщо викладач, перевіряючи розуміння механізму виконання завдання «слабшими» студентами, виявить у них розуміння на достатньому рівні. А це може бути лише тоді, коли «сильніші» студенти зможуть пояснити «слабшим» студентам інформацію так добре, що останні її зрозуміють.

На рисунку «сильного» студента, який пояснюватиме виконання завдання решті студентів із мінігрупи, позначено як «студент-викладач» (С-В-1), а студентів мінігрупи – як  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  (рис 4.2). У такий спосіб уся академічна група студентів підлягатиме розподілу на кілька мінігруп зі своїм «студентом-викладачем». До переваг такого підходу належить:

✓ *по-перше*, як «студент-викладач», так і «студенти-учасники» засвоюють, повторюють і узагальнюють вивчений матеріал при поясненні в мінігрупі; «студент-викладач», пояснюючи основні елементи розв'язання завдання, ще раз акцентує увагу на основних важливих теоретичних моментах, решта студентів виконують дії. У цьому процесі відбувається повторення формул, понять, теорем, алгоритмів розв'язання завдань;

✓ *по-друге*, створення атмосфери дружньої взаємодопомоги між студентами: усі учасники мінігрупи не отримують бали за завдання, якщо під час перевірки викладачем розуміння структури виконання завдання «слабші» студенти припускаються помилок (те, що всі учасники мінігрупи не отримують бали, мотивує максимально якісно пояснювати один одному кожному виконану дію).

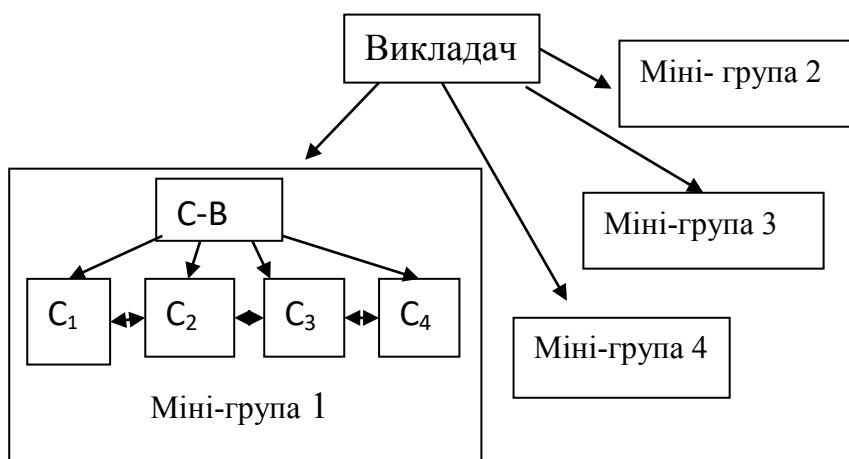


Рисунок 4.2 Схематичне зображення поділу академічної групи студентів при застосуванні методу заміни ролей

Низку переваг такого виду навчальної діяльності варто доповнити багаторазовим повторенням матеріалу, переходом інформації з короткострокової пам'яті в довгострокову пам'ять; набуття «слабшими» студентами додаткових можливостей прослуховування навчального матеріалу та пояснення алгоритму виконання завдань, перевірки правильності власного виконання. Особливістю такого виду навчальної діяльності є можливість її застосовувати переважно у формі повторення, коли матеріал уже пояснено на лекціях і на практичних заняттях. Систематизація навчального матеріалу в ігровій формі проводилася також у вигляді розв'язування кросвордів студентами мінігруп. (Додаток Ц). Перемагає та мінігрупа студентів, яка першою правильно розв'язала математичний кросворд.

### *Проблемний метод навчання.*

Ідея проблемного навчання полягає в активізації розумової діяльності студентів шляхом постановки проблеми та реалізації спроб її розв'язання. Як зазначено у роботі [297, с. 76], «педагог використовує здебільшого проблемні ситуації, що спочатку не мають однозначної відповіді».

У дисертації терміном «наукова проблема» вважатимемо співвідносним із виконанням завдання, що вимагає наявності додаткових знань теоретичного матеріалу та додаткових нових умінь його застосування. Специфіку проблемного методу навчання складає наявність системи «студенти-викладач», що функціонує шляхом налагодження взаємозв'язку між її елементами (студентами та викладачем) і допоміжними ресурсами – новою математичною інформацією.

Проблемним методом навчання доцільно послуговуватися на лекціях, коли активізація уваги студентів є особливо значущою для пояснення нового матеріалу. За умови максимальної активізації викладачем розумових дій студентів запам'ятовування нового матеріалу буде максимальним. Цікаво, що проблемний підхід активно впроваджують в освітню систему Сингапуру, де якість освіти визнано однією із найвищих у світі [121].

Представимо алгоритм використання проблемного методу навчання на схемі, зображеній на рис. 4.3. Ядром проблемного методу постає послідовність таких розумових процесів, як: ознайомлення із завданням, яке містить «проблему» – активізація розумових дій студентів (пошук методів виконання завдання) – усвідомлення потреби у нових знаннях – здобуття нових знань – виконання завдання.

Наведемо приклад застосування проблемного методу навчання.

Під час вивчення теми «Диференціювання функції однієї змінної. Логарифмічне диференціювання» доцільно застосовувати метод проблемного навчання. Так, перед поясненням нового навчального матеріалу викладач пропонує студентам самостійно розв'язати приклад за певний проміжок часу.



Рисунок 4.3. Схема використання проблемного методу навчання в системі «студенти-викладач»

**Приклад.** Знайти похідну функції  $y = x^{\sin x}$

Студенти роблять спроби скористатися правилами диференціювання функції однієї змінної, але серед формул та правил диференціювання не знаходять потрібного. Навпаки – часто помилково (!) застосовують правило обчислення похідної степеневі функції, тобто записують похідну так:

$$y' = x^{\sin x - 1}$$

Викладач разом зі студентами аналізує їхні розв'язки. Зосередившись на розв'язуванні, студенти прагнуть знайти розв'язок завдання. Викладач констатує, що для обчислення похідної заданої функції необхідно провести логарифмування обох частин рівності, наводить приклад логарифмування, разом зі студентами пригадують правила логарифмування виразів. Студенти отримавши необхідну підказку розв'язують «проблемне» завдання, розв'язок якого, як показують практика та досвід, студенти запам'ятовують на довгий час. Після розв'язування запропонованого завдання на дошці разом зі студентами викладач підсумовує результат виведенням формули, що застосовують при логарифмічному диференціюванні.

*Навчально-дослідницький метод навчання.* Питання дослідницького методу навчання були предметом наукового пошуку Ю. Горошко [95], М. Жалдака [137], С. Ракова [387]. Зміст ідеї навчально-дослідницького методу полягає у розгортанні процесу пізнання та навчання у контексті проведення дослідження суб'єктами освітнього процесу – студентами. Навчально-дослідницький метод за своєю суттю наближений до проблемного методу, але більш ефективний під час повторення й узагальнення вивченого матеріалу для закріплення здобутих знань. Упровадження *навчально-дослідницького* методу передбачає постановку студентами мети дослідження, побудову гіпотези останнього, його проведення та формулювання висновків.

Наприклад, при вивченні теми «Застосування похідної» проводять повне дослідження функції та будують графік, ця тема є підсумком вивчення тем «Функція однієї змінної», «Границя послідовності та функції. Неперервність функції», «Похідна функції». Вивчення цієї теми проводиться в межах реалізації навчально-дослідницького методу.

До інноваційних методів, що були реалізовані у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки, належить метод проєктів, який обумовлює дослідницьку діяльність студентів та застосування проблемного методу. Теоретичні та методичні засади застосування методу проєктів у навчальній діяльності опрацьовували українські науковці О. Пехота,

А. Касперський, К. Баханов, О. Пометун, Н. Побірченко, Г. Коберник, О. Комар, Т. Торчинська й ін.

Як підкреслює С. Дембіцька [108], основними завданнями методу проєктів є стимулювання інтересу студентів до наукових проблем, формування мотивації до опанування знань і навичок.

В. Кільпатрик (Kilpatrick William Heard) називає метод проєктів «педагогічною технологією, що припускає сукупність креативних методів: досліджень, пошукової роботи, вирішення проблемних ситуацій. Педагог у рамках проєкту виступає в різних ролях – розробника, координатора, експерта, консультанта» [551].

Базисом методу проєктів слугує ідея, пов'язана із функціональними особливостями дефініції «проєкт» як сукупності, комплексу завдань, які потрібно виконати для розв'язання поставленої й описаної у проєкті проблеми. У ході роботи над проєктом студенти вдаються до вже наявних у них знань, оперують набутим інструментарієм умінь, а також, під час пошуку розв'язку проблеми, самостійно знаходять потрібну інформацію, виробляють нові вміння та навички. Загалом метод передбачає фокусування на розвитку у студентів умінь здобуття необхідної інформації, орієнтації в інформаційному просторі, здатності до пошуку, оброблення інформації з різних джерел, умінь аналізувати одержані результати, здатності до системного мислення, виявлення, постановки та розв'язання проблем, що є складниками ПСМК (Додаток И).

Метод проєктів належить до проблемних методів навчання, оскільки вимагає розв'язання обраної проблеми. До елементів технології методу проєктів належать: визначення назви проєкту, побудова стислого опису (постановка мети – цілепокладання); повний опис проєкту (учасники, термін реалізації, основні завдання конкретного проєкту); аналіз результатів проєкту.

Загалом метод проєктів постає методом, що поєднує елементи навчально-дослідницького та проблемного методу, а також вирізняється такою особливістю, як обов'язкова колективна робота студентів.

Спектр методів навчання педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки доповнюють метод аналогій і метод математичного моделювання. Використання методу аналогій для реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК детально описано у п. 4.5, а методу математичного моделювання – у п. 3.3.

*Змістово-процесуальний блок* структурно-функціональної моделі педагогічної системи охоплює засоби фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Академічний словник визначає лексичну одиницю «засіб» як спеціальну дію, завдяки якій можна чогось досягти [432].

Засобами педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК виступають ІКТ, професійно-спрямовані завдання, розроблений навчально-методичний комплекс, відеоуроки. Теоретико-методологічні засади упровадження ІКТ у освітній процес було наведено у третьому розділі. Основними перевагами застосування ІКТ при реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є:

- фокусування уваги студентів на найбільш значущих математичних поняттях, складниках математичного ядра;
- можливість робити перевірку розв'язку чи розв'язувати деякі базові завдання;
- формування компонент ПСМК.

Вагомий засіб педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК – це виконання професійно-орієнтованих завдань. М. Карпаш зазначає: «Державні освітні стандарти передбачають традиційний предметний принцип формування інженерної освіти, але обмежують введення в навчальні плани міждисциплінарних курсів, що є однією з причин фрагментарності підготовки, яку одержують випускники технічних ВНЗ» [169]. Наголошує на важливості введення в освітній процес професійно-



орієнтованих завдань і Г. Дутка, стверджуючи, що класичні курси математики мають бути не лише професійно-зорієнтованими, а й створювати підґрунтя для підготовки майбутнього фахівця. Аксиоматичну ж побудову курсів математики, їхню цілісність доцільно зберігати [129]. Водночас, з огляду на практичну неможливість викладання додаткового спеціального курсу з математики для студентів радіотехнічного факультету в умовах сучасного зменшення кількості навчальних годин, оптимальним варіантом формування підґрунтя для професійної підготовки МБГЕТК у процесі фундаменталізації математичної підготовки вважаємо комплексне поєднання фундаментального курсу вищої математики з упровадженням професійно-орієнтованих завдань. На думку А. Кислової важливим способом підвищення якості математичної підготовки майбутніх технічних фахівців (у роботі дослідниця веде мову про інженерів-електромеханіків) є проектування змісту навчання вищої математики за рахунок застосування у навчанні *професійно-орієнтованих задач*. Дослідниця пропонує авторську схему використання професійно-орієнтованих математичних задач у розділах вищої математики для майбутніх інженерів-електромеханіків, актуальну для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» (Додаток Ш).

Прикладні професійно-орієнтовані завдання, що мають переважно інтегративний характер, є важливим інструментом освітнього процесу. Задача – це найбільш сприятливий для сприйняття та психологічно близький студентові інструмент навчання. Із задачами студенти стикалися у шкільному курсі вивчення фундаментальних дисциплін, зокрема й математики. Задача та її розв'язання, зазвичай, спроектовані на широкий спектр цілей, поставлених викладачем. Особливо доцільно практикувати в освітньому процесі такий вид задач, як професійно-орієнтовані задачі (ПОЗ).

У науковій спільноті задекларованого у дисертації профілю по-різному витлумачують змістове наповнення поняття «професійно-орієнтовані задачі». Так, А. Блажко та В. Швець вважають професійно-орієнтовані задачі

співвідносними з моделлю ситуації, що виникає у професійній діяльності та підлягає розв'язку за допомогою засобів навчального предмета [41]. Погоджуємося з таким баченням і визначаємо *математичну професійно-орієнтовану задачу* як задачу, що відображає модель певної професійної ситуації, вирішення якої передбачає застосування математичних знань, умінь, методів і засобів.

З огляду на напрацювання В. Моторіної [319] сформулюємо низку *вимог до професійно-орієнтованих математичних задач*, які розв'язують на заняттях з вищої математики в технічних ЗВО:

1) зміст задачі повинен бути наближеним до реального життя, розкривати практичне значення і важливість для студента отриманих математичних знань.

2) ґрунтованість розв'язання задачі на знаннях із різних спеціальних дисциплін і спрямованість на конкретне застосування реального змісту;

3) у задачі повинна описуватись ситуація наближена до галузі професійної діяльності майбутніх фахівців та розкривати процес застосування математичних знань і методів у їхній спеціальності;

4) числові дані у задачі повинні відповідати реальним даним.

5) під час розв'язання задачі необхідно здійснювати наближені оціночні розрахунки, а також використовувати обчислювальні засоби, застосовувати СКМ.

Розв'язання студентами професійно-орієнтованих задач передбачає такі види діяльності, як:

– *аналітична*: виокремлення основного та другорядного; визначення доцільності тих чи тих математичних методів під час розв'язання задачі професійно-орієнтованого змісту; оцінювання розв'язку задачі;

– *графічна й обчислювальна*: використання засобів комп'ютерної графіки для виконання графічних робіт різного призначення; оперування сучасними видами та засобами математичних розрахунків, зокрема оцінювання доцільності застосування тих чи тих засобів ІКТ;

– дослідницька, логічна: здатність аргументовано доводити власну думку, робити логічні висновки та їх узагальнювати; висунення та перевірка гіпотез.

Проаналізуємо розв’язання професійно-орієнтованої задачі з навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» студентами спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» на заняттях із вищої математики під час вивчення розділу «Диференціальні рівняння».

*Задача.* Електротехнічні пристрої, що їх виготовляє електронна промисловість, мають лінійні та нелінійні властивості, які визначають експериментальним шляхом. Результати експерименту фіксують за допомогою таблиці або графіка. Оскільки таку форму інформації про елемент кола чи ланцюга здебільшого не може бути використано для подальших розрахунків, графік чи окремі його ділянки подають у формі аналітичних виразів. Математичним методом наближення є апроксимація. Загальний підхід студенти опановують під час вивчення інших дисциплін, а в курсі вищої математики для логічного завершення розв’язання задачі ознайомлюються з окремими фрагментами такого підходу.

Розглянемо нелінійне коло (рис. 4.4).

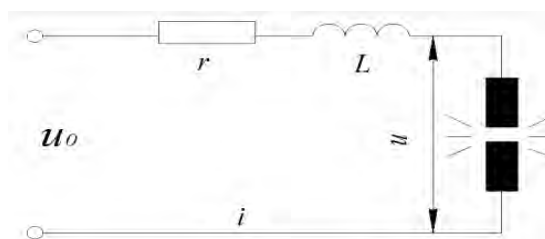


Рисунок 4.4 Схематичне зображення нелінійного кола

Для цього нелінійного кола будемо вольт-амперні характеристики (рис 4.5).

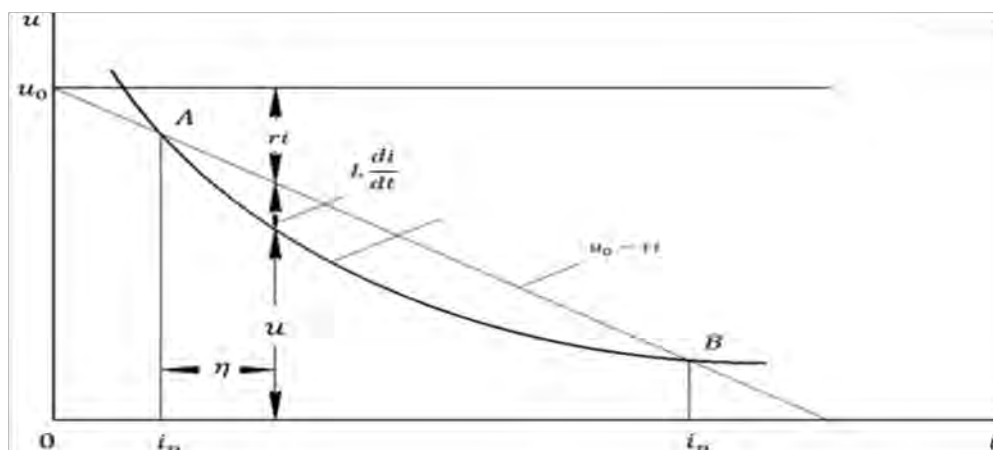


Рисунок 4.5 Вольт-амперні характеристики

У розрахунках складних електричних кіл виникає потреба в аналітичній формі подання вольт-амперних характеристик (ВАХ)  $i f(u)$  або  $u = g(i)$ , а тому під час вивчення теми з математичного аналізу «Дослідження функції однієї змінної і побудова графіків» доцільно досліджувати не лише абстрактні функції, а й функції професійного змісту, що задані графічно (рис. 4.5). Виникає проблема наближення ВАХ до однієї з відомих студенту елементарних функцій. Утім постановка такої задачі, розроблення методів її розв'язання вимагають знання значного пласту теорії, як-от лінійного простору, понять базису, метрики тощо. Це окреслює важливість не лише їхньої побудови, а й можливість динамічної зміни початкових параметрів і візуалізації результатів на екрані в реальному часі. Звернемося до однієї із задач, пов'язаних із означеною проблемою.

На рисунку 4.5 наведено ВАХ лінійного ланцюга кола – прямої, що проходить через точки А і В, та нелінійного елемента (електричної дуги) – кривої, що теж проходить через точки А і В – точки рівноваги ланцюга. Для оцінювання рівноваги ланцюга на предмет стійкості чи нестійкості необхідно задати ВАХ у аналітичному вигляді. Вважаємо, що така функція  $i f(u)$  або  $u = g(i)$  є відомою. Тоді під час вивчення теми «Диференціальні рівняння» доцільно повернутися до задачі про визначення характеру рівноваги в точках А і В. У цих точках струм не змінюється, тому похідні  $du/dt = 0$  та  $di/dt = 0$ .

Нехай з певних причин напруга змінилася на малу величину, що зазнає змін у часі  $\varepsilon(t)$ . Щодо цієї функції складають диференціальне рівняння (ДР), яке є ДР першого порядку, досліджують його розв'язок у точках А і В. Якщо розгляду підлягає ланцюг, який містить і індуктивність, і ємність, то отримуємо ДР другого порядку зі сталими коефіцієнтами. Дослідження його розв'язку буде складнішим, тому таку задачу або подібну, можна ввести в типовий розрахунок чи підготувати доповідь на конференцію.

Відтак розв'язування професійно-орієнтованих задач передбачає такі види діяльності, як:

- ✓ *аналітична діяльність* (аналіз вхідних даних задачі, пошук потрібного теоретичного матеріалу для розв'язування задачі, добір формул для розв'язання);
- ✓ *графічно-обчислювальна* (використання класичних і сучасних видів розрахунків та обчислень);
- ✓ *дослідницька* (аргументоване доведення власної думки, перевірка одержаних результатів).

Виконання вищеназваного завдання сприяє формуванню професійно спрямованої математичної компетентності, до складу якої належать компоненти: *когнітивна* (знання основних означень і теорем, здатність застосовувати ці знання під час розв'язання проблем); *операційно-діяльнісна* (здатність використовувати базові знання для розв'язання прикладних задач, знати підходи до оперування математичними знаннями під час вивчення спеціальних дисциплін); *конструкторсько-алгоритмічна* (здатність до конструювання та розв'язання математичних задач шляхом розбиття їх на кроки – елементи знань; уміння будувати алгоритми виконання професійних завдань на основі математичного апарату; знання найважливіших алгоритмів; здатність виокремлювати завдання, для яких можна послуговатися визначеними алгоритмами; здатність працювати з відповідним алгоритмом).

Так, під час добору для ВАХ графіків елементарних функцій студент аналізує відомі йому графіки функцій. Якщо серед пригаданих графіків немає

відповідного, студент добирає графік функції, що максимально наближений до ВАХ. Цей процес зумовлює формування *когнітивної компоненти* ПСМК, яка передбачає знання та розпізнавання графіків усіх елементарних функцій, знання властивостей елементарних функцій; *операційно-діяльній компоненті*, формування якої відбувається під час пошуку потрібного матеріалу та його застосування до конкретного випадку. Розв'язання професійно-орієнтованих задач впливає на формування всіх компонент ПСМК.

Формування *операційно-діяльній* та *конструкторсько-алгоритмічної компонент* ПСМК забезпечує *графічно-обчислювальна* діяльність, яку провадять студенти під час розв'язування ПОЗ. Це детермінує сутність такої діяльності, що охоплює знання сучасних видів і засобів математичних розрахунків, уміння організувати власну діяльність, уміння застосовувати СКМ, будувати алгоритм виконання завдання.

*Дослідницька діяльність* студентів під час розв'язування ПОЗ передбачає наявність уміння знаходити потрібну інформацію, виокремлювати основне, здатності аргументовано доводити власну наукову позицію, висувати та перевіряти гіпотези, робити висновки. Дослідницька діяльність пов'язана з формуванням *когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльній, мотиваційної* компонент ПСМК.

Вплив різних видів діяльності на формування компонент ПСМК представлено у вигляді схеми (рис. 4.6).

Попри складність і наявність низки вимог до застосування професійно-орієнтованих задач, такий освітній інструмент має низку переваг, а саме:

- ✓ розв'язання ПОЗ сприяє баченню студентами освітнього процесу як цілісної системи й усвідомленню важливості вивчення навчального математичного матеріалу для професійної діяльності;

- ✓ розуміння важливості навчального матеріалу, що виникає у студентів під час розв'язання ПОЗ і забезпечує зростання мотивації до навчання;
- ✓ розв'язання ПОЗ детермінує формування у студентів компонент ПСМК.

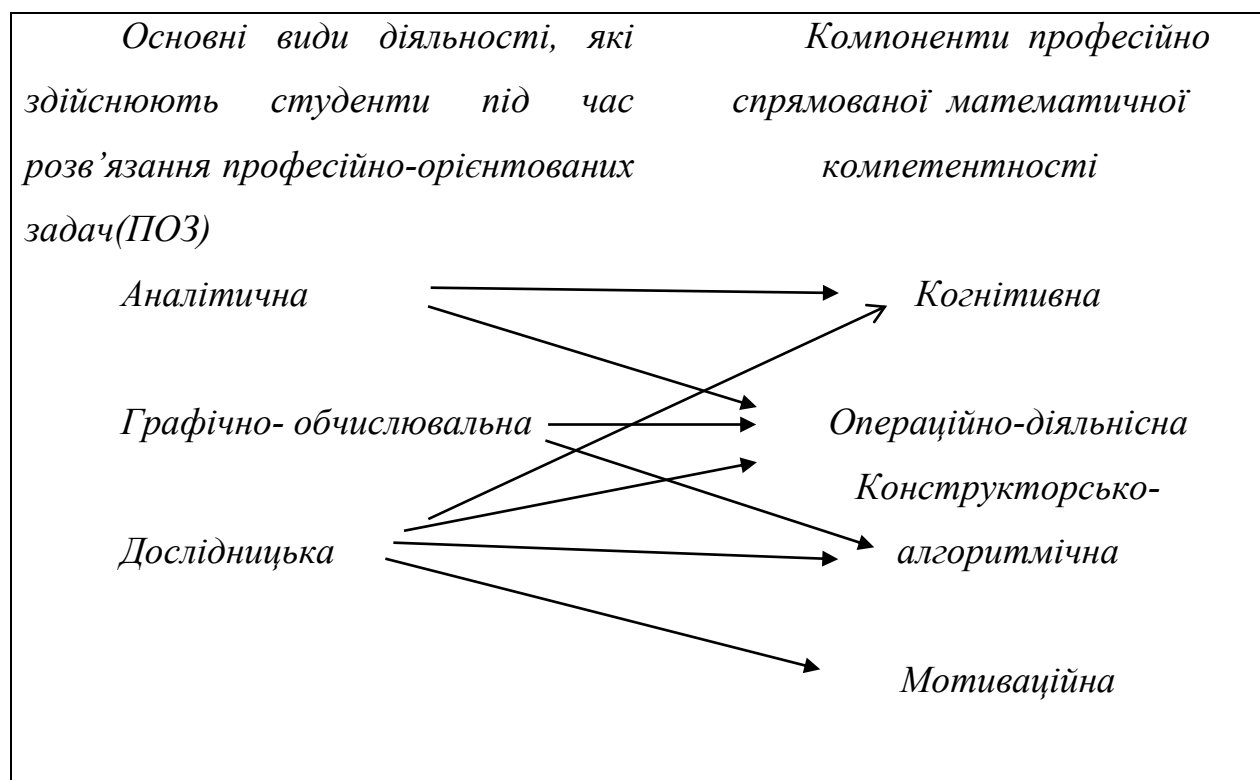


Рисунок 4.6 Схематичне зображення зв'язку видів розумової діяльності та формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності

Зауважимо також, що формування складників ПСМК під час розв'язування ПОЗ відбувається у межах інтегративного та компетентнісного підходів.

Розглянемо ще один приклад професійно-орієнтованої задачі. МБГЕТК у ході професійної діяльності часто стикаються з електричними ланцюгами, трансформаторами, але мало хто з фахівців розуміє зв'язок професійних об'єктів з теорією лінійної алгебри, яку вивчають на

заняттях з вищої математики. Для розуміння студентами взаємозв'язку між поняттями з різних сфер наведемо приклад.

Нехай задано два трансформатори, на вході першого з яких подано напругу  $U_1$  та силу струму  $I_1$ , які виходять як  $U_2$  та  $I_2$  і надходять на другий трансформатор. Із другого трансформатора вони виходять як  $U_3$  та  $I_3$  (рис. 4.7).

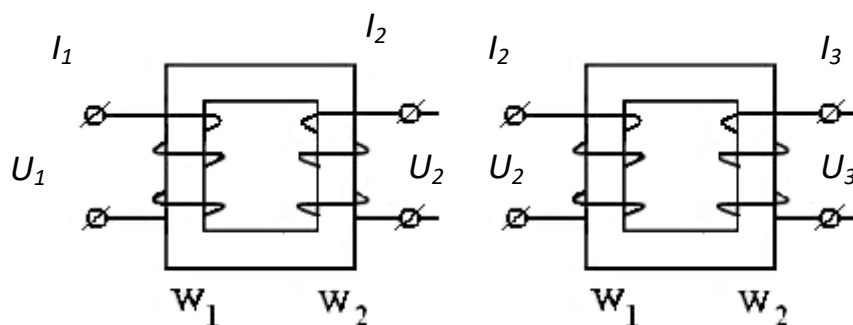


Рисунок 4.7. Схематичне зображення трансформаторів

Процеси подачі та виходу напруг та сил струмів із трансформаторів описано рівняннями (4.6) та (4.7)

$$\begin{cases} U_1 = \alpha_{11}U_2 + \alpha_{12}I_2, \\ I_1 = \alpha_{21}U_2 + \alpha_{22}I_2. \end{cases} \quad (4.6)$$

$$\begin{cases} U_2 = \beta_{11}U_3 + \beta_{12}I_3, \\ I_2 = \beta_{21}U_3 + \beta_{22}I_3. \end{cases} \quad (4.7)$$

Вирази для напруги  $U_2$  та сили струму  $I_2$  підставимо з системи (4.7) в систему (4.6), отримаємо:

$$\begin{cases} U_1 = \alpha_{11}(\beta_{11}U_3 + \beta_{12}I_3) + \alpha_{12}(\beta_{21}U_3 + \beta_{22}I_3), \\ I_1 = \alpha_{21}(\beta_{11}U_3 + \beta_{12}I_3) + \alpha_{22}(\beta_{21}U_3 + \beta_{22}I_3). \end{cases} \quad (4.8)$$

У рівняннях системи (4.8) відкриємо дужки та згрупуємо коефіцієнти біля значень напруги  $U_3$  та сили струму  $I_3$ , отримаємо систему рівнянь (4.9):



$$\begin{cases} U_1 = (\alpha_{11}\beta_{11} + \alpha_{12}\beta_{21})U_3 + (\alpha_{11}\beta_{12} + \alpha_{12}\beta_{22})I_3, \\ I_1 = (\alpha_{21}\beta_{11} + \alpha_{22}\beta_{21})U_3 + (\alpha_{21}\beta_{12} + \alpha_{22}\beta_{22})I_3. \end{cases} \quad (4.9)$$

Зробимо перепозначення коефіцієнтів біля напруги  $U_3$  та сили струму  $I_3$  у рівняннях системи (4.9). Тоді система буде записана у такому вигляді

$$\begin{cases} U_1 = \gamma_{11}U_3 + \gamma_{12}I_3 \\ I_1 = \gamma_{21}U_3 + \gamma_{22}I_3 \end{cases} \quad (4.10),$$

де коефіцієнти біля напруги  $U_3$  та сили струму  $I_3$  утворюють матрицю

$$C = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{pmatrix}$$

Перепишемо систему (4.10) у вигляді:

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = C \begin{pmatrix} U_3 \\ I_3 \end{pmatrix}$$

Якщо системам (4.6) і (4.7) поставити у відповідність матриці  $A = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{pmatrix}$

$$B = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{pmatrix},$$

то елементи матриці  $C = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{pmatrix}$  є результатом множення матриці  $A$  на матрицю  $B$ . Відповідно елементи матриці  $C$  обчислюють так:

$$\gamma_{11} = \alpha_{11}\beta_{11} + \alpha_{12}\beta_{21},$$

$$\gamma_{12} = \alpha_{11}\beta_{12} + \alpha_{12}\beta_{22},$$

$$\gamma_{21} = \alpha_{21}\beta_{11} + \alpha_{22}\beta_{21},$$

$$\gamma_{22} = \alpha_{21}\beta_{12} + \alpha_{22}\beta_{22}.$$

Матриця  $C$  системи (4.10)  $C = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{pmatrix},$

утворена на основі матриць  $A$  і  $B$  за допомогою певного правила формування її елементів. Розглянемо його детальніше. Так, елемент  $\gamma_{11}$  наприклад,  $\gamma_{11} = \alpha_{11}\beta_{11} + \alpha_{12}\beta_{21}$  утворено шляхом додавання добутків елементів *першого рядка* матриці  $A$  і елементів *першого стовпця* матриці  $B$ , а це є *правило утворення елемента матриці-добутку двох матриць*.

Аналогічним чином утворено решту елементів матриці  $C$ . Якщо прослідкувати утворення решти елементів матриці  $C$ , то ми відмітимо аналогічну побудову шляхом додавання добутків відповідних елементів рядків матриці  $A$  (першого множника) і відповідного елемента стовпця матриці  $B$  (другого множника).

Систему (4.6) запишемо так

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} U_2 \\ I_2 \end{pmatrix},$$

а систему (4.7) у вигляді  $\begin{pmatrix} U_2 \\ I_2 \end{pmatrix} = B \begin{pmatrix} U_3 \\ I_3 \end{pmatrix}$  і, виконавши підстановку, отримаємо

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = AB \begin{pmatrix} U_3 \\ I_3 \end{pmatrix} \quad (4.11)$$

Аналіз усіх виконаних дій дає змогу зробити висновок, що  $C=AB$ . Таким чином у системі (4.9) в дужках біля коефіцієнтів напруги  $U_3$  та сили струму  $I_3$  ми отримали формули, за якими обчислюються добуток двох матриць. Отже, множення матриць можна здійснити за описаним правилом.

Аналіз розв'язку цієї ПОЗ дозволяє студентам робити висновок про те, що освітній матеріал з вищої математики тісно пов'язаний зі специфікою їхньої майбутньої професії, а також дає можливість усвідомити, що освітня система – це цілісна система взаємопов'язаних елементів.

Приклади професійно-орієнтованих задач наведено у додатках (Додаток Щ).

### **4.3. Теоретичні та методичні засади формування понять у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Теоретичними та практичними питаннями, що стосується формування понять, займалися В. Галузяк, С. Семенець, З. Слєпкань, М. Сметанський, В. Шахов та багато інших науковців.

На думку В. Галузяка, М. Сметанського, В. Шахова [74, с.1], поняття – це форма мислення, що відображає загальні істотні ознаки певного класу предметів.

Поняття ми відносимо до категорії науково-філософських термінів – як базову, стали одиницю інформації. У процесі життя в людини формуються поняття культури та світосприйняття, розуміння та сприйняття інформації певною мірою залежить від сформованих понять у дитинстві.

У контексті фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК під час формування наукових понять необхідно враховувати такі джерела формування поняття:

- життєвий досвід студентів, їхні повсякденні спостереження та уявлення;
- цілеспрямоване засвоєння понять у процесі вивчення основ наук під керівництвом викладача;
- супутнє формування понять під час вивчення інших предметів;
- стихійне формування понять у результаті читання науково-популярної літератури, перегляду фільмів, теле- і радіопередач, впливу інших джерел інформації.

Зупинимося на стихійному («донауковому») уявленні студентів про поняття. З одного боку, такі уявлення можуть суперечити змісту наукових понять, а з іншого – у разі несуперечності можуть сприяти формуванню останніх.

У межах формування кожного наукового поняття важливим є його правильне розуміння, свідоме та чітке засвоєння на занятті. Важливим є закріплення й повторення шляхом відтворення означення (чи опису), наведення ілюстративних і конкретизувальних прикладів, логічного аналізу означення й іншої творчої роботи, використання поняття у міркуваннях і висновках. Для засвоєння поняття постає значущим розуміння та знання базових ознак, які забезпечують його творення. Водночас зазубрювання означення поняття не забезпечує набуття вміння практичного його застосування. Зважаючи на це, констатуємо, що формування математичних понять відбувається під час оперування основними їхніми ознаками у межах математичної підготовки.

Математичні поняття – це найвагоміша частина науки та багатьох навчальних предметів (математики, фізики, теоретичної механіки, опору матеріалів та ін.). Кожна математична наука чи навчальна дисципліна має у своєму арсеналі первинні, тобто фундаментальні, базові, основні, неозначувані поняття. «Первинні» поняття та співвідношення між ними уможливають формулювання означень для інших понять науки загалом і конкретної дисципліни зокрема.

В основу формування понять курсу вищої математики та математичних дисциплін в університеті покладені базові математичні знання, вміння, що сформовані під час вивчення шкільного курсу математики.

Наприклад. У дев'ятому класі учні вивчають арифметичну і геометричну прогресію. Тому після вивчення цих тем у них повинно бути сформоване поняття послідовності, суми перших  $n$  доданків послідовності.

Так, через деякі приклади, що зрозумілі учням, у шкільному курсі вводиться поняття геометричної прогресії [309, с. 173]. Потім наведено означення і вказується, що для того, щоб задати геометричну прогресію, необхідно вказати її перший член і знаменник [там саме, с. 174], тобто

$$b_1 = b \quad b_{n+1} = b_n \cdot q$$

Коли йдеться про введення поняття числового ряду у курсі вищої математики, то викладач, оперуючи поняттями арифметричної і геометричної прогресії і проводячи аналогію понять, вводить поняття числового ряду та суми числового ряду.

*Означення.* Числовим рядом називаємо вираз

$$a_1 + a_2 + \dots + a_n + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} a_n .$$

Для геометричної прогресії можна записати ряд у вигляді:

$$a + aq + aq^2 + \dots + aq^n + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} aq^{n-1} \quad (4.12)$$

Далі викладач вводить поняття збіжності числового ряду і знову повертається до наведеного прикладу.

Дослідимо ряд на збіжність та розбіжність (4.12). Для цього запишемо суму ряду

$$S_n = a \frac{1 - q^n}{1 - q} .$$

Ряд буде збіжним, якщо існує границя  $S_n$ . Тому знайдемо границю

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a \frac{1 - q^n}{1 - q} = \frac{a}{1 - q} \lim_{n \rightarrow \infty} (1 - q^n) = \begin{cases} \frac{a}{1 - q}, & |q| < 1 \\ \infty, & |q| > 1 (q^n \rightarrow \infty) \end{cases}$$

У першому випадку ряд буде розбіжним, у другому – збіжним.

Під час вивчення таких понять з вищої математики, як числова послідовність, границя числової послідовності, числові ряди, викладач будує пояснення вже на відомій інформації.

Фундаментальні математичні поняття вводяться переважно описово, а відношення між фундаментальними поняттями – за допомогою аксіом.

Важливим вмінням, яке необхідне студентам – це вміння застосовувати поняття, про що наголошують педагоги середньої та вищої шкіл.

До головних компонент процесу опановування поняттями належать:

- ✓ засвоєння відповідної системи основних елементарних знань (аксіоматичних структурних одиниць інформації) про поняття;
- ✓ оволодіння спеціальною системою дій з поняттям (підведення під поняття, вибір необхідних та достатніх ознак для розпізнавання об'єкту, виведення наслідків);
- ✓ встановлення системи понять та їх родо-видових відношень усередині системи, взаємозв'язки їх ознак;
- ✓ розкриття генезису поняття (процес його утворення).

Система дій із поняттям охоплює відповідні знання про мету виконання дій, походження, орієнтовну основу, а також способи контролю. У такому контексті зауважимо, що системі дій із поняттям, тобто діям, які треба виконати з поняттям, у навчальних та методичних посібниках із вищої математики для студентів уваги майже не приділено. Як наслідок – ознайомлення студентів з такими діями відбувається стихійно або й зовсім не відбувається. Сутність дій розкриває на сьогодні тільки психологічна література, повністю поділяємо точку зору психологів, які наполягають на наданні статусу самостійного предмета вивчення знання про дії з поняттями.

Як згадано вище, у проаналізованих у ході дослідження фахових джерелах не розглянуто формування понять у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Фундаменталізація освітнього процесу «вглиб» передбачає формування структурних, логічних зв'язків між елементарними одиничними поняттями та масштабними науковими теоріями. Прикметно, що структурність і логіка міркувань майбутнього фахівця технічної сфери залежать від усвідомленості та розуміння сутності сформованих математичних понять. Формування понять у процесі фундаментальної математичної підготовки постає одним із найбільш дієвих інструментів цілісного процесу професійної підготовки фахівців галузі електроніки та телекомунікацій.

Формування фундаментальних понять – це центр ядра математичних знань [244], оскільки формування та засвоєння математичних понять є

особливо важливим для сприйняття професійної термінології, тісно пов'язаної з математичним апаратом.

Специфіку побудови курсу дисципліни «Вища математика» складає очевидний взаємозв'язок її тем: означення похідної функції постає на визначенні границі функції, доведення теореми диференціювання функції вимагає знання властивостей границь функції, введення й означення понять аналітичної геометрії будується на поняттях векторної алгебри тощо. Це дає підстави стверджувати про наявність «первинних» порівняно з іншими поняттями понять. Ці «первісні» поняття є опорними для вивчення студентами наступних понять, їх ми окреслимо як фундаментальні.

Загалом термінологічна одиниця «*поняття*» у пропонованому дослідженні фігуруватиме з дефініцією «логічна форма мислення», що відображає загальні, істотні та відмінні ознаки предметів і явищ дійсності.

У контексті фундаментальної математичної підготовки студентів технічних спеціальностей формування понять є процесом, який розгортається у межах таких підходів, як: системний, діяльнісний, компетентнісний.

Солідарно з баченням поетапного формування понять С. Важинського та Т. Щербак [48] першим етапом формування поняття вважаємо *опис аксіоматичних понять*, охоплених його визначенням. В основу цього процесу закладено описаний принцип елементів знань, тобто побудова інформаційних об'єктів за допомогою менших інформаційних об'єктів, які у свою чергу складаються з ще менших за обсягом інформаційних об'єктів і т. д. (подроблення великих інформаційних об'єктів на менші, а ті у свою чергу – на ще менші і т. д.).

Для умовного порівняння «більшого» та «меншого» інформаційного об'єкта користуємося правилом: чим більше аксіоматичних понять та їх відношень входить до окреслюваного поняття, тим поняття вважається «складнішим», «більшим» та «інформаційно важчим для засвоєння». І навпаки – у «менший» за обсягом інформаційний об'єкт входить незначна кількість аксіоматичних понять. Наприклад, умовно порівняємо поняття

«границя» та «похідна», які також з позицій передавання інформації є інформаційними об'єктами.

Похідна функції однієї змінної  $y'$  визначається як границя відношення приросту функції до приросту аргументу цієї функції, коли приріст прямує до нуля  $y' = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$ . Тобто поняття похідної функції вводиться через поняття границі границі функції, і за вказаним вище правилом є ширшим за поняття границі. Відповідно інформаційний об'єкт «похідна функції» є «більшим» за інформаційний об'єкт «границя функції».

Другим етапом формування поняття у контексті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК є *розуміння взаємозв'язку сформованого поняття із рівними за інформаційним обсягом поняттями*, а також зв'язок цього поняття із більш складними інформаційними структурами (поняттями, в означення яких входить більша кількість аксіоматичних елементів). Цей підхід повністю відображає ідею фундаменталізації як явища, що має горизонтальний та вертикальний напрямки. Горизонтальний напрямок відображає зв'язок сформованого поняття з іншими поняттями, в тому числі із поняттями інших спеціальних дисциплін, а вертикальний відображає взаємозв'язок сформованого поняття в цілісній структурі дисципліни.

Наприклад, поняття невизначеного інтегралу «вертикально» пов'язане з поняттями «первісної функції», «невизначеного інтегралу», а «горизонтально» пов'язане з поняттями «похідної», «функціоналу» (рис. 4.8).

Третій етап формування поняття – уведення його в систему інформаційних об'єктів, які формують ширший інформаційний об'єкт.



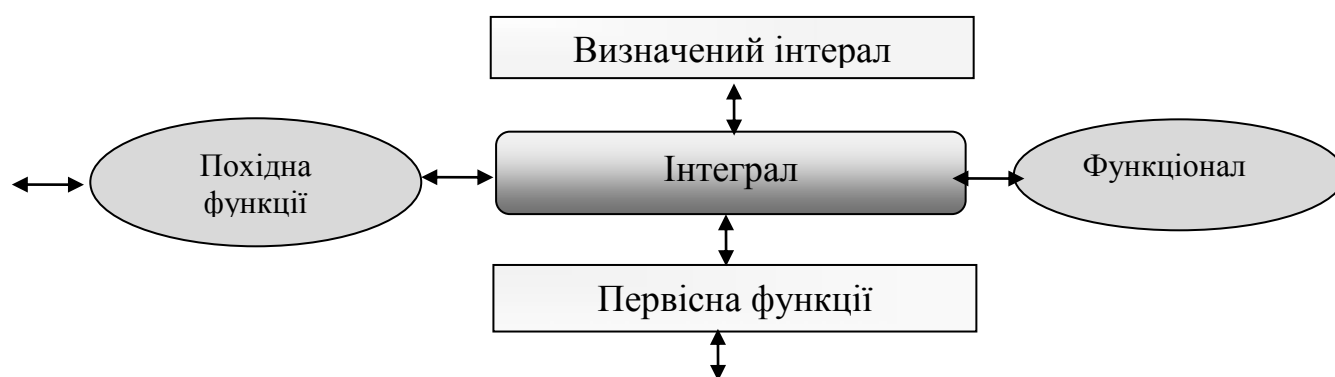


Рисунок 4.8 Схематичне зображення формування поняття «інтеграл» у горизонтально-вертикальній структурі

Завершальним етапом формування поняття є його повторення шляхом прикладного застосування в задачах професійного змісту.

Етапність процесу формування понять має такий вигляд:

- ✓ опис аксіоматичних понять, які охоплено визначенням поняття;
- ✓ взаємозв'язок сформованого поняття з рівними за інформаційним обсягом поняттями, а також із більш складними інформаційними структурами;
- ✓ уведення поняття в систему інформаційних об'єктів, які формують ширший інформаційний об'єкт;
- ✓ повторення поняття шляхом прикладного застосування в задачах професійного змісту.

Формування поняття можна розпочинати також і з постановки проблемної ситуації. Такий підхід є емпіричним, оскільки першочерговим завданням у цьому процесі буде вирішення проблеми.

Розглянемо приклад введення поняття диференціального рівняння (ДР) на заняттях з вищої математики.

*Метою заняття є сформуванню поняття про диференціальне рівняння першого порядку, його загальний і частинний розв'язки, та їх геометричне тлумачення, сформуванню умінь аналізувати зміст задачі. Активізувати навчальну діяльність та розвинути пізнавальну і дослідницьку діяльність студентів.*

Тип заняття. Засвоєння нових знань.

Диференціальні рівняння (ДР) належать до найпотужніших математичних моделей, що застосовуються для пізнання навколишнього світу. Тому викладач акцентує увагу студентів на фундаментальних положеннях як теорії, так і практики застосування ДР.

Викладач підкреслює, що ДР є математичним апаратом для опису локальних характеристик явищ (використання значень функції та її похідної у заданій точці), майже завжди має розв'язок, водночас, наприклад, крайова задача для ДР, де умови задаються у двох різних точках, може й не мати розв'язку.

Уведення поняття диференціального рівняння реалізується у такій послідовності: 1) формулювання наукової гіпотези, запис цієї гіпотези в математичній формі (у вигляді математичної задачі, зокрема ДР); 2) математичне розв'язання цієї задачі; 3) тлумачення одержаного розв'язку.

На практичних заняттях доцільно розглядати приклади побудови диференціальних рівнянь на основі використання характеристик явища (вимушені коливання і явища резонансу в коливальному контурі; резонансна частота, резонансна напруга тощо; динаміка одномірного руху; максимальна швидкість, потужність тощо), але введення поняття ДР розпочинати із розв'язування задач геометричного змісту.

Наприклад, скласти рівняння лінії, яка проходить через точку і має таку ж властивість, що відрізок будь-якої її дотичної, котрий лежить між координатними осями, ділиться навпіл у точці дотику.

Далі розглядається задача фізичного змісту із розділу механіки руху.

Наприклад, у прямолінійному русі миттєва швидкість та прискорення визначаються як похідні першого та другого порядку відповідно від шляху  $s(t)$ :  $v(t) = s'(t)$  і  $a(t) = s''(t) = v'(t)$ . Якщо рух здійснюється під дією сили  $F$ , що спрямована вздовж прямої руху, то за другим законом Ньютона  $F = ma = ms''$ . У довільному випадку, в задачах силу вважають залежною або від швидкості  $v(t)$ , або від шляху  $s(t)$ , а це зводиться у першому випадку

до диференціального рівняння першого порядку  $mv'(t) = F(v)$  ( $F = ma = mv'$ ) відносно шуканої функції  $v(t)$ . У другому випадку одержуємо ДР другого порядку відносно функції  $s(t)$ ;  $ms''(t) = F(s)$ , ( $F = ma = ms''(t)$ ).

Отже, ДР виведено на основі другого закону Ньютона.

Електронні схеми складаються з активних та пасивних елементів, інтегральних мікросхем. Під електричним ланцюгом розуміють набір елементів, що утворюють шлях для електричного струму. Найбільш важливими елементами є: резистор (опір), конденсатор (ємність), обмотка (індуктивність) і джерело напруги (ЕРС). Всі ці елементи є двополюсниками, які з'єднуються з полюсами інших елементів. Відповідно до основного методу теорії кіл реальні елементи подаються зосередженими моделями, які складаються із таких двополюсників: опорів, ємностей, індуктивностей, джерел напруги та струму (Рис. 4.9).

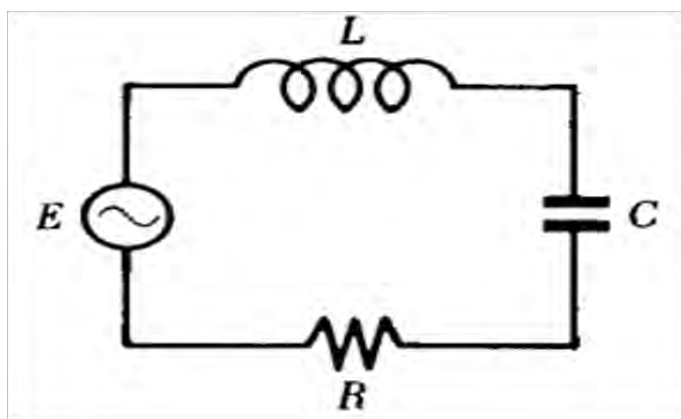


Рисунок 4.9. Схема електричного ланцюга

Компонентні рівняння двополюсників мають:

а) опори  $i = \frac{1}{R}u$ ;  $u_R = iR$ ,  $u(t) = e(t)$ ;

б) ємності  $i_C = C \frac{du_C}{dt}$ ;  $u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i(t) dt$ ;

в) індуктивності  $i_L = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(t) dt$ ;  $u_L = L \frac{di_L}{dt}$  (п.3.3).

На рисунку 4.9 ланцюг складається з послідовно з'єднаних джерела напруги, опору, ємності та індуктивності, його математичною моделлю буде

диференціальне рівняння другого порядку відносно сили струму. Згідно з другим законом Кірхгофа:

$$U_R + U_C + U_L = U$$

одержимо інтегро-диференціальне рівняння відносно сили струму  $I(t)$ :

$$R \cdot I(t)_L + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t I(t)_L dt + L \cdot \frac{dI(t)_L}{dt} = U(t).$$

Або відповідне лінійне диференціальне рівнянням другого порядку відносно сили струму:

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = \frac{du(t)}{dt}.$$

Розглянуте виведення диференціального рівняння є прикладом використання наперед відомих зв'язків між величинами ( $I$ ,  $U$ ,  $R$ ,  $C$ ,  $L$ ), що властиві наведеному електричному колу.

Розглянемо ще один приклад.

**Приклад.** Ланцюг складається з послідовно з'єднаних джерела напруги  $u = 10 \sin 20t$ , опору 2 Ом і індуктивності 0,3 Гн. Знайти амплітуду сили струму у ланцюзі при усталеному режимі.

*Розв'язання.* Позначимо через  $I(t)$  силу струму у ланцюгу в момент часу  $t$ . Скористаємось другим законом Кірхгофа  $u_R + u_L = u$ , тобто падіння напруги на опорі та на індуктивності дорівнює напрузі джерела. Падіння напруги на опорі складає  $2I(t)$ , а на індуктивності –  $0,3 \frac{dI(t)}{dt}$ . Тоді рівняння у диференціальній формі набуває вигляду  $2I(t) + 0,3 \frac{dI(t)}{dt} = 10 \sin 20t$ .

Одержане рівняння є лінійним диференціальним рівнянням першого порядку відносно сили струму. Його загальний розв'язок має вигляд  $i(t) = 0.055 \sin(20t) - 1.665 \cos(20t) + K e^{-0.667t}$ .

Усталений режим матимемо при  $t \rightarrow \infty$ , тобто  $e^{-0.667t} \rightarrow 0$ , а перша складова розв'язку прямуватиме до гармоніки

$$i(t) \rightarrow 0.055 \sin(20t) - 1.665 \cos(20t),$$

амплітуда якої дорівнює  $A = 1.666$ , тобто амплітуда сили струму у ланцюзі при усталеному режимі дорівнює 1.666 А.

Якщо аналогічний ланцюг складається з послідовно з'єднаних джерела напруги, опору, ємності та індуктивності, то математичною моделлю буде диференціальне рівняння другого порядку відносно сили струму. Згідно з другим законом Кірхгофа

$$U_R + U_C + U_L = U$$

одержимо інтегро-диференціальне рівняння відносно сили струму  $I(t)$ :

$$R \cdot I(t)_L + \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t I(t)_L dt + L \cdot \frac{dI(t)_L}{dt} = U(t).$$

Або відповідне лінійне диференціальне рівняння другого порядку відносно сили струму:

$$L \frac{d^2 I(t)}{dt^2} + R \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} I(t) = \frac{dU(t)}{dt}.$$

Розглянуте виведення диференціального рівняння є прикладом використання наперед відомих зв'язків між наперед уявленими величинами ( $I$ ,  $U$ ,  $R$ ,  $C$ ,  $L$ ), властивими розглянутому електричному колу.

Диференціальні рівняння, якими описують явище, виводять, використовуючи експериментально визначені фізичні величини, властиві цьому явищу, а також зв'язки між ними, зокрема, найбільш загальні, необхідні, постійні у часі і просторі (закони).

Окрім вищевикладеного, формування понять зумовлює такі розумові дії, як: аналіз інформації, її синтез, порівняння інформаційних об'єктів, узагальнення. Перед уведенням поняття відбувається, так зване, «підведення під поняття» й обернена до цього дія – побудова наслідків і висновків – побудова власне самого поняття. Складне поняття вимагає проведення достатньої кількості дій підведення під поняття.

Щоб стежити за розвитком своєї галузі та бути в епіцентрі наукових подій її розвитку, інженер повинен слідкувати за технічними новинами, що з'являються у інформаційному просторі. А це потребує високого рівня знань базових математичних понять. У багатьох випадках необхідні математичні відомості «розкидані» у різних книжках і статтях. Це потребує високого рівня знань базових математичних понять та увиразнює логіку реалізації

фундаментальної математичної підготовки майбутнього інженера на основі поглибленого та розширеного змісту стандартного курсу вищої математики.

Формування компонент ПСМК як складових інженерної компетентності не можна здійснити, досліджуючи методи розв'язування окремих задач без урахування внутрішньої логіки відповідної дисципліни та особливостей реалізації у них математичного моделювання. Інакше, фахівці, яким потрібно буде використовувати математичні методи, не завжди зможуть вирішити ті проблеми, що потребують розвинутого абстрактного мислення.

Тому, повертаючись до теми «Звичайні диференціальні рівняння», доцільно ввести низку нових понять та методів дослідження ДР, які не входять до стандартної програми. Ці дії зумовлюють розширення та поглибленого вивчення деяких розділів вищої математики. Наприклад, під час вивчення тем лінійної алгебри вводити не лише поняття лінійного простору, а ввести поняття *лінійного оператора* у скінченному просторі та його матриці. Також при вивченні формули Тейлора ввести, на інтуїтивному рівні, поняття матричної експоненти, і розглянути інші математичні об'єкти. Під час вивчення функцій багатьох змінних розглядається метод найменших квадратів. Бажано навести приклад не лише побудови лінійної регресії, розглянути питання побудови розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь, що часто трапляється у практиці інженера.

Розглянемо приклад уведення поняття оператора. Оператор – поняття, що визначає відповідність між елементами двох множин  $X$  та  $Y$ . Ця відповідність задана таким чином, що кожному елементу  $x \in X$  ставиться у відповідність елемент  $y \in Y$ . Синонімічними є поняття: відображення, перетворення, функція.

Елемент  $Y$  позначають як образ для  $x$ , відповідно  $x$  – є прообразом для  $y$ . У випадку, коли  $X$  та  $Y$  – числові множини, то вводять поняття функції. *Функціоналом* називаємо оператор, який перетворює (відображає) простір функцій у числову множину.

Прикладом функціонала є визначений інтеграл. Наприклад

$$I = \int_0^2 y^2 dx \quad (y = y(x)).$$

При підстановці замість  $y(x)$  довільних різних функцій отримаємо відповідні значення інтеграла  $I$ . Таким чином, побудовано певний закон, за яким функції  $y(x)$  відповідають конкретні числові значення інтеграла  $I(y)$ . Відтак, вищенаведена формула окреслює функціонал. У контексті цієї ідеї доцільно сформулювати та показати шляхи розв'язання проблеми відшукування найбільшого або найменшого значень функціонала  $I(y)$ , що заданий цією або іншими формулами. Якщо область визначення і множина значень оператора не визначено конкретно, то цей оператор раціональніше називати функцією з тим, щоб ефективніше працював метод аналогій при формулюванні та доведенні тверджень.

Для МБГЕТК для майбутньої професійної діяльності важливо орієнтуватися в теорії сигналів.

Для МБГЕТК для майбутньої професійної діяльності важливо орієнтуватися в теорії сигналів. З метою поглиблення геометричного розуміння теорії сигналів на заняттях вищої математики (тема «Векторна алгебра») доцільно ввести поняття, що за своєю суттю відповідає довжині вектора. Це дозволить надати точнішого змісту оцінюванню сигналів, їхньому якісному та кількісному порівнянню. Тому норму сигналу вводять як поняття довжини вектора («Векторна алгебра»), далі підкреслюють, що лінійний простір сигналів  $L$  є *нормованим*, якщо кожному вектору  $s(t) \in L$  відповідає єдине число  $\|s\|$  – норма цього вектора. У радіотехніці норму сигналу визначають за формулою:

$$\|s\| = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} (s(t))^2 dt}.$$

Квадрат норми називають енергією сигналу. На занятті доцільно обчислити енергію і норму сигналу, що має трикутну форму, або радіоімпульсу з прямокутною формою обвідної, скориставшись означенням

$$E_s = \|s\|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} s^2(t) dt$$

Не зайве також під час розв'язання задачі з механіки (гармонічний осцилятор), електротехніки (електричний ланцюг) зацікавити студентів як засобом міркування формулюванням обернених задач по відношенню до прямих.

Зміст прямої задачі полягає у тому, що на основі заданого аналітичного виразу чинників, які діють на механічну чи електричну систему, необхідно визначити коливний процес.

Значно складнішими є обернені задачі, тобто коли за заданим коливним процесом необхідно визначити аналітичне наближення чинників системи. Такі задачі виникають у процесі проектування складної технічної системи, а проектувальна процедура називається синтезом. Вибір оптимальної структури параметрів системи належить до параметричного синтезу, вибір структури – до структурного синтезу. Під час її реалізації, щоб вирішити поставлені задачі проектування, застосовують математичні методи.

Такі проблемні запитання щодо оберненої задачі можна ставити у процесі розв'язування кожної застосункової задачі. Так, розглянувши пряму задачу про стійкість режиму в електричному ланцюгу з нелінійним елементом, студенти за участю викладача формулюють обернену задачу, принаймні у плані постановки та обговорення щодо визначення параметрів  $(R, C, L)$  або одного з них, якщо відомі величини  $(I, U)$ .

Таким чином, нами розглянуто підхід до введення на певному рівні сучасних математичних понять, необхідних МБГЕТК для розуміння сучасних методів математичного моделювання. Обґрунтовується таке припущення на прикладі введення поняття та розв'язання звичайних диференціальних рівнянь.

Навчання студентів математики полягає в тому, щоб майбутній інженер був підготовленим до розуміння тієї математики, з якою можливо йому доведеться мати справу у межах професійної діяльності, але для цього необхідна наявність бази фундаментальних знань.



Запропонована методика сприяє посиленню зацікавлення змістом математики та зростанню мотивації до здобуття професійно спрямованих математичних знань, глибокому творчому засвоєнню теоретичних знань із математики, а також набуття навичок математичного моделювання як складника компетентності фахівця.

Майбутні фахівці галузі електроніки та телекомунікацій повинні вирізнятися ґрунтовним знанням фундаментальних розділів вищої математики та тих, що виходять за межі фундаментальних, зокрема теорії лінійної алгебри (оперування матрицями), інтегральних рівнянь, основ функціонального аналізу, математичних методів дослідження лінійних рівнянь зі змінними коефіцієнтами, теорії лінійного та математичного програмування тощо.

Поняття є первинним елементом усієї системи знань. Ведучи мову про фундаменталізацію математичної підготовки, доцільно акцентувати увагу на фундаменталізації понять. Фундаменталізація понять підлягає класифікуванню на фундаменталізацію понять особистості та фундаменталізацію понять у структурі дисципліни.

Фундаменталізація понять особистості відбувається поетапно й охоплює чотири етапи.

*Перший етап* (теоретичний) передбачає засвоєння базових теоретичних відомостей про поняття, набуття знань класифікування та систематизації таких.

*Другий етап* (практичний) – формування за допомогою запропонованої системи дій навичок практичного застосування поняття, уміння виконувати завдання, де останнє фігурує.

*Третій етап* (діяльнісно-застосувальний) – на відміну від попередніх двох систематичне повторення поняття шляхом використання у прикладних професійно-орієнтованих задачах.

*Четвертий етап* (перевірочно-оцінювальний) – перевірку засвоєння понять, умінь ними оперувати поняттями; зазвичай перевірку проводять наприкінці навчального семестру, року або курсу вивчення дисципліни.

Відомо, що базові поняття складають фундаментальні знання. Як зазначено в дослідженні О. Сергеева, «фундаментальні знання – це найбільш стабільні та універсальні загальнотеоретичні знання, зміст яких відзначається максимальною узагальненістю, структурованістю, розкриває та визначає розмаїття внутрішніх та зовнішніх зв'язків». Використання фундаментальних знань розкриває сутність зв'язків між природними процесами [419].

При формуванні понять доцільним є застосування методу аналогій. Людська свідомість та пам'ять краще сприймає нові об'єкти інформації, якщо вони якимось чином пов'язані з уже відомими об'єктами або мають аналогічні структурні, функціональні чи змістові ознаки. Це зумовлюється та підтверджується нейропластичністю людського мозку. А отже є доцільним проводити аналогії (застосовувати метод аналогій) з іншими об'єктами.

#### **4.4. Реалізація методу аналогій у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

Математична підготовка відіграє ключову роль у професійній підготовці МБГЕТК, оскільки завдяки математичним знанням майбутній технічний фахівець має змогу розв'язувати низку прикладних професійних задач.

Процес забезпечення належної якості математичних знань випускників вищої технічної школи стикається з рядом проблем, першою із яких є те, що теми математичного циклу для більшості студентів є складними, вивчення вищої математики в цілому вимагає наявності знань та навичок у студентів початкового рівня.

На першому курсі, коли студенти найбільше з усього періоду навчання у ЗВО переживають стресовий, інтелектуально та емоційно перевантажений період, заплановано вивчення однієї з найважчих і найважливіших фундаментальних дисциплін – вищої математики. На першому курсі відмінності математичних знань студентів найбільш відчутні, а це ускладнює застосування класичних методичних і педагогічних прийомів в освітньому процесі, уповільнює ритм роботи студентської групи у навчально-дослідницькій роботі. У підсумку все це зумовлює пошук нових методичних прийомів, що допоможуть згладити різницю в рівнях знань студентів академічної групи.

У площині пошуку інноваційних підходів до організації освітнього процесу, зокрема фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, окреслюються переваги методу аналогій, який, попри частотне використання багатьма педагогами, на сьогодні залишається недостатньо теоретично розробленим. Метод аналогій є результатом теоретико-практичних пошуків психологів, які стверджують про засвоєння нової інформації на основі вже наявної у свідомості людини. Дослідники цього питання, як-от Ф. Агап'єв, рекомендують практикувати метод аналогій під час переходу від відомого до невідомого [496].

Проблематиці впровадження методу аналогії присвятили свої роботи С. Бондар, Л. Вовк, І. Гордієнко, В. Далингер, Р. Іщенко, І. Корнейчук, М. Моклюк, Л. Рудюк, О. Савченко, О. Старченко, Л. Фрідман, О. Швай та ін.

У проаналізованих у дисертації наукових студіях аналогією називають *метод наукового пізнання* (І. Добронравова, Р. Іщенко, О. Руденко, Л. Сидоренко), *умовивід*, за якого відбувається перенесення інформації про ознаки та зв'язки з одного предмета на інший (О. Швай, В. Бевз), *зміну* одних елементів під впливом інших (І. Корнейчук).

У доробках І. Добронравової, О. Руденко й інших аналогію потрактовують як «метод наукового пізнання, за допомогою якого від

схожості об'єктів певного класу за одними ознаками роблять висновок про їхню схожість і за іншими ознаками» [312]. Прикметно, що зазначені автори підкреслюють потенціал аналогії продукувати наукові гіпотези.

Під *аналогію* розуміємо такий метод наукового пізнання, що дає змогу робити висновок про досліджуваний об'єкт унаслідок порівняння його властивостей із властивостями відомого об'єкта. Під час упровадження методу аналогій, як елемента педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, ключову роль відіграє умовивід. Умовиводом аналогії називатимемо зроблений на основі емпіричних припущень і досліджень висновок, на підставі якого отримують гіпотетичні припущення про знання, властивості інформаційного об'єкта. Відшукання необхідних аналогій визначаємо *аналогізуванням*.

Важливим завданням сучасної вищої освіти є розвиток творчих мислительних процесів, розвиток здатності до прогнозування результатів діяльності. Тож саме метод аналогій видається особливо перспективним у сенсі формування у майбутніх фахівців технічного профілю вміння мислити творчо та прогностично.

Результатом проведення наукової аналогії в системі фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК визнаємо умовивід про схожість чи відмінність ознак досліджуваних об'єктів та їхніх властивостей.

У педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК метод аналогії є інструментом доведень теорем, визначення нових понять на основі вже відомих. Здійснення аналогії – це такий вид розумової діяльності, в основі якого покладено дію порівняння та встановлення подібності й відмінності одного вже відомого предмета з іншим невідомим предметом та їх властивостей, результатом чого є набуття нових знань про невідомий предмет та його властивості.

Пізнавальна діяльність студентів у процесі застосування методу аналогій активізується у той час, коли відбувається аналіз досліджуваних об'єктів, явищ і їх властивостей. Процес пізнання постає привабливим,

корисним і приємним.

Студент, який помітив подібність інформації між наявним знанням про деякий об'єкт та новою інформацією досліджуваного об'єкта, усвідомив спорідненість та відмінність, починає детальніше аналізувати цю інформацію, впритул аналізувати ці явища. Цей процес аналізу, порівняння та проведення аналогії переходить у гіпотетичний висновок про певні закономірності між досліджуваними об'єктами.

Метод аналогії виявлятиметься ефективним для формування понять і визначень, наведення властивостей, доведення теорем, розв'язування завдань (кожен із указаних видів діяльності передбачає виявлення закономірності між явищами); формулювання дефініцій інформаційних об'єктів, вивчення їхніх властивостей (останнє полягає у перенесенні властивостей конкретного об'єкта (з умовною назвою прототипу) на інший об'єкт, властивості якого підлягають вивченню). Таку думку підсилює теза С. Бондар про те, що за характером знання, яке здобувається, під час мислительної дії – аналогії, всі аналогії поділяють на *аналогії властивостей* та *аналогії відношень* [43].

Утім студенти однієї академічної групи можуть мати різне мислення тією мірою, що для частини з них гносеологічну спрямованість уособлюватиме потреба подання визначення об'єкта, поняття тощо, яке не буде базуватися на аналогії з певним об'єктом, обраним за прототип [576]. Таку особливість варто брати до уваги в ході пояснення нового матеріалу.

Цю особливість потрібно враховувати при поясненні нового матеріалу. Одними з перших розділів дисципліни «Вища математика» є розділи «Диференціювання функцій однієї змінної» та «Теорія функцій багатьох змінних». Відтак під час обчислення похідної функції за певною змінною студенти часто мають проблеми з розумінням принципу обчислення похідних. У таких випадках наводимо аналогію цієї ж функції із врахуванням заміни решти змінних на константи, так що отримаємо похідну функції однієї змінної.

Наприклад. Обчислити похідну функції  $z = x^4 + 9 \cos y \cdot x$  за  $x$  та за  $y$ .

Часто при обчисленні похідної за змінною  $x$  тобто  $z'_x$  студенти допускають помилку, шукаючи похідну від функції  $\cos y$ . Проте якщо продемонструвати паралельно обчисленню заданого прикладу, обчислення похідної функції однієї змінної, наприклад  $z = x^4 + 9\cos \pi \cdot x$ , студенти сприймають  $\cos y$  як константу і в наступних прикладах допускають менше помилок.

Важливо при цьому зазначити, що обчислення похідної за деякою змінною це з фізичної точки зору рух функції вздовж певної осі. З іншого боку, рух функції вздовж деякої осі окреслюється похідною за змінною, яка визначає цю вісь.

Загалом варто підкреслити, що аналогія як метод пізнання та процес розумової діяльності ґрунтується на вже відомих образах і поняттях, засвоєних свідомістю. Реалізація аналогії як методу розумової діяльності неможлива без взаємодії з іншими видами розумової діяльності особистості. На основі аналогії студенти сприймають, аналізують і систематизують об'єкти за видовими, змістовими, функціональними ознаками.

Наведемо ще декілька прикладів застосування аналогії та їх особливості. Відомо, що скінченна сума неперервних функцій є функцією неперервною, а інтеграл від скінченної суми інтегровних функцій дорівнює сумі інтегралів від кожного доданку. Аналогічна властивість справджується при диференціюванні скінченної суми диференційовних функцій. При вивченні функціональних рядів необхідно з'ясувати питання щодо перенесення зазначених властивостей скінчених сум на функціональні ряди. Під час рзгляду функціональних рядів, слід звернути особливу увагу на поняття рівномірної збіжності. Виявляється, що на відміну від суми скінченної кількості неперервних функцій, сума функціонального ряду з неперервними членами (сума нескінченної кількості неперервних функцій) може вже не бути неперервною функцією (навіть тоді, коли усі члени ряду невід'ємні).

Слід навести приклад того, що для довільних функціональних рядів ці властивості можуть виявитися несправедливими.

**Приклад.** Розглянемо ряд  $x + (x^3 - x) + (x^5 - x^3) + \dots + (x^{2n-1} - x^{2n-3}) + \dots$

Часткова сума дорівнює  $S_n(x) = x^{2n-1}$ . При  $x > 0$  та  $n \rightarrow \infty$  часткова сума прямує до 1,  $S_n(x) \rightarrow 1$ . При  $x = 0$  часткова сума  $S_n(x) \rightarrow 0$ . І нарешті, якщо  $x < 0$ , то  $S_n(x) \rightarrow -1$  при  $n \rightarrow \infty$ .

Отже, сума ряду дорівнює  $S(x) = \begin{cases} -1, & \text{якщо } x < 0, \\ 0, & \text{якщо } x = 0, \\ 1, & \text{якщо } x > 0. \end{cases}$

Таким чином, сума ряду є розривною в точці  $x=0$ .

Наведений приклад дозволив зробити висновок, про те, що властивості скінченних сум функцій справедливі не для усіх рядів. Розглянута властивість має місце для рівномірної збіжності ряду. На рис. 4.10 наведено графіки перших часткових сум ряду. Із зростанням номера часткової суми наближаються до  $S(x)$ .

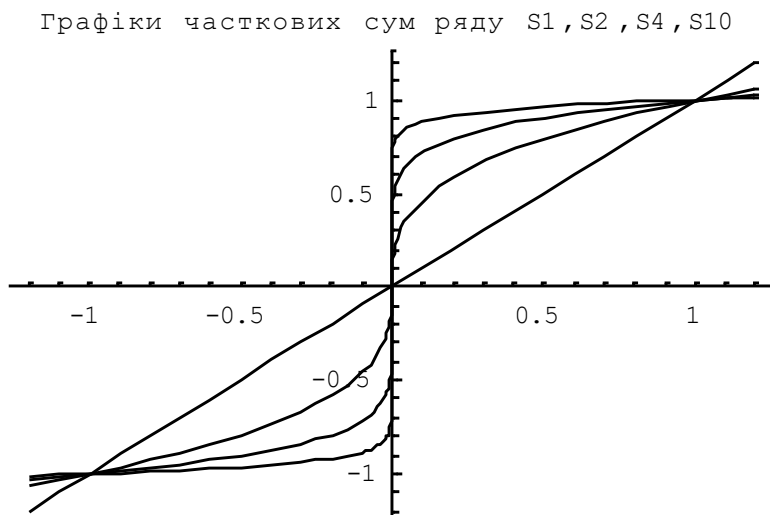


Рисунок 4.10 Графіки перших часткових сум ряду

У наведеному прикладі помилково застосована аналогія відношень на об'єкт, тобто сума функціонального ряду помилково перенесена на скінченну суму функцій.

Таким чином, теорія рядів дає достатню кількість переконливих прикладів, які ілюструють важливість аналогій і «принципу їх обережного використання».

Як було зазначено вище, у технічному ЗВО введення математичних понять передбачає їхній розгляд як моделей опису реальних величин, явищ. Для цього використовують зрозуміліші для студента, взяті з життєвого досвіду аналогії. Упровадження методу аналогій в освітній процес сприяє активізації пізнавальної активності: загалом вивчення нового матеріалу з точки зору психофізіології ґрунтується на асоціюванні й асоціативних зв'язках. Мозок людини, що має певний досвід отримання та засвоєння інформації, сприймає нову інформацію, асоціюючи її та зіставляючи з уже вивченою. Прикметно, що виокремлення фундаментальних понять, властивостей об'єктів відіграє ключову роль, оскільки останні слугують базисом побудови наступних означень і властивостей.

Особливість осіб студентського віку полягає в тому, що їхнє мислення ще не позначене страхом помилитися та набуті негативного досвіду. Відтак студенти, особливо перших курсів, вивчають фундаментальні дисципліни, серед таких – математичного циклу, саме тоді, коли мають «безпомилкове мислення», тобто вільні у своїх міркуваннях, припущеннях і судженнях від набутого досвіду обмежувати їх. Тож тоді, коли фахівці, мислення яких зазнало впливу прагматичного досвіду та досвіду помилок, сприймають певні речі як несумісні, нереальні, студенти поєднують непоєднувані начебто речі, проводять аналогії, на перший погляд, різних об'єктів. Аналогію під час обчислення похідних складених функцій, яку провели студенти, наведено в додатку (Додаток Ю).

У науковій спільноті побутує думка про доцільність обережного застосування методу аналогій, тому що «якою б не була значною знайдена схожість ознак двох речей, умовивід за аналогією має не достовірний, а ймовірнісний характер, якщо предмет, щодо якого зроблено висновок за аналогією, має яку-небудь властивість, несумісну з тією властивістю, про



існування якої зроблено висновок, то загальна схожість не має ніякого значення» [351]. З огляду на таке твердження варто наголосити, що істинність умовиводу залежить від глибини та ступеня дослідження, порівняння досліджуваних об'єктів.

Для МБГЕТК доцільно навести приклад із теорії обробки сигналів. Під час обробки сигналів що задаються функціями в аналітичній формі, виникають проблеми переходу до обробки сигналів, що задаються у вигляді послідовностей. На основі чого вводиться поняття «критерій аналогічності», у контексті чого конструюють модифіковані функції і для відповідної послідовності. Водночас обернений перехід є досить складним: для простору послідовностей не завжди знайдеться аналогія простору функцій.

Реалізація розвитку творчих здібностей у студентів та підвищення рівня якості знань з математики, методика навчання якої включає використання методу аналогії, базується на таких дидактичних принципах:

- *принцип науковості*: викладач аргументує закони, поняття відомого об'єкта, а також акцентує увагу на властивостях досліджуваного об'єкта, які підлягають вказаним законам, на підставі цього можливо провести аналогію;
- *принцип зв'язку теорії і практики та принцип результативності*: спочатку викладач сам указує на подібні і відмінні властивості деяких математичних об'єктів; потім разом зі студентами встановлює аналогію між вивченими поняттями, спираючись на їхні знання з попереднього матеріалу; дає завдання студентам використати метод аналогії самостійно під час вивчення інших теорем або понять;
- *принцип професійної спрямованості*: до змісту застосункових задач мають входити поняття навчального матеріалу фундаментальних та спеціальних дисциплін (фізика, хімія, електротехніка, радіотехніка тощо);
- *принцип системності*: досягти ефективних результатів від застосування педагогічної системи можна у тому випадку, якщо систематично використовується значне число аналогій під час вивчення відповідних розділів курсу вищої математики.

У курсі вищої математики під час вивчення елементів функцій комплексної змінної широко використовується метод аналогій. Так, трактуючи комплексне число як вектор, рівність комплексних чисел, їх суму та різницю, можна означити аналогічно до того, як це зроблено для векторів у курсі аналітичної геометрії. Окрім того, векторне тлумачення комплексного числа є основою геометричних моделей процесів у електричних ланцюгах у теоретичних основах радіотехніки та електротехніки, де у векторній та комплексній формі подають синусоїдальну функцію змінної  $t$  (час):

$$f(t) = A \sin(\omega t + \psi).$$

Таке подання синусоїдальних функцій знайшло широке застосування у розрахунках ланцюгів змінного струму. На цьому поданні ґрунтуються методи аналізу ланцюгів струму.

Наведемо ще один приклад застосування методу аналогії. Ще одна аналогія – добуток двох комплексних чисел можна означити як добуток двох двочленів виду  $a + xb$ , у якості  $x$  взято уявну одиницю  $i$ .

Для теорії функції комплексної змінної, як і для математичного аналізу функції однієї змінної, доцільним вважаємо оперування методом математичної індукції, що дає змогу окреслити суму та добуток довільної скінченної кількості комплексних чисел, поняття степеня з натуральним показником комплексного числа.

Вивчення теорії комплексних чисел у програмі вищої математики технічного ЗВО розширює та узагальнює уявлення про степінь з довільним показником та про корінь  $n$ -го степеня, знання з теорії комплексних чисел дають можливість розширити шкільні знання щодо відповідних понять. Методологічно важливими для МБГЕТК є знання про всі можливі операції з комплексними числами та встановлення питання про їх однозначність. Під час проведення аналогії між неперервністю функції дійсної змінної та комплексної змінної доцільно зупинитися на деяких проблемних місцях. Вводячи поняття неперервності функції, знову слід акцентувати увагу на суті цього поняття:  $f(x)$  неперервна у точці  $x_0 \in E$ , якщо  $f(x) \approx f(x_0)$ , коли  $x \approx x_0$

$f(x)$ ) як завгодно близьке до  $f(x_0)$ ) (майже дорівнює  $f(x_0)$ ), коли точки  $x \in E$  досить близькі до  $x_0$ ). Взагалі кажучи, неперервність функції  $f$  у точці  $x_0 \in E$  залежить від множини  $E$ . Так, будь-яка елементарна функція дійсної змінної неперервна у своїй області визначення  $D(f)$ , чого не можна сказати про елементарні функції комплексної змінної (ще одна ілюстрація щодо обережного використання методу аналогій), оскільки, наприклад, функція  $f(z) = \ln(z)$ ,  $z \in \mathbb{C} \setminus \{0\}$  не є неперервною у точках  $z = x$ ,  $x < 0$ .

Питання про відшукування потрібних рядів та їх сум розв'язується за допомогою тверджень про основні властивості рядів, ознаки збіжності рядів, розвинення у степеневі ряди тощо. При цьому слід сформулювати у майбутнього інженера переконання в тому, що числові ряди та їхні суми схожі на звичайні суми із скінченною кількістю доданків лише тоді, коли ряди є абсолютно збіжними, зокрема, з додатними членами. У загальному випадку властивості рядів зовсім не схожі на властивості сум із скінченною кількістю доданків: перестановка місцями доданків (членів ряду) може змінити суму; не завжди можна розкривати дужки, що об'єднують окремі доданки; не завжди можна розкрити дужки, перемножуючи суми двох рядів тощо.

Під час вивчення степеневих рядів бажано продовжувати підкреслювати, що одночасно може розглядатися випадок як дійсних, так і комплексних рядів. Методи введення основних елементарних функцій дійсної і комплексної змінної на основі степеневих рядів дають можливість ввести важливі розвинення цих функцій без використання похідних та формули Тейлора.

Метод аналогій у межах фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК відзначається потенціалом щодо активізації пізнавальної діяльності студентів, зокрема для сприйняття та закріплення навчального матеріалу, його узагальнення й систематизації. Математична підготовка МБГЕТК передбачає виділення значної частини навчального часу на самостійну роботу студентів, у процесі чого прогнозується формування навичок

самостійної роботи. Водночас метод аналогій як інструмент фундаменталізації математичної підготовки сприяє покращенню та активізації розумової діяльності студентів у процесі їхньої самоосвітньої діяльності, оскільки він передбачає розумові дії абстрагування, синтезу, порівняння, що обумовлює інтелектуальний та професійний розвиток студентів.

Як зазначає дослідниця Л. Вовк «зміст дидактичної сутності методу аналогії полягає в поєднанні двох істотних характеристик – пояснювальної і пошукової» [65].

*Пояснювальна* функція методу аналогій у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК полягає в тому, що за допомогою створених моделей для аналогій можна домогтися конкретного уявлення про об'єкт, поняття, що вивчається. *Пошукова* функція методу аналогій – окреслена тим, що студенти здобувають нові знання, набувають навичок будувати гіпотези, доводити твердження, систематизувати явища, що вивчаються. Ці характеристики діалектично поєднані і в цілому допомагають створити цілісне уявлення про досліджуваний об'єкт.

#### **4.5. Типологія мислення студентів як основа формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності**

Період навчання в технічному ЗВО припадає на найбільш активну фазу цілеспрямованого розвитку та становлення професійної свідомості майбутніх фахівців. Студенти перших курсів уже мають задатки певного типу мислення, яке під час навчання у школі або закріпили, або послабили. Відтак статус типології мислення як однієї з характерних особливостей студентів, які здобувають професію за певним напрямом, детермінує потребу врахування типу мислення як важливого фактора організації математичної (фундаментальної) та професійної підготовки.

Питання глибин людської свідомості та мислення цікавили ще давніх грецьких мислителів Платона, Сократа та їхніх сучасників. Не минули своєю увагою проблеми мислення філософи пізнішого часу Б. Спіноза, Р. Декарт, Г. Лейбніц. А. Маслоу, С. Рубінштейн та ін. На сучасному етапі проблематику мисленнєвих процесів і типології мислення розкривали у своїх працях такі вчені, як: Дж. Брунер, О. Леонт'єв, М. О'Коннор, С. Паунонен, В. Рибалка, Р. Сперрі, С. Яланська, В. Шахов та ін.

Так, американський нейропсихолог та Р. Сперрі (R. Sperry) вивчав функціонування людського мозку та зробив революційне відкриття про функціональну асиметрію людського мозку [577]. Йдеться про функціонування лівої та правої півкуль головного мозку як двох різних систем, тоді як результатом такого постає сформований тип мислення.

Типом мислення наукова спільнота вважає не рівень шкільних знань чи показник IQ, а стиль сприйняття дійсності, побудову алгоритмічних мисленнєвих процесів, процесів отримання інформації-обдумування-ухвалення рішення та задатки.

Задатки – це вроджені анатомо-фізіологічні особливості нервової системи й організму (будова мозку, органів чуття, тіла тощо), які складають природу розвитку здібностей і дають змогу виявляти значні успіхи в опануванні тією чи тією галузі науки або мистецтва [577], [596].

Дослідники проблеми мислення доводять, що людина народжується з певними задатками до типу мислення, тому вплинути на формування нового, *іншого* типу мислення досить складно.

У доробку М. О'Коннора (M. O'Connor), С. Паунона (S. Paunonen) [570] обґрунтовано, що когнітивні здібності особистості відчутно позначаються на рівні наукових досягнень, але їх недостатньо для пояснення різниці в успішності. Зважаючи на це, важливою групою детермінантів рівня успішності є особистісні параметри «Великої п'ятірки». У такий спосіб вищеназвані вчені вибудовують теорію прогнозування успішності абітурієнтів на основі особистісних якостей (ідею класифікації типів

особистісних якостей осмислено в роботі [563]), до яких належить *тип мислення та сформованість мотивів до навчання*.

З огляду на констатовану науковцями [570] значущість урахування типів мислення та сформованості мотивів вважаємо за доцільне визнавати початковим етапом освітнього процесу визначення типології мислення студентів, перевірку й урахування особливостей сформованості їхніх мотивів, що дасть змогу відповідно до встановлених параметрів (типу мислення, особистісних якостей і сформованості мотиваційного складника) вибудувати педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

У своїх дослідженнях С. Яланська констатує, що Дж. Брунер – дослідник світового рівня типізації мислення [501] виокремлює – *предметне, образне, знакове, символічне, креативне мислення*. Зупинимося на запропонованій типізації та деталізуємо кожен тип мислення.

*Предметне мислення.* Особам із практичним складом розуму притаманне предметне мислення, що відзначається нерозривним зв'язком із предметом у просторі та часі, перетворенням інформації за допомогою фізичних дій, послідовним виконанням операцій. Результатом такого типу мислення стає думка, втілена в новій конструкції.

*Образне мислення.* Особам із художнім складом розуму властивий образний тип мислення, що вирізняється віддаленням від предмета у просторі та часі, перетворенням інформації за допомогою дій з образами, що дає змогу уникати фізичних обмежень на перетворення, а також реалізовувати розумові та фізичні операції й послідовно, й одночасно. Результатом розумових і фізичних дій є думка, втілена в новому образі.

*Знакове мислення.* Особи з гуманітарним складом розуму мають знакове мислення, що припускає перетворення інформації за допомогою умовиводів, б'єднання у більші групи за правилами єдиної граматики. Результатом знакового мислення постає думка у формі поняття чи висловлювання, що фіксує істотні зв'язки між позначуваними предметами.

*Символьне мислення.* Особи з математичним складом розуму надають перевагу символічному мисленню, коли трансформацію інформації уможлиблюють правила та висновки (зокрема, алгебраїчні правила чи арифметичні знаки, операції). Результатом такого стилю мислення виступає думка у вигляді структур, символів і формул [501].

*Креативне мислення* пов'язане з творчими здібностями. Особи з креативним мисленням завжди готові до генерування принципово нових ідей. На думку П. Торренса (Ellis Paul Torrance), креативність охоплює підвищену чутливість до проблем, пошуку рішень на основі формулювання гіпотез, генерування ідей та окреслення результату рішення [596].

Для розвитку творчого мислення практикують організацію навчальних ситуацій, які вирізняються незавершеністю або відкритістю для введення нових елементів, заохоченням до формулювання широкого спектра запитань.

У дослідженні скористалися розробленим на основі методики Дж. Брунера (Додаток Я) діагностичним тестом для перевірки типу мислення студентів чотирьох інженерних факультетів ВНТУ: ФІЕС – факультету інформаційних електронних систем, ФІТКІ – факультету інформаційних технологій і комп'ютерної інженерії, ФІПА – факультету інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, ФБЦЕІ – факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії.

Узагальнені результати сформованості типів мислення студентів вказаних факультетів описано в таблиці (табл. 4.10).

*Таблиця. 4.10*

#### **Показники типів мислення студентів інженерних факультетів ВНТУ**

Назва факультету	Типи мислення (max 10 балів)				
	<i>предметне</i>	<i>образне</i>	<i>знакове</i>	<i>символьне</i>	<i>креативне</i>
ФІЕС	8,47	7,97	6,55	8,94	9,16
ФІТКІ	8,2	8,26	7,46	9,26	8,26
ФІПА	8,6	7,2	8,4	10,2	8
ФБЦЕІ	7,9	9,3	7,9	7,9	9,17

(сформовано автором)

Для запропонованої роботи було важливим з'ясувати типологію мислення студентів ФІЕС як задіяних у дослідженні. Отримані результати студентів факультету ФІЕС увиразнюють те, що останні здебільшого мають:

*креативне мислення* – 9,16 бала,

*символьне мислення* – 8,94 бала,

*предметне мислення* – 8,47 бала.

Оформимо результати визначення типології мислення студентів факультету ФІЕС у вигляді діаграми (рис. 4.11), на якій продемонстровано середній бал за кожен тип мислення студентів ФІЕС.

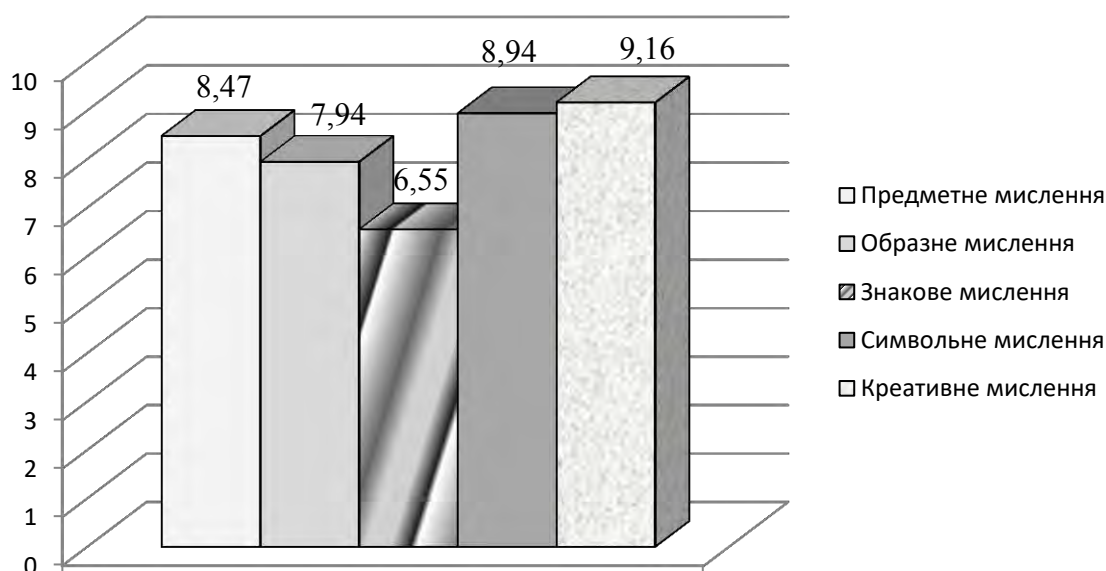


Рисунок 4.11 Типи мислення студентів факультету ФІЕС

Визначення показників типів мислення студентів МБГЕТК у процесі реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки уможливило застосування форм і методів навчальної діяльності, оптимальних для організації освітнього процесу студентів саме з таким типом мислення, а відтак – розроблення системи завдань із максимальним використанням символів і знаків.

З огляду на те, що для МБГЕТК притаманне творче мислення, векторами розроблення навчально-методичного комплексу, а також системи



завдань, проєктів виступали створення для студентів пошукових ситуацій, побудова гіпотез як прерогативи методу аналогій.

Для досягнення сформованості мислення (креативного, символного, предметного) видається доцільним залучати студентів до науково-дослідної роботи, що сприяє розвитку креативності (творчості), набуття вміння оперувати символами та їхніми співвідношеннями, знаходити нестандартні рішення поставлених завдань. Прикладом залучення студентів до науково-дослідної роботи стали доповіді на щорічних конференціях професорсько-викладацького складу ВНТУ, а також участь в інших конференціях різних рівнів (Додаток У).

Предметне мислення передбачає перетворення інформації шляхом реалізації предметних дій, послідовне виконання операцій. Те, що студенти факультету інформаційних електронних систем мають природну схильність до послідовного виконання операцій, що корелює із функціональним наповненням операційно-діяльнісної компоненти ПСМК, забезпечує адекватність формування у них останньої.

Сформованість типів мислення студентів МБГЕТК припускає застосування методів і підходів вироблення компонент професійно спрямованої математичної компетентності у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки.

Професійно спрямована математична компетентність охоплює: *мотиваційну, когнітивну, операційно-діялісну, конструкторсько-алгоритмічну компоненти*. У таблиці розкрито змістове наповнення кожної компоненти ПСМК (табл. 4.11).

Предметне мислення обумовлює створення та побудову нових конструкцій – площини діяльності радіоелектронників. Фахівці електронної галузі повинні постійно будувати електронні та електричні схеми, продумувати алгоритми їх побудови. Відтак формування конструкторсько-алгоритмічної компоненти ПСМК є адекватним для МБГЕТК, оскільки у студентів, як показало дослідження, вже є схильність до конструювання та

побудови алгоритмів дій, а формування конструкторсько-алгоритмічної компоненти ПСМК включає розвиток уміння до побудови алгоритмів розв'язків завдань.

Таблиця 4.11

## Компоненти ПСМК та їх змістово-функціональне наповнення

Назва компоненти ПСМК	Змістово-функціональне наповнення компоненти
<i>мотиваційна компонента</i>	Сформованість мотиве набуття знань, бажання глибше розуміти дисципліну, усвідомлення важливості вивчення математики для професійної діяльності.
<i>когнітивна компонента</i>	Сформованість теоретичної бази фундаментальних знань, математичних понять, знання основних означень і теорем
<i>операційно-діяльнісна</i>	розуміння способів застосування математичних понять і законів для розв'язування прикладних задач професійного змісту, вміння побудови алгоритму послідовного виконання дій для досягнення результатів, уміння систематизації та класифікації навчальної інформації
<i>конструкторсько-алгоритмічна</i>	здатність до конструювання розв'язків і розв'язування математичних задач шляхом розбивання їх на кроки (елементи знань); уміння будувати алгоритми розв'язування математичних і професійних завдань із застосуванням математичного апарату; вміння добирати необхідну навчальну інформацію для розв'язування завдань

(сформовано автором)

Як доведено в роботах М. О'Коннор і С. Паунон, фундаментальним детермінантом успішності навчання студентів виступає мотиваційний [570]. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності є пріоритетною ланкою загальної структури освітнього процесу технічного ЗВО. Прищеплення мотиву здобуття знань, пізнавального інтересу зумовлює активність студентів у аспекті самостійної навчально-пізнавальної роботи, сприяє зростанню рівня впевненості в самостійності досягнення мети, у власних силах. У дослідженні для визначення рівня самостійної активності студентів

було проведено незалежне анонімне опитування серед студентів, у ході якого останнім пропонували дати відповідь на запитання «Чи використовуєте Ви сторонню допомогу під час виконання завдань самостійної, контрольної роботи?» Відповіді студентів розподілили в такому співвідношенні:

- «не використовую» – 6% анкетованих студентів;
- «використовую рідко» – 72% анкетованих студентів;
- «часто використовую» – 20% анкетованих студентів;
- «завжди використовую» – 2% анкетованих студентів.

Результати анкетування представимо графічно (рис. 4.12).

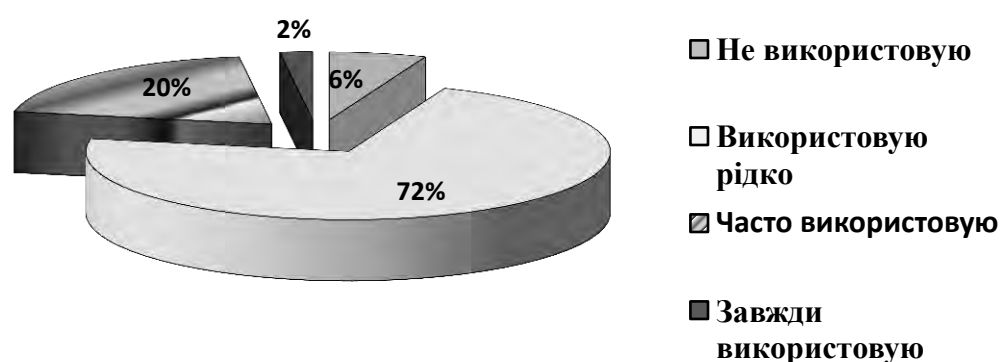


Рис. 4.12. Графічне зображення результатів експерименту

Відповіді респондентів увиразнили ситуацію, за якої цілком самостійно під час проміжного чи підсумкового контролю працюють лише 6% студентів, решта 94% студентів працюють із використанням сторонньої допомоги. Означена ситуація пов'язана з несформованістю у студентів мотивів до здобуття знань, низьким рівнем пізнавального інтересу та низьким рівнем впевненості у власних силах або/і низьким рівнем підготовки до проміжного чи рубіжного контролів.

Цікавим постає результат оцінювання студентами впевненості у власних силах. Студентам було запропоновано за десятибальною шкалою оцінити впевненість у собі. Низьким і середнім рівнем вважаємо оцінку від 1 до 5, вище середнього – достатній та високий – від 6 до 10.

За результатами тестування 70,4% студентів оцінили себе як упевнена в собі людина на високому та достатньому рівнях і 29,6% оцінили впевненість у собі на середньому рівні і нижче. Це окреслює суперечливу ситуацію, за якої на тлі адекватної самооцінки студенти звертаються по допомогу під час розв'язування самостійних робіт, чим демонструють неадекватну мотивацію до набуття знань.

Проблеми мотивації до навчально-пізнавальної діяльності залишаються незмінно актуальними в середовищі науковців. Справедливість цього твердження доводять доробки таких учених, як: О. Романовський [404], Т. Чаусова [486], О. Яцишин [508] та ін. Розмежовуючи зовнішні, внутрішні й особистісні мотиви, поділяємо позицію О. Кочарян [258], що внутрішня мотивація сприяє отриманню задоволення від процесу діяльності, а не здобуття певних матеріальних благ чи похвали.

У контексті фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК формування мотивації до навчально-пізнавальної діяльності як засадничого фактора передбачає фокусування уваги студентів на прикладній функції вищої математики, пояснення доцільності та необхідності її вивчення для якісної професійної підготовки МБГЕТК. Трансформування прагматичних мотивів, притаманних більшості студентів, посилення мотивації до навчально-пізнавальної діяльності пропонуємо реалізовувати шляхом оперування спектром інструментів, у якому: цікаві задачі професійного змісту, історичні факти, повчальні приклади з історії розвитку та застосування фундаментальних математичних понять, мотивувальні приклади, «емоційне забарвлення» навчального матеріалу, вдалі аналогії, нестандартні методи проведення занять, тобто система заходів впливу на прищеплення студентам інтересу до дисципліни та формування мотивації до набуття знань. Важливо, щоб викладач використовував усі можливості освітнього процесу для набуття студентами мотивації до навчальної діяльності та вироблення наполегливості в досягненні поставлених наукових і життєвих цілей.

Так, вивчення границь передбачає наведення студентам мотивувального прикладу. Розглянемо фрагмент проведення заняття з теми «Границя послідовності та функції. Неперервність функції», параграф «Перша та друга чудові границі. Методи обчислення границь».

Приклад.  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{2x-4}{2x+5} \right)^{x+1}$ .

*Викладач.* Для обчислення границі потрібно застосувати правило граничного переходу: обчислити границю основи та границю показника степеня. Під час обчислення границі варто звернутися до невизначеності типу  $\{1^\infty\}$ , яку розкривають, використовуючи правило «другої чудової границі»:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{x} \right)^x = e$$

У такому контексті виникає запитання: «Чому  $\{1^\infty\}$  є невизначеністю?». Відповідь складає констатація, що в основі невизначеності лежить не 1, а певне, наближене до нього число, як-от: 0,99 або 1,01.

Далі викладач спроектує задачу на реальне життя: «У конкретного студента є певний обсяг роботи щодня, який позначимо «1», та резерв часу 365 днів. Нехай у першому варіанті студент щодня недопрацює 10% всіх 365 днів у році. Тоді матимемо, що 0,9 частини виконаної роботи повторюється 365 разів, тобто  $(0,9)^{365} = 1,98 \cdot 10^{-17}$ .

Фактично, це означатиме, що студент не досягне поставлених цілей; у числовому еквіваленті результат діяльності описано як  $1,98 \cdot 10^{-17}$ .

Розглянемо випадок, коли студент щодня перепрацює на 10% всіх 365 днів, тобто  $(1,1)^{365} = 1,28 \cdot 10^{15}$ . Результат його діяльності відображає числовий еквівалент  $1,28 \cdot 10^{15}$ . Це означає, що студент вирізняється високим коефіцієнтом корисної дії і досягне значних результатів у виконанні поставлених завдань.

Після наведеного мотиваційного прикладу викладач разом зі студентами розв'язує приклад на обчислення границі, застосовуючи правило «другої чудової границі». Регулярне та систематичне наведення прикладів такого типу формують у студентів інтерес до вивчення вищої математики, і її вивчення переходить із «рангу примусовості» у «ранг зацікавленості».

Чільне місце у фундаментальній математичній підготовці займає гурткова робота, виступи на конференціях. У процесі підготовки доповідей студентів на такі теми як застосування диференціальних рівнянь у їхній сфері їхньої спеціальності, застосування математичної теорії у радіотехніці студенти починають глибше усвідомлювати міжпредметні зв'язки.

На формування мотивації до навчально-пізнавальної діяльності впливає вимогливість викладача. (вимогливість, демократичність, позитивні очікування). На думку Б. Уілкерсона оптимальним варіантом є поєднання вимогливості викладача із позитивними очікуванням від студентів [601]. Погоджуємося із таким твердженням і опишемо його формулою (4.13)

$$m = s(t) \cdot p \quad (4.13)$$

$m$  – мотивація студентів,

$s(t)$  – строгість викладача,

$p$  – позитивне ставлення та очікування викладача.

Важливо, щоб студенти відчували, що від них очікують високих результатів, що сприяє внутрішній самоорганізації та цілеспрямованості у вивченні навчального матеріалу. Позитивні очікування та сприйняття студентів розумними, здібними піднімає їх віру в себе і створює підсвідоме бажання не занизити загальне враження викладача про них. Навіть посередній студент, відчуваючи, що йому авансується довіра і виділено міру позитивного очікування високих навчальних результатів, буде вмотивований відповідати цим високим стандартам. Студенти ж із низькою самооцінкою або/і низьким рівнем шкільних навчальних досягнень прагнутимуть зберігати відчуття довіри до себе, сприйняття себе іншими студентами та викладачем

як здібних і розумних, а відтак намагатимуться докладати максимум зусиль для підтримання такого ставлення до себе. До викладача, який застосовує таку методику, студенти будуть із задоволенням ходити на практичні та лекційні заняття, не відчуваючи внутрішнього та зовнішнього примусу. На наше переконання, в такому ключі присутньо не просто формувати професійні мотиви, а прищеплювати інтерес і мотивацію до вивчення дисципліни. Це увиразнює першорядність професіоналізму викладача, його спрямованість на навчання студентів.

Зрозуміло, що проєкцією позитивного ставлення студента до викладача, а також стосунків між викладачем і студентом є якість процесу пізнавальної діяльності та, відповідно, успішність.

Аналогічну думку важливості сприйняття студента викладачем як здібного та компетентного, а також уміння створити позитивні умови для формування мотивації навчальної діяльності ми зустрічаємо у дослідженні Н. Черняк, де серед чинників, що впливають на формування мотивації студентів до навчально-пізнавальної діяльності виділено такі: «ставлення до студента як до компетентної особистості; сприяння самовизначенню студента, розвиток позитивних емоцій, постійне створення та «підкріплення» ситуації успіху для невпевнених у своїх силах студентів» [488].

Вектор позитивних змін у навчанні студента має напрям ізсередини назовні, коли внутрішні трансформації у свідомості та мотивації набувають реалізації у зовнішніх виявах, тобто у покращенні рівня знань і сформованості компетентностей. Ці зміни особистості відбуваються у результаті наполегливої праці, а також взаємодії із зовнішніми чинниками, у відповідь на які студент починає реагувати і діяти. У цей час відбувається невеликий стрес, що провокує запуск психологічних механізмів, у результаті чого виникатимуть нові зв'язки між нейронами головного мозку, запускаються нові трансформаційні процеси у мотиваційній сфері.

## Висновки до розділу 4

1. Реалізація педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає низку педагогічних умов як її детермінантів. Для визначення оптимальних педагогічних умов реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, а також участі у проведенні експерименту з перевірки ефективності розробленої в дослідженні педагогічної системи було сформовано групу експертів із 26 осіб (15 професорів, 11 доцентів) і доведено її компетентність. Шляхом аналізу наукової літератури, а також з огляду на думки експертів і власний досвід викладання укладено перелік педагогічних умов педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК і встановлено оптимальність для реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК таких із них, як: вибір фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для МБГЕТК; систематичний вплив на формування мотивації до вивчення математичних дисциплін, формування мотиву отримання знань; посилення науково-дослідної та самостійної роботи; регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу; упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК; застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

2. Описано й обгрунтовано реалізацію в освітньому процесі кожної з переліку педагогічних умов педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Констатовано про важливість не введеної до вищезгаданого переліку педагогічної умови «застосування інтерактивних форм навчання у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК» як доцільної в сенсі реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.



3. Унаслідок вивчення широкого кола філософської, психолого-педагогічної та методичної літератури обґрунтовано, розроблено й описано структурно-функціональну модель фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК. Модель є сукупністю взаємопов'язаних елементів, а саме: цільового, теоретико-концептуального, змістово-процесуального, оцінно-результативного блоків. *Цільовий блок* структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає мету (формування професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»), цілі (вдосконалення математичної підготовки МБГЕТК, створення педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки) та завдання (формування системи інваріантних математичних знань, системного мислення, вміння застосовувати математичний апарат для виконання прикладних завдань). *Теоретико-концептуальний блок* охоплює підходи та принципи фундаменталізації математичної підготовки. До основних принципів реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК належать *загальнодидактичні* (науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики, фундаментальності, професійної спрямованості) та *специфічні* (структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності).

*Змістовно-процесуальний блок* містить опис змісту, форм, методів і засобів *фундаменталізації* математичної підготовки МБГЕТК, яку в дослідженні визначено як діалектичне поєднання *процесу* формування математичних знань, *умінь і наявності* математичних знань і *вмінь*, необхідних для виконання поставлених завдань, складається із теоретичної та практичної підготовки. *Методами* педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК постають традиційні й інноваційні (проєктів, проведення аналогій, математичне моделювання, інтерактивні методи), а *засобами* – ІКТ, професійно спрямовані завдання, навчально-

методичний комплекс, відеоуроки. Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК передбачає формування професійно спрямованої математичної компетентності, що її утворюють мотиваційна, когнітивна, конструкторсько-алгоритмічна й операційно-діяльнісна компоненти.

*Оцінно-результативний* блок описує діагностування сформованості ПСМК і, відповідно, ефективності педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Обґрунтовано застосування *професійно-орієнтованих задач* як засобу педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Розв'язування професійно-орієнтованих задач актуалізує такі види діяльності студентів – аналітичну, графічно-обчислювальну, дослідницьку; виконання таких впливає на формування компонент ПСМК.

Фундаменталізація математичної підготовки МБГЕТК детермінує формування понять як сталої базової одиниці інформації. Процес формування понять із курсу вищої математики спроектований на ідею елементів знань, яка припускає побудову інформаційних об'єктів за допомогою менших інформаційних об'єктів, що, відтак, складаються з іще менших за обсягом інформаційних об'єктів тощо (засвоєння студентами таких складників навчального матеріалу перевіряють шляхом контролю рівня знань).

Описано залучення методу аналогій у процес фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК для: формування понять і визначень; наведення властивостей; доведення теорем; виконання завдань. За допомогою аналогії студенти сприймають, аналізують і систематизують об'єкти за видовими, змістовими, функціональними ознаками. Метод аналогій виконує дві функції – *пояснювальну* та *пошукову*. Використання методу аналогії для формування понять курсу вищої математики базується на загальнодидактичних принципах: *зв'язку теорії і практики, результативності, професійної спрямованості та системності*. Важливо,

що в разі оперування методом аналогій істинність умовиводу залежить від глибини, ступеня дослідження та порівняння досліджуваних об'єктів.

4. Аналіз наукових теоретичних та емпіричних досліджень науковців дає підстави констатувати, що важливими чинниками успішності студентів є *стиль мислення* та *сформованість мотивації* до навчально-пізнавальної діяльності. Залежно від стилю мислення студентів доцільно будувати концепцію реалізації методів, засобів та форм освітнього процесу. Ми, погоджуючись із типологією стилів мислення, що запропонована Дж. Брунером, виділили *предметне, образне, знакове, символне, креативне мислення*. Експериментально визначено, що у МБГЕТК – студентів факультету інформаційних електронних систем – переважає креативне, символне та предметне мислення, що є передумовою для формування складових ПСМК у процесі фундаменталізації математичної підготовки. Врахування типів мислення у МБГЕТК відбувалося через підбір нестандартних завдань, проєктів.

Сформованість типів мислення студентів – МБГЕТК обумовлює добір методик, методів та підходів для формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності у педагогічній системі фундаменталізації математичної підготовки.

5. Основні наукові результати, представлені у розділі, опубліковано у працях автора: [191, 197, 198, 215, 222, 227, 228, 229, 239, 241, 242, 243, 249, 381, 408-411].

## РОЗДІЛ 5

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ФУНДАМЕНТАЛІЗАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ «ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ»

#### 5.1. Організація і методика проведення експерименту

Для перевірки ефективності запропонованої гіпотези та реалізованої наукової концепції дослідники застосовують такі методи дослідження: *теоретичні*: аналіз, синтез, аналогія, ідеалізація, моделювання, методи індукції та дедукції; *емпіричні*: спостереження, порівняння, експеримент. Метод індукції застосовують тоді, коли на підставі деяких результатів у частині вибірки роблять висновок про всю вибірку. Метод дедукції доцільний, коли дослідження проводилися на великій вибірці об'єктів і на основі цього зроблені висновки переносять на невелику частину цієї вибірки [312].

Важливою складовою результатів нашого педагогічного експерименту є спостереження, іншою складовою є коректне опрацювання та інтерпретація отриманих даних.

З метою доказової перевірки ефективності розробленої методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК було обрано однофакторний педагогічний експеримент. Метою проведення педагогічного експерименту є експериментальна перевірка запропонованих методів, форм і засобів формування професійно спрямованої математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», ефективності запропонованих теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, гіпотези дослідження:

Основними завданнями педагогічного експерименту є:

- ✓ визначення етапів проведення експерименту;

- ✓ визначення критеріїв оцінки, показників та рівнів оцінювання ефективності запропонованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК;
- ✓ визначення учасників експериментальної та контрольної груп педагогічного експерименту;
- ✓ експериментальна перевірка та оцінювання ефективності методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК на формування компонент сформованої професійно спрямованої математичної підготовки.

Однофакторний експеримент передбачав створення у контрольній та експериментальній групах студентів однакових факторів, які впливають на об'єкт дослідження, за винятком одного – який підлягає експериментальній перевірці – впровадження експериментальної педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Для ЕГ та КГ були забезпечені однакові умови навчання, відмінним фактором освітнього процесу, де проходило навчання студентів ЕГ та КГ, була реалізована авторська педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Відповідно до вимог однофакторного експерименту [88] було дотримано таких правил:

- ✓ освітній процес в експериментальній та контрольній групах був подібним;
- ✓ забезпечення систематичності оцінювання, вимірювання, класифікування та реєстрації частоти та інтенсивності поточних подій експериментального процесу.

Під час педагогічного дослідження, що тривало впродовж 2012-2022 рр. в експерименті взяли участь викладачі та студенти Вінницького національного технічного університету (466 студентів), Хмельницького національного університету (68 студентів), Державного університету «Житомирська політехніка» (62 студенти), Національного університету

«Львівська політехніка» (52 студенти), Льотної академії національного авіаційного університету (74 студенти) Черкаського державного технологічного університету (90 студентів), Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника (82 студенти), Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (98 студентів), Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини (42 студенти). У формувальному експерименті взяли участь 1034 студенти. Усього у експерименті було задіяно викладачів і студентів 7 технічних та 2 педагогічних ЗВО, зокрема Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, де здійснюється підготовка студентів зі спеціальності 015.10 «Професійна освіта» та Вінницький державний педагогічний університет, де готують фахівців-педагогів, для яких математична підготовка є базовою фундаментальною частиною професійної підготовки.

У технічних ЗВО, а також у двох педагогічних ЗВО було здійснено перевірку елементів запропонованої педагогічної системи та структурно-функціональної моделі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. У педагогічних ЗВО було здійснено перевірку ефективності запропонованих у дисертаційному дослідженні педагогічних підходів та принципів, було залучено експертів до оцінювання педагогічних умов. Повністю педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК було реалізовано у Вінницькому національному технічному університеті; основні елементи педагогічної системи було втілено в освітньому процесі Хмельницького національного університету, Державного університету «Житомирська політехніка», Черкаського державного технологічного університету, Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника; частково педагогічну систему було впроваджено в освітній процес Національного університету «Львівська політехніка», Льотної академії національного авіаційного університету, Вінницького державного

педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

Для об'єктивного визначення рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності було проведено анкетування на встановлення сформованості мотиву набуття знань; тестування – на з'ясування вміння систематизувати та класифікувати навчальну інформацію; тестування щодо знання теоретичного матеріалу, визначення вмінь конструювати алгоритми розв'язків, встановлювати відповідності.

**Констатувальний етап** експерименту передбачав визначення проблеми фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, проведення аналізу стану проблеми математичної підготовки інженерних кадрів в Україні та за кордоном, дослідження проблеми фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Ці цілі обумовлювали вивчення законодавчих, освітніх документів, опитування фахівців галузі електроніки та телекомунікацій щодо визначення основних необхідних їхній діяльності компетентностей, експертне опитування з метою обґрунтування педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Констатувальний етап експерименту охоплював вирішення таких завдань:

- ✓ з'ясування сучасного стану професійної та математичної підготовки майбутніх інженерів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» у ЗВО України та за її межами;
- ✓ обґрунтування концепції фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК як ідеї покращення якості їх математичної підготовки;
- ✓ встановлення критерійно-діагностичного апарату фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК та обґрунтування сукупності компонент професійно спрямованої математичної компетентності;

✓ формування процедури перевірки сформованості професійно спрямованої математичної компетентності як результату фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

У своєму дослідженні С. Дембіцька [108, с. 263] пропонує розбиття констатувального експерименту на три етапи: порівняльно-аналітичний, критерійний, діагностичний. Погодившись із думкою дослідниці (про поетапне проведення констатувального експерименту), вирішення завдань, що були поставлені на констатувальному етапі педагогічного експерименту, здійснювали поетапно. Кожен із етапів мав свою мету, завдання та методи вирішення.

Метою *порівняльно-теоретичного* етапу констатувального експерименту було визначення рівня математичної підготовки МБГЕТК. На цьому етапі (констатувального експерименту) було поставлено та вирішено такі завдання:

- ✓ провести аналіз проблеми вищої технічної освіти в Україні та за її межами у контексті розвитку галузі знань електроніки та телекомунікації;
- ✓ визначити стан математичної інженерної освіти в Україні та за кордоном;
- ✓ дослідити структуру компетентностей, яка запропонована в освітньо-професійних програмах здобувачів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; виділити знання, вміння, навички, що оптимально відображають результат фундаменталізації математичної підготовки.

Для вирішення поставлених завдань було здійснено аналіз наукової літератури, освітньо-професійних програм, робочих програм спецдисциплін галузі знань «Електроніка та телекомунікації» щодо визначення оптимальних знань та вмінь для максимально якісного та успішного виконання своєї професійної діяльності.

Метою другого – *критерійного етапу* – було обґрунтування фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК як системи, в межах



якої відбувається покращення якості математичної підготовки МБГЕТК, формування професійно спрямованої компетентності.

На цьому етапі було поставлено та вирішено такі завдання:

- ✓ провести аналіз наукових джерел щодо встановлення дефініцій явища фундаменталізації, встановити критерійно-понятійний апарат цього поняття;
- ✓ обґрунтувати формування професійно спрямованої математичної компетентності та її компонент як результату фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК;
- ✓ встановити процедуру діагностування ефективності фундаменталізації математичної підготовки через визначення критеріїв, показників та рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК.

Ці завдання було вирішено шляхом аналізу наукової літератури, що присвячена дослідженню проблеми фундаменталізації математичної підготовки фахівців різних галузей, фундаменталізації інформатичних дисциплін, за допомогою методів педагогічного експерименту: анкетування фахівців галузі електроніки та телекомунікацій, що мають багаторічний досвід роботи; аналіз освітньо-професійних програм; аналіз та підбір методик на визначення рівнів сформованості здібностей, вмінь, знань, мотивів особистості та добору найбільш відповідних поставленій меті та завданням дисертаційного дослідження; на основі аналізу стандартизованих методик та завдань розробка власних методик на визначення рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності.

Метою третього – *діагностичного етапу* – було побудувати педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК та перевірити її ефективність на невеликій вибірці.

Завданнями цього етапу були:

- ✓ виокремити та обґрунтувати педагогічні умови фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК;

- ✓ побудувати робочі версії концептуальної та структурно-функціональної моделей фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК;
- ✓ апробувати обрані методики діагностування сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності;
- ✓ побудувати педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК та здійснити перевірку ефективності її елементів на невеликій вибірці.

Для вирішення вказаних завдань було проведено низку анкетувань, спостережень, тестувань, усні опитування, бесіди.

Упродовж 2012-2013 рр. у межах завдань констатувального експерименту було здійснено пілотний проєкт.

За визначенням Є. Лодатко пілотний експеримент «спрямовується на попереднє вивчення обставин, які можуть впливати на перебіг навчально-виховного процесу» [289, с. 6]. Метою пілотного проєкту була перевірка дієвості та ефективності елементів запропонованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, аналіз отриманих результатів, а також подальші вдосконалення методичної системи, концептуальної та структурно-функціональної моделей. Ідею пілотного проєкту зустрічаємо у дослідженнях С. Гончаренка, який підкреслював доцільність перевірки ідей та гіпотез на невеликій вибірці, що у подальшому дасть можливість удосконалити концепцію та гіпотези експерименту [83, с. 181]. Детальний опис пілотного проєкту та його результатів описано у п 5.2.

У пілотному проєкті взяли участь 183 студенти першого та другого курсу навчання спеціальностей 171, 172.

Отже, на *констатувальному етапі* експерименту було проведено аналіз тенденцій фундаменталізації освітнього процесу, що описані в науковій літературі; визначено проблему фундаменталізації освітнього процесу у технічному університеті, зокрема фундаменталізації математичної підготовки; зроблено огляд основних публікацій з обраної наукової проблеми. Виокремлено для дослідження з усього процесу фундаменталізації

освітнього процесу дослідження математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», зроблено аналіз проблемних питань фундаментальної математичної підготовки МБГЕТК. Обґрунтовано проблему дослідження. Виділено основні напрямки теоретичного та практичного дослідження проблеми фундаменталізації освітнього процесу МБГЕТК. Було обрано тему дослідження, сформульовано мету, завдання та гіпотезу дослідження. Проведено детальне дослідження наукової літератури за темою дослідження. Сконструйовано першу робочу концептуальну модель фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікації. Зроблено теоретичне обґрунтування фундаменталізації математичної підготовки як підмножини фундаменталізації усього освітнього процесу. Проаналізовано підходи до поняття фундаментальна математична підготовка. Проведено теоретичний аналіз цієї дефініції, виокремлено її складові, проведено пілотний проєкт педагогічного експерименту на невеликій вибірці експериментальної та контрольної груп студентів. Узагальнення результатів констатувального етапу педагогічного експерименту, і зокрема, пілотного проєкту, дозволили знайти та доопрацювати недоліки робочих версій концептуальної та структурно-функціональної моделей фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, удосконалити елементи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

*Формувальний етап* експерименту тривав упродовж 2014-2021 рр. Максимальний термін проведення експерименту обґрунтовано зіставленням цілей та задач проблеми фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Адже дослідження сформованості складових професійно спрямованої математичної компетентності потребувало експериментальної перевірки розроблених теоретико-методологічних засад фундаменталізації математичної підготовки. Формувальний етап педагогічного експерименту складався із трьох частин, а саме: діагностично-пошукової, експериментальної, контрольної-оцінювальної.

Метою *діагностично-пошукової* частини формувального етапу експерименту було визначення експериментальної та контрольної груп студентів, перевірка їх на однорідність. На цьому етапі формувального експерименту було визначено та вирішено такі завдання:

- ✓ з'ясувати рівень залишкових шкільних знань з математики у експериментальній та контрольній групах;
- ✓ встановити рівень сформованості мотиву набуття знань;
- ✓ перевірити вхідний рівень умінь конструювати алгоритми розв'язків завдань, умінь знаходити відповідності;
- ✓ встановити рівні сформованості професійно спрямованої математичної компетентності, означити рівносильність обраних експериментальної та контрольної груп.

Для виконання поставлених завдань було проведено анкетування студентів на визначення рівня мотиву набуття знань, тестування за розробленими та стандартизованими методиками (Додаток А.1, Б. 1).

На *експериментальному* етапі було впроваджено розроблену педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

*Контрольно-оцінювальна* частина педагогічного експерименту мала такі завдання: опрацювання одержаних статистичних даних, що були отримані у процесі проведення експерименту; статистична обробка даних, яка дозволила підтвердити достовірність сформульованої гіпотези; формулювання висновків із проведеного дослідження. Контрольно-оцінювальна частина формувального етапу педагогічного експерименту включала аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних. Технологічну карту педагогічного експерименту наведено у додатку. (Додаток В. 1).

У своїй роботі О. Сажієнко [407], який досліджував рівносильність експериментальної та контрольної групи, виділив такі критерії сформованості фахової компетентності: мотиваційно-ціннісний, когнітивний, операційно-діяльнісний, суб'єктний. [407]. У роботі науковця перевірено

сформованість операційно-діяльній складовій фаховій компетентності бакалаврів сфери комп'ютерних технологій. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх технічних фахівців має фахову спрямованість, тому під час педагогічного експерименту було здійснено перевірку кореляції результатів іспиту з вищої математики та фахових дисциплін.

## 5.2. Аналіз результатів констатувального етапу педагогічного експерименту

Констатувальна частина експерименту включала проведення пілотного проекту: на невеликій групі студентів було перевірено ефективність розроблено педагогічної системи. Було обрано експериментальну та контрольну групи студентів спеціальностей, що належать до галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Спочатку перевірено рівносильність обраних груп за результатами першого іспиту та за допомогою авторського тесту на перевірку сформованості вміння систематизації, який було включено до оцінювання знань студентів за перший семестр (Додаток Г.1). За результатами екзаменаційної сесії складено таблицю (табл. 5.1):

Таблиця 5.1

**Таблиця успішності студентів ЕГ та КГ на іспиті з дисципліни  
«Вища математика»**

Група	Високий рівень/ «Відмінно»	Достатній Рівень/ «Добре»	Середній рівень/ «Задовільно»	Низький рівень/ «Незадовільно»	Всього студентів
ЕГ	2/3%	13/18%	38/52%	20/27%	73
КГ	3/3%	25/23%	53/48%	29/26%	110

(сформовано автором)

Для виявлення відмінностей у розподілі ознаки при зіставленні двох емпіричних розподілів застосовують кутове перетворення  $\varphi^*$  – Фішера.

Складемо таблицю, поділивши студентів на групи: ЕГ – «експериментальна група» (у якій у подальшому було впроваджено педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки), КГ – «контрольна група» (у якій у подальшому не було впроваджено педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки), «є ефект», «немає ефекту». Будемо вважати, що «є ефект», якщо відповідь студентів віднесено до високого, достатнього та середнього рівнів, та «немає ефекту», якщо відповіді студентів віднесено до низького рівня, тобто вважаємо, що «є ефект», якщо студент склав іспит, і «немає ефекту», якщо студент не склав іспиту. Таким чином, оцінюємо ЕГ та КГ за *успішністю складання іспиту*.

У таблиці 5.2 наведено порівняння експериментальної та контрольної груп за часткою студентів, відповіді яких віднесено до *високого, достатнього («є ефект»), середнього та низького («немає ефекту»)* рівнів за результатами першого іспиту з дисципліни «Вища математика» серед студентів ЕГ та КГ МБГЕТК.

Таблиця 5.2

**Таблиця для обчислення критерію Фішера за результатами першого іспиту з дисципліни «Вища математика»**

Група	«Є ефект»	«Немає ефекту»	Усього
Експериментальна	51(73%)	22(27%)	73(100%)
Контрольна	81(74%)	29(26%)	110(100%)
Усього	132	51	183

(сформовано автором)

Для наочності згідно з таблицею 5.2 побудуємо діаграму (рис. 5.1).

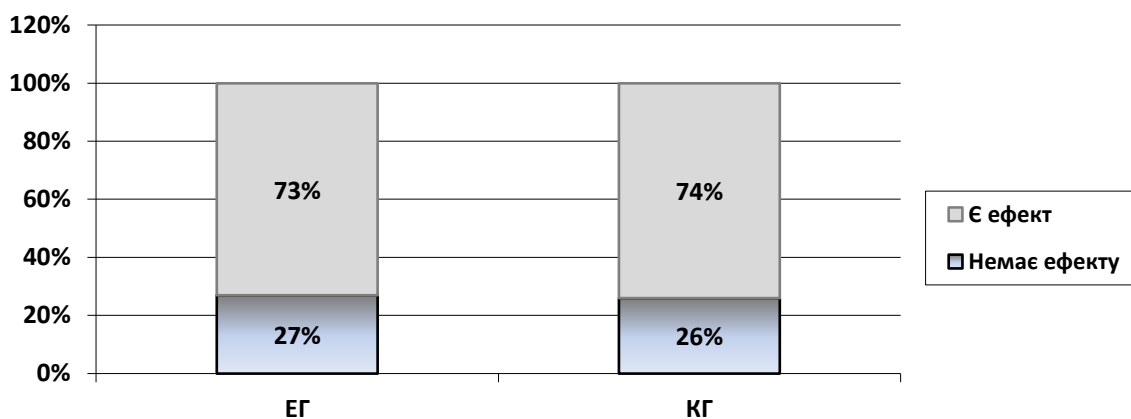


Рисунок 5.1. Графічна ілюстрація даних таблиці 5.2

Очевидно, що у контрольній групі відсоткова частка студентів, яка належать до категорії «є ефект», перевищує на 1%. Водночас вибірки не однакові за розмірністю, тому вирішено до кінця пересвідчитися у тому, що обрані групи студентів однакові за рівнем початкових знань.

Сформулюємо гіпотези:

- $H_0$  – гіпотеза полягає у тому, що початкові рівні знань студентів контрольної та експериментальної груп однакові за критерієм успішності (частка студентів, які отримали на іспиті оцінки «відмінно», «добре», «задовільно», у експериментальній групі не більша, ніж у контрольній групі).
- $H_1$  – гіпотеза полягає у тому, що початкові рівні знань студентів контрольної та експериментальної груп різні (частка студентів, які отримали на іспиті оцінки «відмінно», «добре», «задовільно» в експериментальній групі більша, ніж в контрольній групі).

Зазначимо, що експериментальні дані повністю задовольняють обмеження, які накладаються кутовим критерієм Фішера: 1) жодна із формованих часток не дорівнює нулю; 2) кількість спостережень в обох вибірках більше 5.

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» [421, с. 331], знайдемо значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній з груп:

$$\varphi_1 (74\%) = 2,071; \varphi_2 (73\%) = 2,049.$$

Емпіричне значення  $\varphi^*$  розраховуємо за формулою:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_e \cdot n_k}{n_e + n_k}} \quad (5.1),$$

де  $\varphi_1$  – кут, що відповідає більшій відсотковій частці;

$\varphi_2$  – кут, що відповідає меншій відсотковій частці;

$n_e$  – кількість досліджуваних студентів в експериментальній вибірці;

$n_k$  – кількість досліджуваних студентів у контрольній вибірці.

$$\varphi_{емп.}^* = (2,071 - 2,043) \cdot \sqrt{\frac{73 \cdot 110}{73 + 110}} \approx 0,022 \cdot 6,6341 \approx 0,1457.$$

Для психолого-педагогічних досліджень достатніми є рівні значущості  $p \leq 0,05$  і  $p \leq 0,01$  [453].

Відповідні їм критичні значення критерію  $\varphi^*$  знаходимо за таблицями:

$$\varphi_{кр.}^* = \begin{cases} 1,64 & (p \leq 0,05) \\ 2,31 & (p \leq 0,01) \end{cases}.$$

Отримали, що  $\varphi_{кр.}^* > \varphi_{емп.}^*$ , а тому одержане значення  $\varphi_{емп.}^* = 0,1457$  знаходиться в зоні незначущості (рис. 5.2).

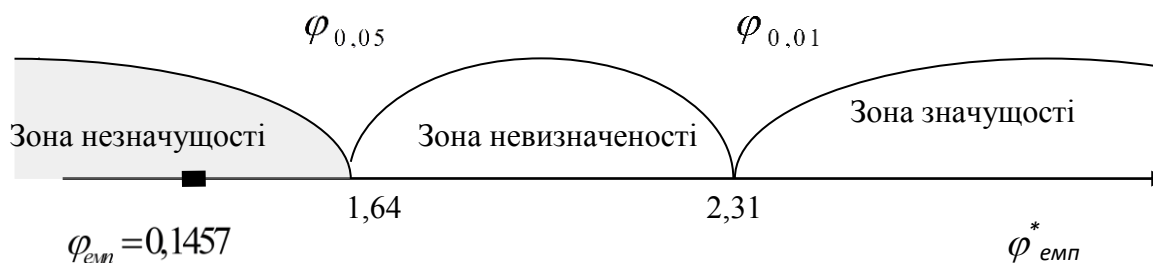


Рис.5.2. Геометрична інтерпретація значень критерію  $\varphi^*$

Отже, спростовується альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ), а приймається нульова гіпотеза ( $H_0$ ) про те, що початкові рівні знань студентів контрольної та експериментальної груп однакові. А тому обрані експериментальна та контрольна групи студентів за критерієм успішності складання іспиту можуть розглядатися як рівносильні.

Під час математичної підготовки експериментальної групи студентів (у пілотному проєкті) було впроваджено елементи розробленої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.



Ми перевіряли ефективність педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК щодо формування вмінь систематизації та класифікації навчального матеріалу та його засвоєння, оскільки ці вміння входять до складових професійно спрямованої математичної компетентності.

Для попередньої перевірки результативності розробленої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК в експериментальній та контрольній групах, було проведено тестування, за допомогою якого було оцінено рівень сформованості вмінь систематизації та класифікації навчальної інформації, які є складовими ПСМК. Результати тестування дали змогу виявити у студентів рівень сформованості вмінь класифікації та систематизації навчального матеріалу, що обумовлює сформованість компонент ПСМК. Тест містив завдання з тем «Диференціальні рівняння» і «Ряди» (Додаток Д.1). Студентам було запропоновано визначити тип диференціального рівняння, правильне встановлення типу диференціального рівняння: віднесення диференціального рівняння до певного типу та визначення методу його розв'язання, що свідчить про сформованість у студентів здібностей класифікації та систематизації. Після встановлення типу диференціального рівняння потрібно було записати кроки його розв'язання. За критеріями (повнота, правильність, точність) відповідь студента було віднесено до одного із чотирьох рівнів, а саме: *високий, достатній, середній, низький*.

*Високий рівень сформованості (В)* здібностей щодо класифікації та систематизації навчального матеріалу характеризується чіткістю та правильністю відповіді студентів, правильністю встановлення типу усіх запропонованих завдань та методів їх розв'язання; у відповіді присутня чіткість і логічність викладу матеріалу.

*Достатній рівень сформованості (Д)* здібностей класифікації та систематизації навчального матеріалу характеризується вмінням відносити завдання до певного типу, але студент може помилитися в алгоритмі методу його розв'язання, допускає неточності в поясненні розв'язування. Відповідь

студента характеризується логічністю, правильністю із деякими неточностями.

*Середній рівень сформованості (С)* здібностей класифікації та систематизації у студента визначається загальними уявленнями про типологію завдань, *студент вміє відрізнити деякі особливі види завдань* із теми за виглядом умови та запису. Але студент часто плутається у типах завдань та методах їх розв'язання.

*Низький рівень сформованості (Н)* здібностей класифікації та систематизації характерний для студента, який не може точно вказати тип завдання і вгадує цей тип, за зовнішнім виглядом, але не може вказати метод його розв'язання.

Подібним чином студентам було рекомендовано проаналізувати завдання за класифікацією ознак збіжності рядів. Було запропоновано декілька прикладів на тему «Ряди», у яких для заданого знакододатнього ряду потрібно було визначити ознаку, за якою він перевірявся на збіжність.

У таблиці 5.3 відображено результати сформованості вмінь систематизації та класифікації навчального матеріалу після проведення пілотного експерименту щодо впровадження авторської методики фундаменталізації математичної підготовки.

Таблиця 5.3

**Результати сформованості вмінь систематизації та класифікації навчального матеріалу після проведення пілотного експерименту**

	Результати експерименту								Всього
	В	%	Д	%	С	%	Н	%	
К Г	10	<b>9</b>	18	<b>16</b>	20	<b>18</b>	62	<b>57</b>	110
Е Г	41	<b>56</b>	3	<b>4</b>	19	<b>26</b>	10	<b>14</b>	73

Порівняємо одержані результати за допомогою діаграми (рис. 5.3).

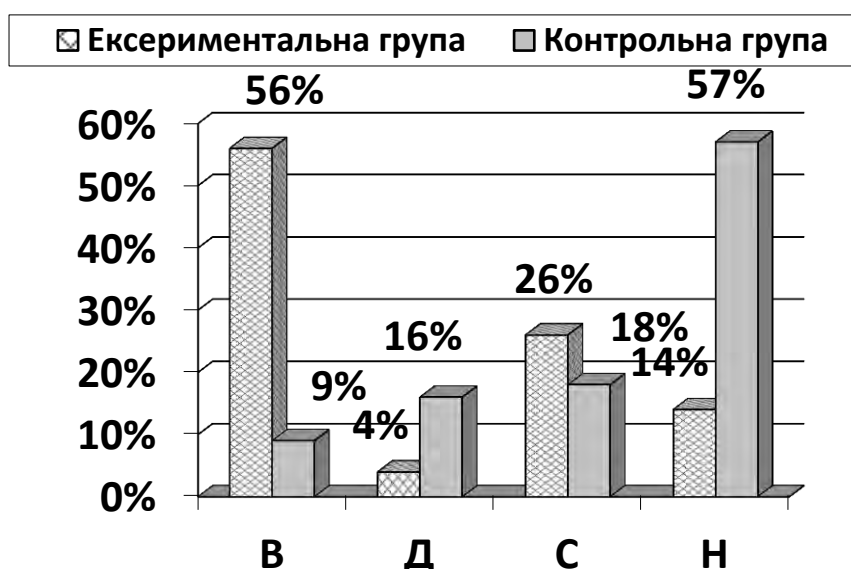


Рис. 5.3. Порівняльний аналіз здібностей студентів до класифікації та систематизації навчального матеріалу теми «Диференціальні рівняння»

Складемо чотириклітинну таблицю, поділивши студентів на групи: «експериментальна група», у якій було впроваджено елементи методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК; «контрольна група», у якій не було впроваджено педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК; «є ефект»; «немає ефекту». Будемо вважати, що «є ефект», якщо відповідь студентів віднесено до високого, достатнього та середнього рівнів, та «немає ефекту», якщо відповіді студентів віднесено до низького рівня.

Отже, для виявлення відмінностей в експериментальній та контрольній групах складемо чотириклітинну таблицю, за допомогою якої підрахуємо значення  $\phi^*$  критерію Фішера (його зручно використовувати для відносно невеликої кількості дослідних, які взяли участь в експерименті).

На основі результатів експерименту побудуємо таблицю 5.4.

**Чотириклітинна таблиця для підрахунку  $\phi^*$  критерію Фішера  
за результатами експерименту визначення сформованості  
вмінь систематизації та класифікації**

Група	«Є ефект»	«Немає ефекту»	Усього
Експериментальна	63(86%)	10 (14%)	73
Контрольна	48 (44%)	62 (56%)	110
Усього	111	72	183

Для наочності згідно з таблицею 5.4 побудуємо діаграму, що відповідає даним цієї таблиці (рисунок 5.4).

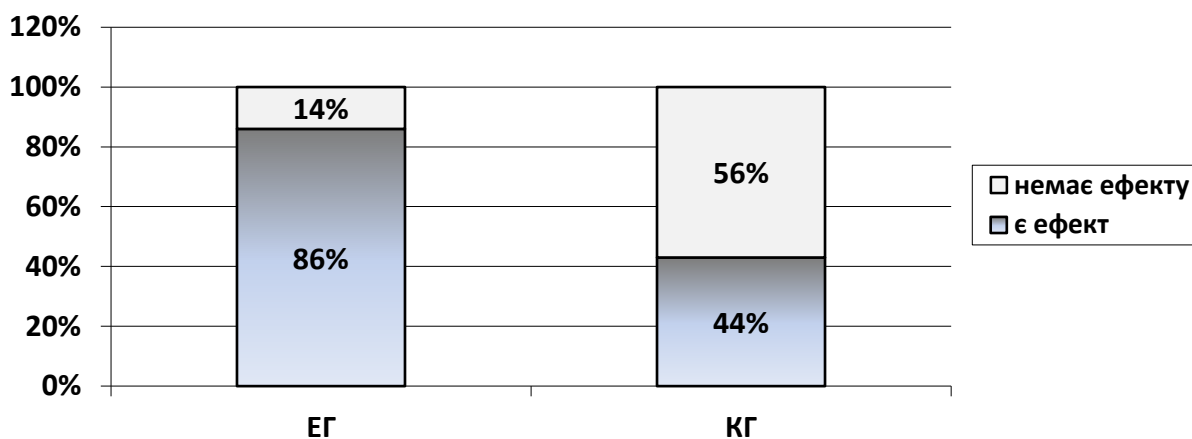


Рис.5.4. Графічне зображення отриманих результатів щодо вмінь систематизації та класифікації навчального матеріалу в експериментальній та контрольній групах після закінчення пілотного проєкту (експерименту)

Сформулюємо статистичні гіпотези:  $H_0$ : – рівень вміння систематизувати та класифікувати навчальну інформацію з дисципліни «Вища математика» в експериментальній групі *не вищий*, ніж у контрольній групі;  $H_1$ : – рівень вміння систематизувати та класифікувати навчальну інформацію з дисципліни «Вища математика» в експериментальній групі *вищий*, ніж у контрольній групі.

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» [421, с. 331], знайдемо значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній з груп ( $\varphi_1$  – експериментальна,  $\varphi_2$  – контрольна):

$$\varphi_1(86\%) = 2,375; \varphi_2(44\%) = 1,451.$$

Емпіричне значення  $\varphi^*$  розраховуємо за формулою:

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_e \cdot n_k}{n_e + n_k}} \quad (5.1),$$

де  $\varphi_1$  – кут, що відповідає більшій відсотковій частці;

$\varphi_2$  – кут, що відповідає меншій відсотковій частці;

$n_e$  – кількість досліджуваних студентів в експериментальній вибірці;

$n_k$  – кількість досліджуваних студентів у контрольній вибірці.

$$\varphi_{емп} = (2,375 - 1,451) \cdot \sqrt{\frac{73 \cdot 110}{73 + 110}} \approx 0,924 \cdot 6,6241 = 6,12$$

Для отриманого значення  $\varphi^* = 6,12$  рівень статистичної значущості не перевищує 0,001. Аналіз рівня значущості визначено з таблиці «Рівні статистичної значущості різних значень критерію  $\varphi^*$  Фішера» [421, с. 331],

Для психолого-педагогічних досліджень достатніми є рівні значущості

$$p \leq 0,05 \text{ і } p \leq 0,01.$$

Відповідні їм критичні значення критерію  $\varphi^*$  знаходимо за тими ж таблицями:  $\varphi_{кр}^* = \begin{cases} 1,64 (p \leq 0,05) \\ 2,31 (p \leq 0,01) \end{cases}$ .

Отримали, що  $\varphi_{емп}^* > \varphi_{кр}^*$ , а тому одержане значення  $\varphi_{емп}^* = 6,12$  знаходиться в зоні значущості (рис. 5.5).

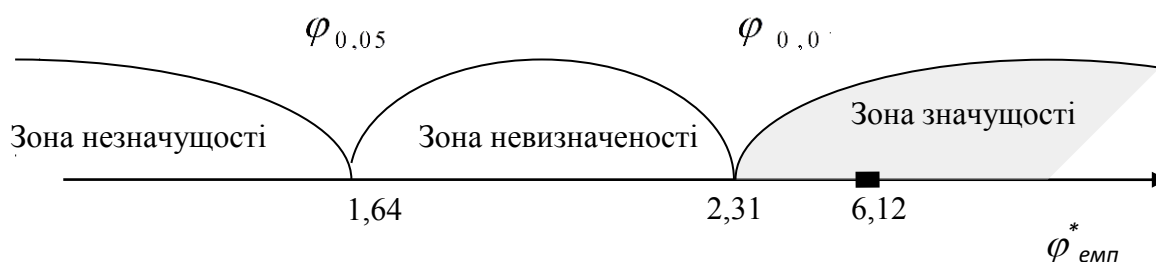


Рис. 5.5 Геометрична інтерпретація значень критерію  $\varphi^*$

Отже, відхиляємо нульову гіпотезу ( $H_0$ ) і приймаємо альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що рівень вміння систематизувати та класифікувати навчальну інформацію з дисципліни «Вища математика» в експериментальній групі *вищій*, ніж у контрольній групі.

Доцільним було перевірити розуміння студентами взаємозв'язку математики з іншими навчальними спеціальними та фундаментальними дисциплінами. Студентам ФІЕС ВНТУ пропонувалося дати відповідь на перелік запитань (Додаток Б.1). Студентам необхідно було оцінити важливість вивчення розділів дисципліни «Вища математика» для вивчення спеціальних дисциплін. За результатами дослідження зроблено висновок, що 96% студентів, котрі взяли участь в експерименті, усвідомлюють взаємозв'язок математичних дисциплін з іншими навчальними дисциплінами, розуміють важливість її вивчення для подальшої професійної діяльності. Це на 34% більше тих показників, які були на початку експерименту.

Тому на основі отриманих результатів пілотного експерименту було зроблено попередній висновок про ефективність запропонованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

### **5.3. Аналіз результатів формувального етапу педагогічного експерименту**

В експериментальному дослідженні перевірки ефективності запропонованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК взяло участь 12 груп студентів технічних спеціальностей галузі «Електроніка та телекомунікації» Вінницького національного технічного університету. В експериментальній групі було 129 студентів першої хвили експерименту і 98 студентів другої хвили експерименту. У контрольній групі 134 студенти першої хвили експерименту і 105 студентів другої хвили експерименту. Таким чином, експериментальна

група налічувала 227 студентів, контрольна група – 239 студентів. Експеримент було проведено двічі: перша хвиля експерименту охопила 263 студенти (ЕГ – 129 студентів, КГ – 134), друга хвиля експерименту охопила 203 студенти (ЕГ – 98 студентів, КГ – 105). Учасники обох хвиль експерименту були в однакових умовах. Для експериментальної групи студентів ВНТУ педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки була повністю реалізована. Експериментальна методика впроваджена в освітній процес протягом трьох навчальних семестрів (коли студенти вивчають вищу математику). У кінці кожного семестру студенти писали загальний тест на перевірку сформованих знань та вмінь (Додаток 3.1). Тест містив завдання на визначення рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності. Після вивчення курсу вищої математики студенти писали загальний тест, за допомогою якого визначався рівень сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності (Додаток И.1).

Перевірку рівносильності обраної експериментальної та контрольної груп студентів здійснювали за результатами написання «нульової контрольної роботи», за допомогою якої перевіряють рівень знань шкільного курсу математики. Статистичну оцінку рівносильності груп проведено за допомогою критерію Фішера.

Нульова контрольна робота оцінювалась за п'ятибальною шкалою («5», «4», «3», «2», «1»). Успішним написанням контрольної роботи вважається одержання оцінок «5», «4». Складено таблицю, у якій студенти поділені на групи: «є ефект», «немає ефект». Вважаємо, що «є ефект», якщо студенти успішно написали нульову контрольну роботу, тобто отримали оцінки «5», «4», мають достатній і високий рівні навчальних шкільних знань з математики; «немає ефекту», якщо студенти показали середній або початковий рівні шкільних знань з математики.

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» отримано значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній із груп ( $\varphi_1$  – експериментальна,  $\varphi_2$  – контрольна).

Таблиця 5.5

**Таблиця для підрахунку  $\varphi^*$  критерію Фішера  
за результатами нульової контрольної роботи з математики**

Група	«Є ефект»	«Немає ефекту»	Усього
ЕГ-1	38 (29,5%)	91(70,5%)	129
КГ-1	43 (32,1%)	91(67,8%)	134
Усього	81	182	263

Для наочності згідно з таблицею 5.5 побудуємо діаграму, що відповідає даним цієї таблиці (рисунок 5.6.).

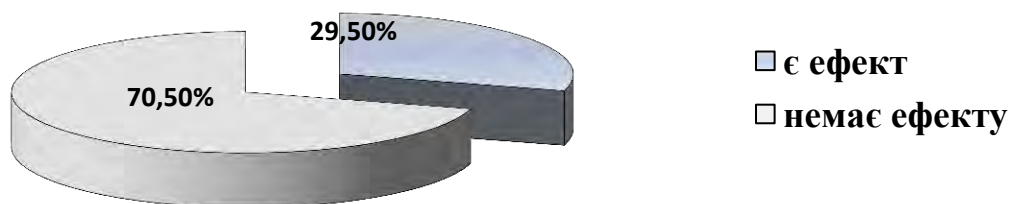


Рис. 5.6. (а) Графічне зображення результатів нульової контрольної роботи у експериментальній групі першої хвилі експерименту

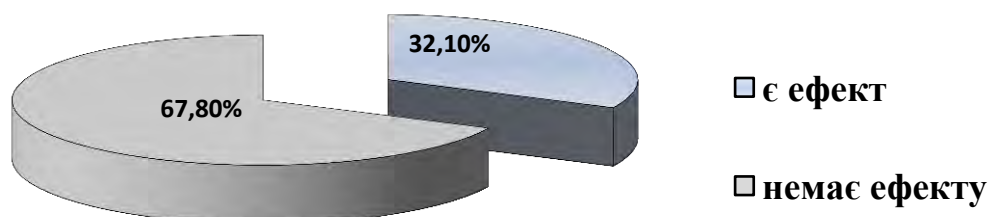


Рисунок 5.7. (б) Графічне зображення результатів нульової контрольної роботи у контрольній групі першої хвилі експерименту

За результатами проведеної нульової контрольної роботи в експериментальній та контрольній групах першої хвилі експерименту



сформовано таблицю (табл. 5.5). Статистичну значущість відмінностей експериментальної та контрольної груп за критеріями «є ефект», «немає ефекту» перевіряємо за допомогою критерію  $\varphi^*$  - Фішера.

Сформулюємо статистичні гіпотези у такому формулюванні:

- $H_0$  – рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-1) не вищий, ніж у контрольній групі (КГ-1);
- $H_1$  – рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-1) вищий, ніж у контрольній групі (КГ-1).

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» знайдемо значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній з груп ( $\varphi_1$  – експериментальна,  $\varphi_2$  – контрольна):

$$\varphi_1(29,5\%) = 1,148; \quad \varphi_2(32,1\%) = 1,203.$$

Емпіричне значення  $\varphi^*$  розраховуємо за формулою (5.1):

$$\varphi^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_e \cdot n_k}{n_e + n_k}} \quad (5.1),$$

де  $\varphi_1$  – кут, що відповідає більшій відсотковій частці;

$\varphi_2$  – кут, що відповідає меншій відсотковій частці;

$n_e$  - кількість досліджуваних студентів у експериментальній вибірці;

$n_k$  - кількість досліджуваних студентів у контрольній вибірці.

$$\varphi_{емп.}^* = (1,203 - 1,148) \cdot \sqrt{\frac{129 \cdot 134}{129 + 134}} \approx 0,055 \cdot \sqrt{\frac{17286}{263}} \approx 0,055 \cdot 8,1071 \approx 0,4458.$$

Для отриманого значення  $\varphi^* = 0,4458$  рівень статистичної значущості не перевищує 0,01. Для психолого-педагогічних досліджень достатніми є рівні значущості  $p \leq 0,05$  і  $p \leq 0,01$  [453].

Критичні значення критерію  $\varphi^*$ , що їм відповідають, знаходимо за тими ж таблицями:  $\varphi_{кр.}^* = \begin{cases} 1,64 (p \leq 0,05) \\ 2,31 (p \leq 0,01) \end{cases}$ .

Отримали, що  $\varphi_{емп.}^* > \varphi_{кр.}^*$ , а тому одержане значення  $\varphi_{емп.}^* = 0,45$  знаходиться в зоні незначущості (рис.5 8).

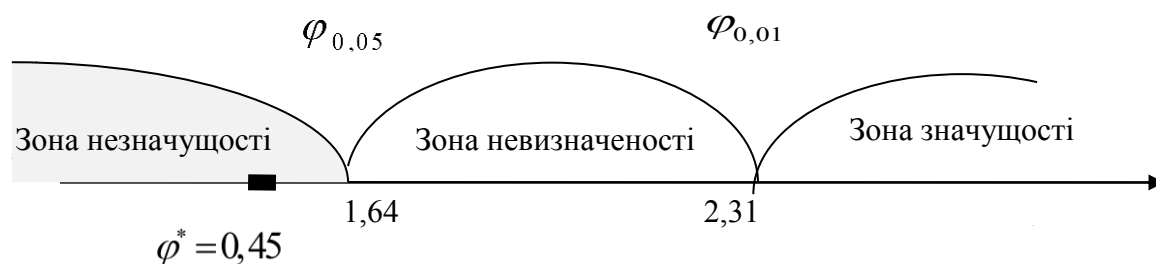


Рис. 5.8. Геометрична інтерпретація значень критерію  $\varphi^*$

Одержані результати дають підстави відхилити альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-1) вищий, ніж у контрольній групі (КГ-1). Отже, приймаємо гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-1) не вищий, ніж у контрольній групі (КГ-1), а обрані ЕГ-1 та КГ-1 рівносильні за рівнем шкільної математичної підготовки.

Аналогічним чином здійснено перевірку рівносильності ЕГ-2 та КГ-2 за рівнем шкільної математичної підготовки.

Проведемо оцінку рівносильності груп ЕГ-2 та КГ-2 за допомогою критерію Фішера.

Таблиця 5.6

**Таблиця для підрахунку  $\varphi^*$  критерію Фішера  
за результатами нульової контрольної роботи з математики**

Група	–Є ефект”	–Немає ефекту”	Усього
ЕГ-2	38 (38,78%)	60(61,22%)	98
КГ-2	51(48,57%)	54(51,43%)	105
Усього	89	114	203

Сформулюємо статистичні гіпотези у такому формулюванні:

–  $H_0$  – рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-2) не вищий, ніж у контрольній групі (КГ-2);

–  $H_1$  – рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-2) вищий, ніж у контрольній групі (КГ-2).

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» [421, с. 331], знайдемо значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній з груп ( $\varphi_1$  – експериментальна,  $\varphi_2$  – контрольна):

$$\varphi_1 (38,78\%) = 1,345 ; \varphi_2 (48,57\%) = 1,543.$$

Емпіричне значення  $\varphi^*$  розраховуємо за формулою (5.1):

$$\varphi_{емп.}^* = (1,543 - 1,345) \cdot \sqrt{\frac{98 \cdot 105}{98 + 105}} \approx 0,198 \cdot \sqrt{\frac{10290}{203}} \approx 0,198 \cdot 7,12 \approx 1,409.$$

Для отриманого значення  $\varphi^* = 1,409$  рівень статистичної значущості не перевищує 0,001. (Аналіз рівня значущості визначено з таблиці «Рівні статистичної значущості різних значень критерію  $\varphi^*$  - Фішера» [421, с. 331].

Отримали, що  $\varphi_{емп.}^* < \varphi_{кр.}^*$ , а тому одержане значення  $\varphi_{емп.}^* = 1,409$  знаходиться в зоні незначущості (рис. 5.9).

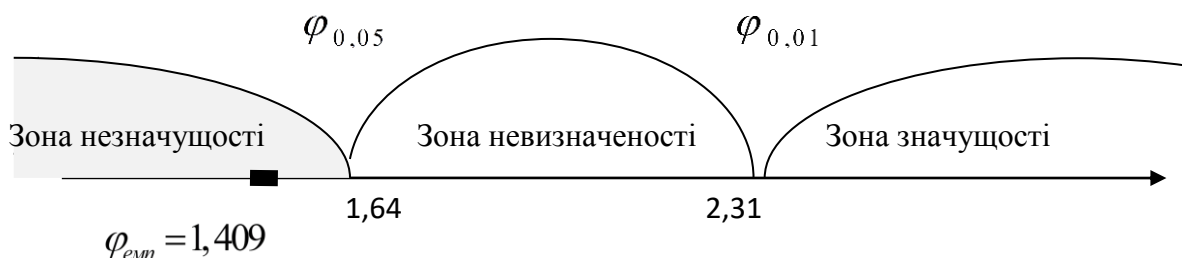


Рис. 5.9. Геометрична інтерпретація значень критерію  $\varphi^*$

Одержані результати дають підстави відхилити альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-2) вищий, ніж у контрольній групі (КГ-2). Отже, приймаємо нульову гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що рівень шкільних знань з математики в експериментальній групі (ЕГ-2) не вищий, ніж у контрольній групі (КГ-2), обрані ЕГ-2 та КГ-2 рівносильні за рівнем шкільної математичної підготовки. Також взято до уваги той факт, що у студентів експериментальної та контрольної груп переважає креативний стиль мислення.

Реалізація педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК передбачає формування компонент професійно спрямованої математичної компетентності: *мотиваційної, когнітивної, конструкторсько-алгоритмічної, операційно-діяльнійної*. У другому розділі наведено зведену таблицю (табл. 2.5) показників, критеріїв та рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності.

Сформованість *мотиваційної компоненти* ПСМК перевірялася за мотиваційно-ціннісним критерієм, що обумовлює сформовану мотивацію отримання математичних знань, стійкий інтерес до пізнання математичної та наукової інформації. Критерієм сформованості *когнітивної* компоненти є теоретико-логічний критерій: розуміння математичних символів, визначень понять, здібності їхнього застосування, під час відповіді на запитання теоретичного матеріалу; відсутність помилок.

Критерієм сформованості *конструкторсько-алгоритмічної компоненти* є абстрактно-конструкторський критерій: вміння побудови схематичного розв'язку задачі, алгоритму виконання дій, систематизації та класифікації навчального матеріалу, вміння встановлювати відповідності. Критерієм *операційно-діяльнійної компоненти* є процесуальний критерій: виконання завдання без помилок, здатність безпомилково підбирати метод розв'язування завдання, вміння застосовувати математичні знання до розв'язування прикладних завдань професійного змісту.

Рівень сформованості *когнітивної* складової ПСМК майбутніх технічних фахівців визначаємо за допомогою розроблених тестів. Було сформовано показники, критерії та рівні сформованості *когнітивної* складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК.

**Критерії, показники та рівні сформованості когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК**

Рівні	<i>Критерії сформованості</i>	Показники
Високий	Студент виявляє глибокі знання математичних символів, визначення понять, проявляє вміння їх застосування самостійно без допомоги викладача. Дуже рідко можуть траплятися неточності при встановленні методів розв'язування завдань.	10-12
Достатній	Студент орієнтується у теоретичному матеріалі, розуміє математичну мову, хоча допускає поодинокі помилки і неточності при розв'язуванні завдань. Студент допускає незначні помилки у визначенні понять	7-9
Середній	Студент знає частину визначень понять, плутається у термінології; підказки викладача допомагають зорієнтуватися у теоретичному матеріалі, при розв'язуванні завдань робить помилки у встановленні способів їх розв'язування.	4-6
Низький	Студент практично не знає математичних символів, понять, деякі математичні поняття йому відомі зі шкільного курсу математики, плутає визначення.	1-3

Перед упровадженням педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК було здійснено перевірку рівносильності ЕГ-1 та КГ-1 щодо сформованості *когнітивної* компоненти ПСМК за допомогою нульової контрольної роботи та розроблених тестових завдань (Додаток Е.1).

Отримані результати було занесено у таблицю 5.8.

**Таблиця результатів сформованості когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності (до експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
<b>ЕГ-1</b>	19(14,7%)	52(40,3%)	40(31%)	18(14%)	129
<b>КГ-1</b>	16(12%)	44(32,8%)	54(40,3%)	20(14,9%)	134
<b>ЕГ-2</b>	12(12%)	41(42%)	37(38%)	8(8%)	98
<b>КГ-2</b>	7(7%)	38(36%)	47(45%)	13(12%)	105

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформованих гіпотез використаємо критерій  $\chi^2$ -Пірсона

$$\chi_{емп}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} \quad (5.2),$$

де  $N$  – кількість студентів першої вибірки;

$M$  – кількість студентів другої вибірки;

$n$  – об'єм вибірки рівня першої вибірки;

$m$  – об'єм вибірки рівня другої вибірки;

Застосування критерію  $\chi^2$ -Пірсона доцільне, оскільки у дослідженні важливо перевірити зміну рівнів сформованості компонент ПСМК, та перевірити комплексу характеристику статистичної значущості отриманих результатів. У цьому випадку оптимальним є застосування саме критерію  $\chi^2$ -Пірсона.

Отримаємо:

$$\chi_{емп}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i + m_i}{N \cdot M}} =$$

$$= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{19}{129} - \frac{16}{134} \right)^2}{19+11} + \frac{\left( \frac{52}{129} - \frac{44}{134} \right)^2}{22+15} + \frac{\left( \frac{40}{129} - \frac{54}{134} \right)^2}{71+92} + \frac{\left( \frac{18}{129} - \frac{20}{134} \right)^2}{17+16} \right] =$$

$$= 17286 \cdot 0,00016 = 2,819$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{емп}^2 = 2,819$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{емп}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) і прийняти нульову гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є не більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Аналогічно перевіряємо рівносильність ЕГ-2 та КГ-2 на сформованість *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 не більша, ніж у контрольній КГ-2.

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно

спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Для перевірки сформованих гіпотез використаємо критерій  $\chi^2$  - Пірсона. За формулою (5.2) маємо:

$$\chi_{emt}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i + m_i}{N \cdot M}} =$$

$$= 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left( \frac{12}{98} - \frac{7}{105} \right)^2}{19} + \frac{\left( \frac{41}{98} - \frac{38}{105} \right)^2}{79} + \frac{\left( \frac{37}{98} - \frac{47}{105} \right)^2}{84} + \frac{\left( \frac{8}{98} - \frac{13}{105} \right)^2}{21} \right] =$$

$$= 10290 \cdot 0,00303 = 3,11787$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{emt}^2 = 3,11787$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{emt}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) і прийняти нульову гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є не більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Отже, перевірено та статистично обґрунтовано рівносильність експериментальної та контрольної груп за результатами результатів нульової контрольної роботи та за результатами тестування.

Після впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК ми перевірили рівень сформованості *когнітивної* складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК у студентів. Перевірку сформованості *когнітивної* компоненти здійснювали за допомогою тестування, діагностики результатів навчання. Отримані результати продемонстровано у таблиці 5.9.



**Таблиця результатів сформованості когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності за результатами зрізу**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
<b>ЕГ-1</b>	24(18,6%)	61(47,3%)	32(24,8%)	12(9,3%)	129
<b>КГ-1</b>	20(14,9%)	47(35,1%)	52(38,8%)	15(11,2%)	134
<b>ЕГ-2</b>	18(18,4%)	49(50%)	24(24,5%)	7(7,1%)	98
<b>КГ-2</b>	8(7,6%)	41(39%)	45(42,9%)	11(10,5%)	105

Для наочності зобразимо отримані дані рисунком (рис. 5.10).

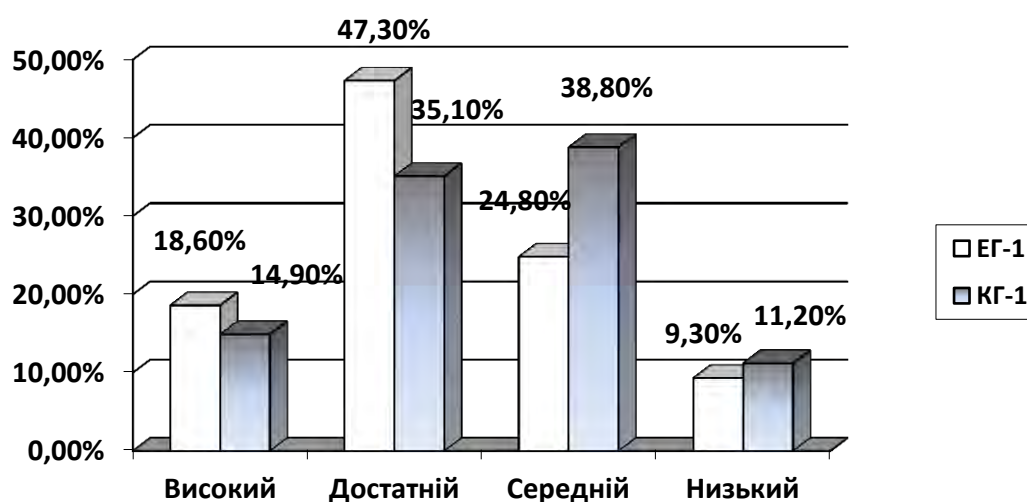


Рис. 5.10. Сформованість когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах (перша хвиля експерименту)

У експериментальній (ЕГ-1) та контрольній (КГ-1) групах першої хвилі експерименту отримали такі результати в різницях рівнів когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності:

у ЕГ-1 *високий рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності вищий на 3,7%, ніж у контрольній групі КГ-1;

у ЕГ-1 *достатній рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності на 12,2% вищий, ніж в контрольній групі КГ- 1;

*середній рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 на 14% нижчий, ніж у КГ-1;

*низький рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 менший на 1,9%, ніж у ЕГ-1.

Перевіримо статистичну значущість відмінності сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності за рівнями.

Перед перевіркою ефективності запропонованої методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж в контрольній КГ-1;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформованості когнітивної складової за результатами зрізу використаємо критерій  $\chi^2$  - Пірсона

$$\chi_{emn}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} \quad (5.2),$$

отримаємо:

$$\chi_{емн}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i + m_i}{N + M}} =$$

$$= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left(\frac{24}{129} - \frac{47}{134}\right)^2}{\frac{24 + 47}{129 + 134}} + \frac{\left(\frac{61}{129} - \frac{47}{134}\right)^2}{\frac{61 + 47}{129 + 134}} + \frac{\left(\frac{32}{129} - \frac{52}{134}\right)^2}{\frac{32 + 52}{129 + 134}} + \frac{\left(\frac{12}{129} - \frac{15}{134}\right)^2}{\frac{12 + 15}{129 + 134}} \right] =$$

$$= 17286 \cdot 0,001067 = 24,47$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{емн}^2 = 24,47$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{емн}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1 (за результатами зрізу).

Зобразимо для наочності результати сформованості когнітивної складової математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах другої хвилі експерименту на рисунку 5.11.



Рис. 5.11. Сформованість когнітивної складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах (друга хвиля експерименту)

У експериментальній групі (ЕГ-2) та контрольній (КГ-2) другої хвили експерименту отримали такі результати в різницях рівнів *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності:

✓ у ЕГ-2 *високий рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності вищий на 10,8%, ніж у контрольній групі КГ-2;

✓ у ЕГ-2 *достатній рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності на 11,% вищий, ніж у контрольній групі КГ- 2;

✓ *середній рівень* сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 на 18,4% нижчий, ніж у КГ-2;

✓ *низький* рівень сформованості *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 менший на 3,4%, ніж у ЕГ-2.

Аналогічним чином перевіримо статистичну значущість різниці сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 і КГ-2 за рівнями.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 не більша, ніж у контрольній КГ-2;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *когнітивної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Перевіримо сформульовані гіпотези за допомогою критерію  $\chi^2$  - Пірсона за формулою (5.2)

$$\chi_{eml}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)}{n_i + m_i} \quad (5.2)$$

$$\chi_{eml}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)}{n_i + m_i} =$$

$$= 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left( \frac{18}{98} - \frac{8}{105} \right)^2}{26} + \frac{\left( \frac{49}{98} - \frac{41}{105} \right)^2}{90} + \frac{\left( \frac{24}{98} - \frac{45}{105} \right)^2}{69} + \frac{\left( \frac{7}{98} - \frac{11}{105} \right)^2}{18} \right] =$$

$$= 10290 \cdot 0,00112 = 11,52$$

Маємо  $\chi_{eml}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути  $H_0$  - гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості когнітивної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2 (за результатами зрізу).

Отже, статистично доведено, що авторська методика фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТ, що була реалізована у ЕГ-1 та ЕГ-2, позитивно вплинула на формування *когнітивної складової* професійно спрямованої математичної компетентності.

Згенеровано критерії, показники та рівні сформованості *операційно-діяльнісної* компоненти математичної компетентності: *високий, достатній, середній, низький*. В якості показників обрано бали, які студент набрав за правильне розв'язання відповідних завдань (табл. 5.10).

У додатку (Додаток Ж.1) подано перелік стандартизованих методик діагностики показників сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК.

Перед упровадженням педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК було здійснено перевірку рівносильності ЕГ-1 та КГ-1, ЕГ-2 і КГ-2 щодо сформованості *операційно-діяльнісної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності

Таблиця 5.10

**Критерії, показники та рівні сформованості *операційно-діяльній* складової професійно спрямованої математичної компетентності**

	<i>Критерії сформованості</i>	Показники
Високий	Студент виконує усі завдання без помилок, орієнтується у матеріалі, розрізняє методи розв'язання конкретних завдань, знає, які саме методи застосувати для конкретних завдань, розв'язує завдання професійного змісту	10-12
Достатній	Студент добре орієнтується у способах розв'язування завдань, але допускають незначні помилки в обчисленнях	7-9
Середній	Студент виконує завдання, орієнтується у теоретичному матеріалі, способах розв'язування завдань, але в обчисленнях зустрічаються помилки	4-6
Низький	Студент практично не орієнтується у способах розв'язування завдань, розв'язує завдання з помилками.	1-3

. Вхідний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти ПСМК перевірено за допомогою складених тестових завдань (Додаток Е.1).

Запишемо у вигляді таблиці отримані результати вхідного контролю рівнів сформованості *операційно-діяльній* компоненти ПСМК.

Таблиця 5.11

**Результати сформованості *операційно-діяльній* складової професійно спрямованої математичної компетентності (до експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
					Кількість студентів у групі
<b>ЕГ-1</b>	25(15%)	26(17% <sup>0</sup> )	55(55%)	23(13%)	129
<b>КГ-1</b>	11(8,2%)	15(11%)	92(69%)	16(12%)	134
<b>ЕГ-2</b>	14(14,29%)	20(20,41%)	52(53,06%)	12(12,24%)	98
<b>КГ-2</b>	10(9,52%)	18(17,15%)	55(51,43%)	23(21,9%)	105

Сформуємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1.

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформованих гіпотез використаємо критерій  $\chi^2$ -Пірсона (5.2). Застосування цього критерію уможливорює комплексну характеристику статистичної значущості отриманих результатів, зокрема змін рівнів сформованості *операційно-діяльній* компоненти ПСМК.

$$\chi_{емп}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} \quad (5.2),$$

отримаємо:

$$\begin{aligned} \chi_{емп}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} = \\ &= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{19}{129} - \frac{11}{134} \right)^2}{19+11} + \frac{\left( \frac{22}{129} - \frac{15}{134} \right)^2}{22+15} + \frac{\left( \frac{71}{129} - \frac{92}{134} \right)^2}{71+92} + \frac{\left( \frac{17}{129} - \frac{16}{134} \right)^2}{17+16} \right] = \\ &= 17286 \cdot 0,00037 = 6,471 \end{aligned}$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{емп}^2 = 6,471$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{емп}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) і прийняти  $H_0$  - гіпотезу про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної

компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є не більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Аналогічним чином робимо перевірку рівносильності ЕГ-2 та КГ-2, що взяли участі у другій хвилі експерименту. Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 не більша, ніж у контрольній КГ-2;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Для перевірки сформованих гіпотез використаємо критерій

$\chi^2$ -Пірсона за формулою (5.2)

$$\begin{aligned} \chi_{емп}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} = \\ &= 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left( \frac{14}{98} - \frac{10}{105} \right)^2}{\frac{14}{98} + \frac{10}{105}} + \frac{\left( \frac{20}{98} - \frac{18}{105} \right)^2}{\frac{20}{98} + \frac{18}{105}} + \frac{\left( \frac{52}{98} - \frac{54}{105} \right)^2}{\frac{52}{98} + \frac{54}{105}} + \frac{\left( \frac{12}{98} - \frac{23}{105} \right)^2}{\frac{12}{98} + \frac{23}{105}} \right] = \\ &= 10290 \cdot (0,000095 + 0,000027 + 0,000025 + 0,00026) \\ &= 10290 \cdot 0,00038 = 3,956 \end{aligned}$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{емп}^2 = 3,956$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{емп}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) і прийняти  $H_0$  - гіпотезу про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є не більшою, ніж у контрольній КГ-2. Отже, ЕГ-2 та КГ-2 є рівносильними за вхідним рівнем сформованої *операційно-діяльній* компоненти.



Таблиця 5.12

**Таблиця результатів сформованості операційно-діяльній  
компоненти професійно спрямованої математичної компетентності за  
результатами зрізу**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього Кількість студентів у групі
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
<b>ЕГ-1</b>	29(22,5%)	33(25,6%)	47(36,4%)	20(15,5%)	129
<b>КГ-1</b>	11(8,2%)	23(17,1%)	84(62,7%)	16(12%)	134
<b>ЕГ-2</b>	21(21,42%)	26(26,5%)	38(38,78%)	13(13,3%)	98
<b>КГ-2</b>	11(10,5%)	19(18%)	53(50,5%)	22(21%)	105

Після впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК для перевірки її ефективності було перевірено сформованість рівнів *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності.

За результатами написання зрізу сформовано таблицю 5.12.

Продемонструємо отримані результати (рис. 5.12).

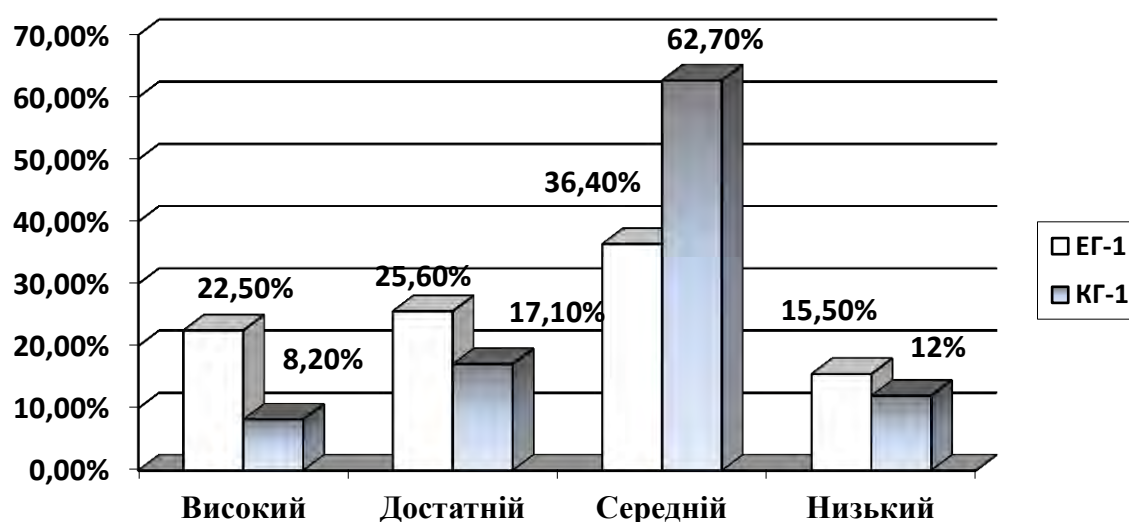


Рис. 5.12. Сформованість *операційно-діяльній* складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах (перша хвиля експерименту)

У експериментальній (ЕГ-1) та контрольній (КГ-1) групах першої хвилі

експерименту отримали такі результати в різницях рівнів *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності:

✓ у ЕГ-1 *високий рівень* сформованості *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності вищий на 14,3%, ніж у контрольній групі КГ-1;

✓ у ЕГ-1 *достатній рівень* сформованості *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності на 8,5% вищий, ніж у контрольній групі КГ-1;

✓ *середній рівень* сформованості *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 на 26,3% нижчий, ніж у КГ-1;

✓ *низький рівень* сформованості *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 менший на 3,5%, ніж у КГ-1.

Перевіримо статистичну значущість відмінності сформованості *операційно-діяльничної складової* професійно спрямованої математичної компетентності за рівнями.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльничної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльничної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформованості *операційно-діяльничної складової* за результатами зрізу використаємо критерій  $\chi^2$ -Пірсона (5.2), отримаємо:

$$\chi_{emn}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} =$$

$$= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{29}{129} - \frac{11}{134} \right)^2}{29+11} + \frac{\left( \frac{33}{129} - \frac{23}{134} \right)^2}{33+23} + \frac{\left( \frac{47}{129} - \frac{84}{134} \right)^2}{47+84} + \frac{\left( \frac{20}{129} - \frac{16}{134} \right)^2}{20+16} \right] =$$

$$= 17286 \cdot 0,0009151 = 15,82$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{emn}^2 = 15,82$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{emn}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути  $H_0$  - гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльнійної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Аналогічним чином перевіримо сформованість *операційно-діяльнійної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 і КГ-2 за результатами зрізу.

В експериментальній (ЕГ-2) та контрольній (КГ-2) групах другої хвили експерименту отримали такі результати в різницях рівнів *операційно-діяльнійної складової* професійно спрямованої математичної компетентності:

✓ у ЕГ-2 *високий рівень* сформованості *операційно-діяльнійної складової* професійно спрямованої математичної компетентності вищий на 10,92%, ніж у контрольній групі КГ-2;

✓ у ЕГ-2 *достатній рівень* сформованості *операційно-діяльнійної складової* професійно спрямованої математичної компетентності на 8,5% вищий, ніж в контрольній групі КГ-2;

✓ *середній рівень* сформованості *операційно-діяльнійної складової* професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 на 11,72% нижчий, ніж у КГ-2;

✓ *низький* рівень сформованості *операційно-діяльній* складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 менший на 7,7%, ніж у ЕГ-2.

Перевіримо статистичну значущість відмінності сформованості *операційно-діяльній* складової професійно спрямованої математичної компетентності за рівнями.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 не більша, ніж у контрольній КГ-2;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Перевіримо сформульовані гіпотези за допомогою критерію  $\chi^2$  - Пірсона за (5.2)

$$\chi_{емп}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{\frac{n_i + m_i}{N + M}} =$$

$$= 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left( \frac{21}{98} - \frac{11}{105} \right)^2}{33} + \frac{\left( \frac{26}{98} - \frac{19}{105} \right)^2}{45} + \frac{\left( \frac{38}{98} - \frac{53}{105} \right)^2}{61} + \frac{\left( \frac{13}{98} - \frac{22}{105} \right)^2}{34} \right] =$$

$$= 10290 \cdot 0,000986 = 17,044$$

Маємо  $\chi_{емп}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути  $H_0$  - гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *операційно-діяльній* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Створено критерії, показники та рівні сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності: *високий, достатній, середній, низький*. Показниками є бали, які студенти набирали за правильне розв'язання відповідних завдань. Критерії, показники та рівні сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності наведено у таблиці 5.13.

Таблиця 5.13

**Критерії, показники та рівні сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності**

	<i>Критерії сформованості</i>	Показники
Високий	Студент з легкістю буде схематичний розв'язок задачі, чітко систематизує і класифікує поняття, що трапляються	10-12
Достатній	Студент вміє записати (сконструювати) алгоритм розв'язку поставленого завдання, вміє систематизувати і класифікувати матеріал	7-9
Середній	Присутні навички побудови розв'язку поставленого завдання, ці дії виконує переважно з допомогою викладача або сильніших студентів	4-6
Низький	Студент практично не орієнтується у способах розв'язування завдань, розв'язує завдання з помилками.	1-3

За результатами тестування на встановлення рівнів сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти побудовано таблицю (табл. 5.15).

Перед упровадженням методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК було визначено рівносильність ЕГ-1 та КГ-1, ЕГ-2 і КГ-2 щодо сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти ПСМК. Вхідний рівень сформованості конструкторсько-

алгоритмічної компоненти ПСМК було перевірено за допомогою тестових завдань (Додаток Е.1), а за допомогою нульової контрольної роботи, яку студенти пишуть на початку першого семестру.

Отримані результати занесено у таблицю 5.14.

Таблиця 5.14

**Таблиця результатів сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності (до експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього Кількість студентів у групі
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
<b>ЕГ-1</b>	17(13,18%)	52(40,31%)	44(34,11%)	16(12,4%)	129
<b>КГ-1</b>	15(11,19%)	43(32,09%)	61(45,52%)	51(11,19%)	134
<b>ЕГ-2</b>	16(16,3%)	24(24,5%)	40(40,8%)	18(18,4%)	98
<b>КГ-2</b>	12(11%)	18(17%)	53(50%)	23(22%)	105

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1.

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформульованих гіпотез використаємо критерій  $\chi^2$  - Пірсона за формулою (5.2), отримаємо:

$$\begin{aligned}\chi_{em}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} = \\ &= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left(\frac{17}{129} - \frac{15}{134}\right)^2}{\frac{17}{129} + \frac{15}{134}} + \frac{\left(\frac{52}{129} - \frac{43}{134}\right)^2}{\frac{52}{129} + \frac{43}{134}} + \frac{\left(\frac{44}{129} - \frac{61}{134}\right)^2}{\frac{44}{129} + \frac{61}{134}} + \frac{\left(\frac{16}{129} - \frac{15}{134}\right)^2}{\frac{16}{129} + \frac{15}{134}} \right] = \\ &= 17286(0,0000123 + 0,000071 + 0,000123 + 0,0000047) \\ &= 17286 \cdot 0,000201 = 2,73\end{aligned}$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{em}^2 = 2,73$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{em}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) і прийняти  $H_0$  - гіпотезу про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 є не більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Аналогічно перевіримо рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту в КГ-2 та ЕГ-2.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-2.

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Для перевірки сформованих гіпотез використаємо критерій  $\chi^2$  - Пірсона та опрацюємо дані, що занесені до таблиці 5.14.

$$\begin{aligned} \chi_{emn}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} = \\ &= 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left(\frac{16}{98} - \frac{12}{105}\right)^2}{\frac{16}{98} + \frac{12}{105}} + \frac{\left(\frac{24}{98} - \frac{18}{105}\right)^2}{\frac{24}{98} + \frac{18}{105}} + \frac{\left(\frac{40}{98} - \frac{53}{105}\right)^2}{\frac{40}{98} + \frac{53}{105}} + \frac{\left(\frac{18}{98} - \frac{23}{105}\right)^2}{\frac{18}{98} + \frac{23}{105}} \right] = \\ &= 10290 [0,0001 + 0,000133 + 0,00009 + 0,000031] \\ &= 10290 \cdot 0,000354 = 3,64 \end{aligned}$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{emn}^2 = 3,64$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{emn}^2 < \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути  $H_1$  - альтернативну гіпотезу і прийняти  $H_0$  - гіпотезу про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності до експерименту, в експериментальній групі ЕГ-2 є не більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Отже, ми перевірили що експериментальна та контрольна група рівносильні за рівнем сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* складової ПСМК.

Після впровадження методики фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК ми дослідили сформованість рівнів *конструкторсько-алгоритмічної* складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК. Для отримання результатів щодо встановлення рівнів сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової ПСМК було застосовано діагностичну методику – тестування (Додаток 3.1).

Сформованість конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності за результатами тестування (після експерименту) таблиця 5.15.



Таблиця 5.15

**Сформованість конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності за результатами тестування (після експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього Кількість студентів у групі
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
<b>ЕГ-1</b>	24(18,6%)	59(45,74%)	33(25,58%)	13(10,08%)	129
<b>КГ-1</b>	20(14,93%)	48(35,82%)	50(37,31%)	16(11,94%)	134
<b>ЕГ-2</b>	21(21%)	29(30%)	35(36%)	13(13%)	98
<b>КГ-2</b>	13(12%)	19(18%)	51(49%)	22(21%)	105

Зобразимо табличні дані графічно (рисунок 5.13).

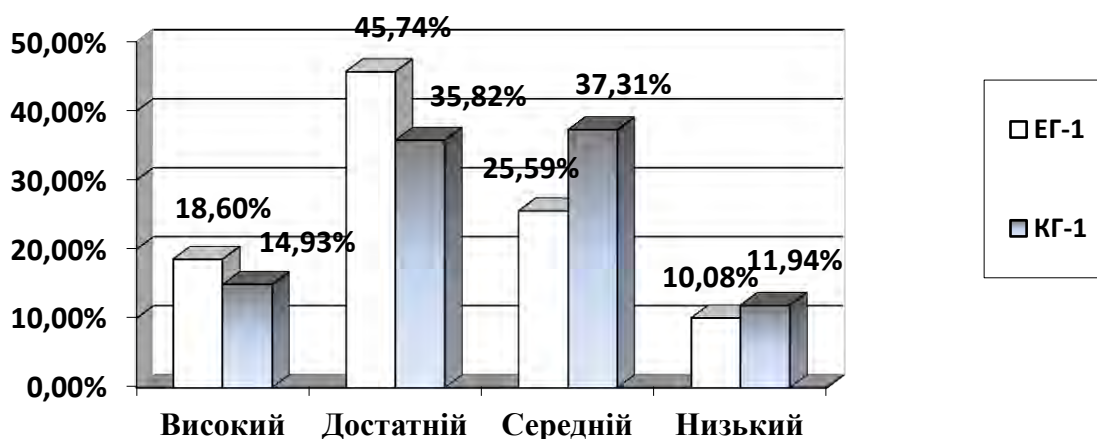


Рис. 5.13. Сформованість конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах (перша хвиля експерименту)

У експериментальній (ЕГ-1) та контрольній (КГ-1) групах першої хвилі експерименту отримали такі результати в різницях рівнів сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності:

✓ *високий рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 вищий на 3,67%, ніж у контрольній групі КГ-1;

✓ *достатній рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 на 9,92% вищий, ніж в контрольній групі КГ- 1;

✓ *середній рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 на 11,72% нижчий, ніж у КГ-1;

✓ *низький рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-1 менший на 1,86%, ніж у ЕГ-1.

Перевіримо статистичну значущість відмінності сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності за рівнями. Перед обчисленням критерію  $\chi^2$  - Пірсона сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Для перевірки сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* складової за результатами зрізу використаємо критерій  $\chi^2$  -Пірсона (5.2)

$$\chi_{емір}^2 = 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{27}{129} - \frac{16}{134} \right)^2}{27+16} + \frac{\left( \frac{50}{129} - \frac{16}{134} \right)^2}{33+23} + \frac{\left( \frac{36}{129} - \frac{59}{134} \right)^2}{47+84} + \frac{\left( \frac{16}{129} - \frac{29}{134} \right)^2}{20+16} \right] =$$

$$= 17286 \cdot \left[ \frac{(0,2093 - 0,1194)^2}{43} + \frac{(0,3875 - 0,2238)^2}{80} + \frac{(0,279 - 0,4403)^2}{95} + \frac{(0,124 - 0,2164)^2}{45} \right] =$$

$$= 17286 \cdot [0,000187 + 0,00034 + 0,00027 + 0,000189] = 17286 \cdot 0,000986 = 17,04$$

Порівняємо отримане значення  $\chi_{емп}^2 = 17,04$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{емп}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути  $H_0$  - гіпотезу і прийняти  $H_1$  - альтернативну гіпотезу про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1.

Аналогічним чином перевіримо сформованість конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 і КГ-2.

Для наочності зобразимо отримані дані (рисунок 5.14).



Рис. 5.14. Сформованість конструкторсько-алгоритмічної складової професійно-спрямованої математичної компетентності МБГЕТК за рівнями у контрольній та експериментальній групах (друга хвиля експерименту)

У експериментальній групі (ЕГ-2) та контрольній (КГ-2) другої хвилі експерименту отримали такі результати в різницях рівнів конструкторсько-

алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності:

✓ *високий рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 вищий на 3,1%, ніж у контрольній групі КГ-2;

✓ *достатній рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 на 12,2% вищий, ніж в контрольній групі КГ- 2;

✓ *середній рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 на 4% нижчий, ніж у КГ-2;

✓ *низький рівень* сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності в ЕГ-2 менший на 1,9% ніж у ЕГ-2.

Перевіримо статистичну значущість відмінності сформованості конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності за рівнями.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 не більша, ніж у контрольній КГ-2;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості *конструкторсько-алгоритмічної* компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2.

Перевіримо сформульовані гіпотези за допомогою критерію  $\chi^2$  - Пірсона за формулою (5.2), отримаємо

$$\chi^2_{\text{емп}} = 98 \cdot 105 \left[ \frac{\left(\frac{21}{98} - \frac{13}{105}\right)^2}{33} + \frac{\left(\frac{29}{98} - \frac{19}{105}\right)^2}{48} + \frac{\left(\frac{35}{98} - \frac{51}{105}\right)^2}{61} + \frac{\left(\frac{13}{98} - \frac{22}{105}\right)^2}{34} \right] =$$

$$10290 \left[ \frac{(0,2142 - 0,1238)^2}{33} + \frac{(0,2959 - 0,1809)^2}{48} + \frac{(0,3571 - 0,4857)^2}{61} + \frac{(0,1326 - 0,2095)^2}{34} \right] = 9,796$$

Маємо  $\chi^2_{\text{емп}} > \chi^2_{\text{крит}}$ . Це дає підстави відкинути  $H_0$  – гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості конструкторсько-алгоритмічної компоненти професійно спрямованої математичної компетентності, в експериментальній групі ЕГ-2 є більшою, ніж у контрольній КГ-2 (за результатами зрізу). Статистично доведено, що розроблена педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТ, яка була реалізована у процесі математичної підготовки студентів експериментальних груп, позитивно вплинула на формування конструкторсько-алгоритмічної складової професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТ.

Розраховані значення критерію  $\chi^2$ -Пірсона для компонент професійно спрямованої математичної компетентності в експериментальній та контрольній групах до та після експерименту наведено у таблиці 5.16.

Таблиця 5.16

**Отримані значення критерію  $\chi^2$ -Пірсона перевірки сформованості компонент ПСМК до та після експерименту**

Групи КГ і ЕГ	Компонента ПСМК	Розраховане значення $\chi^2_{\text{емп}}$ до експерименту	Розраховане значення $\chi^2_{\text{емп}}$ після експерименту	$\chi^2_{\text{кр}}$ для рівня значущості 0,01
ЕГ-1 і КГ-1	<i>Когнітивна</i>	2,819	24,47	9,2
ЕГ-2 і КГ-2		3,1178	11,52	
ЕГ-1 і КГ-1	<i>Операційно-діяльнісна</i>	6,471	15,82	
ЕГ-2 і КГ-2		3,956	17,04	
ЕГ-1 і КГ-1	<i>Конструкторсько-алгоритмічна</i>	2,73	17,04	
ЕГ-2 і КГ-2		3,64	9,766	

(сформовано автором)

Перевірка сформованості мотиваційної складової професійно спрямованої математичної компетентності здійснювалася шляхом аналізу тестових відповідей студентів. Для цього у контрольній та експериментальній групах студентам на початку та в кінці педагогічного експерименту було запропоновано пройти стандартизовані тестові завдання. Сформованість мотиваційної компоненти ПСМК перевіряли за допомогою стандартизованої методики. Було перевірено сформованість таких мотивів: набуття знань, професійного мотиву та мотиву отримання диплому. За вказаною методикою, максимальний бал, який могли отримати студенти 12,6 балів. Відповідно було описано рівні сформованості набуття знань (таблиця 5.17).

Таблиця 5.17

**Критерії, показники та рівні сформованості мотиву набуття знань, що є складником професійно спрямованої математичної компетентності**

	<i>Критерії сформованості</i>	Показники
Високий	Студент активно займається науковою роботою, самостійно знаходить розв'язки завдань, виконує завдання вчасно, без зовнішнього стимулювання, докладає зусилля при підготовці до іспитів; виявляє інтерес до самостійного вивчення предметів, що пов'язані із майбутньою спеціальністю	11-12,6
Достатній	Студент знаходить необхідну наукову інформацію, заплановану навчальною програмою; намагається самостійно знаходити розв'язки завдань, іноді звертається за допомогою до викладача; вчасно виконує обсяги робіт, запланованих навчальною програмою.	7-10,9
Середній	Студент іноді намагається здобувати самостійно наукову інформацію, працює переважно під тиском та зовнішнім контролем, невчасно виконує завдання.	3,6-6,9
Низький	У студента практично немає бажання здобувати знання, постійно запізнюється із розв'язками, навчається лише завдяки зовнішньому впливу адміністрації.	0-3,5

Важливим було дослідити, чи відбулися зміни у кожній із експериментальній та контрольній груп.

За результатами написання зрізу сформовано таблицю сформованості мотиву набуття знань (таблиця 5.18).

Таблиця 5.18

**Таблиця результатів сформованості мотиву набуття знань за результатами зрізу до та після експерименту в експериментальній та контрольній групах (перший етап експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього Кількість студентів у групі
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
ЕГ-1(до експерименту)	17 (13,18%)	34 (26,36%)	76 (58,91%)	2 (1,55%)	129
ЕГ-1 (після експерименту)	23 (17,83%)	55 (42,64%)	50 (38,76%)	1 (0,77%)	129
КГ-1(до експерименту)	19 (14,18%)	36 (26,87%)	75 (55,97%)	4 (2,98%)	134
КГ-1 (після експерименту)	22 (16,42%)	44 (32,84%)	66 (49,25%)	2 (1,49%)	134

Перевіримо чи були рівносильними ЕГ-1 та КГ- 1 за рівнем мотиву набуття знань.

Сформулюємо відповідні гіпотези:

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості мотиву набуття знань, у експериментальній групі ЕГ-1 не більша, ніж у контрольній КГ-1 (групи рівносильні за рівнями мотиву набуття знань);

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що частка студентів, у яких виявлено певний рівень сформованості мотиву набуття знань, у експериментальній групі ЕГ-1 є більшою, ніж у контрольній КГ-1 (групи не є рівносильними за рівнями мотиву набуття знань).

Застосуємо критерій  $\chi^2$ -Пірсона для перевірки сформульованих гіпотез (5.2)

$$\begin{aligned}
\chi_{emn}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} = \\
&= 129 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{17}{129} - \frac{19}{134} \right)^2}{17+19} + \frac{\left( \frac{34}{129} - \frac{36}{134} \right)^2}{34+36} + \frac{\left( \frac{76}{129} - \frac{75}{134} \right)^2}{76+75} + \frac{\left( \frac{2}{129} - \frac{4}{134} \right)^2}{2+4} \right] = \\
&= 17286 \cdot \left[ \frac{(0,1318 - 0,145)^2}{36} + \frac{(0,3875 - 0,2238)^2}{70} + \frac{(0,279 - 0,4403)^2}{151} + \frac{(0,124 - 0,2164)^2}{6} \right] = \\
&= 17286 \cdot [0,00000484 + 0,0000003716 + 0,0000057242 + 0,000034] = 17286 \cdot 0,0000449358 = 0,776
\end{aligned}$$

Отже, приймаємо  $H_0$  – гіпотезу про те, що ЕГ-1 та КГ-1 рівносильні за рівнями мотиву набуття знань.

Важливо перевірити, чи є динаміка у зміні мотиву набуття знань статистично значущою. Для з'ясування статистичної значущості отриманих змін у рівнях сформованості мотиву набуття знань студентами галузі електроніки та телекомунікацій у процесі фундаменталізації математичної підготовки було використано непараметричний критерій  $\chi^2$  -Пірсона.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань після реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК в експериментальній групі (ЕГ-1) не змінилася.

–  $H_1$  – частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань після реалізації методики фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у експериментальній групі (ЕГ-1) змінилася.

Перевіримо сформульовані гіпотези за допомогою критерію  $\chi^2$  -Пірсона.

Порівняємо отримане значення  $\chi_{emn}^2 = 11,486$  із критичним. Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Маємо  $\chi_{emn}^2 > \chi_{крит}^2$ . Це дає підстави відкинути нульову гіпотезу ( $H_0$ ) і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань



після реалізації методики фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у експериментальній групі (ЕГ-1) змінилася.

Аналогічним чином перевіримо сформованість мотиву набуття знань в контрольній (КГ-1) групі за виділеними рівнями. Дані щодо виділених рівнів сформованості мотиву набуття знань оформлені у таблиці (табл. 19).

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_1$  – частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань у контрольній групі (КГ-1) не змінилася,

–  $H_1$  – частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань у контрольній групі (КГ-1) змінилася.

Перевіримо сформульовані гіпотези за допомогою критерію  $\chi^2$ -Пірсона.

$$\begin{aligned} \chi_{emn}^2 &= N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left( \frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M} \right)^2}{n_i + m_i} = \\ &= 134 \cdot 134 \left[ \frac{\left( \frac{19}{134} - \frac{22}{134} \right)^2}{19+22} + \frac{\left( \frac{36}{134} - \frac{44}{134} \right)^2}{36+44} + \frac{\left( \frac{75}{134} - \frac{66}{134} \right)^2}{75+66} + \frac{\left( \frac{4}{134} - \frac{2}{134} \right)^2}{4+2} \right] = \\ &= 17956 \cdot \left[ \frac{(0,1418 - 0,1642)^2}{41} + \frac{(0,2668 - 0,3284)^2}{80} + \frac{(0,5597 - 0,4925)^2}{141} + \frac{(0,0298 - 0,0149)^2}{6} \right] = \\ &= 17956 \cdot [0,0000122 + 0,000044 + 0,000032 + 0,000037] = 17956 \cdot 0,0001252 = 2,248 \end{aligned}$$

Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Ми отримали  $\chi_{emn}^2 < \chi_{крит}^2$ . Тому приймаємо нульову гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що частка студентів відповідного рівня сформованості мотиву набуття знань у контрольній групі (КГ-1) не змінилася. Аналогічним чином перевіримо сформованість мотиву набуття знань за рівнями в ЕГ-2 та КГ-2. За результатами тестування було сформовано таблицю 5.19.

Таблиця 5.19

**Таблиця результатів сформованості мотиву набуття знань за результатами тестування до та після експерименту у експериментальній та контрольній групах (друга хвиля експерименту)**

Група	Рівні сформованості та відсоткова частка студентів				Всього Кількість студентів у групі
	Високий	Достатній	Середній	Низький	
ЕГ-2(до експерименту)	6(6,12%)	26(26,53%)	51(52,04%)	15(15,31%)	98
ЕГ-2(після експерименту)	12(12,24%)	41(41,84%)	38(38,78%)	7(7,14%)	98
КГ-2(до експерименту)	12(11,43%)	18(17,14%)	65(61,91%)	10(9,52%)	105
КГ-2 (після експерименту)	13(12,38%)	32(30,48%)	52(49,52%)	8(7,62%)	105

$$\chi_{емт}^2 = N \cdot M \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} =$$

$$= 98 \cdot 98 \left[ \frac{\left(\frac{6}{98} - \frac{12}{98}\right)^2}{\frac{6}{98} + \frac{12}{98}} + \frac{\left(\frac{26}{98} - \frac{41}{98}\right)^2}{\frac{26}{98} + \frac{41}{98}} + \frac{\left(\frac{51}{98} - \frac{38}{98}\right)^2}{\frac{51}{98} + \frac{38}{98}} + \frac{\left(\frac{15}{98} - \frac{7}{98}\right)^2}{\frac{15}{98} + \frac{7}{98}} \right] =$$

$$= 9604 \cdot \left[ \frac{(0,0612 - 0,1224)^2}{18} + \frac{(0,2653 - 0,4184)^2}{89} + \frac{(0,5204 - 0,3878)^2}{89} + \frac{(0,1531 - 0,071)^2}{22} \right] =$$

$$= 9604 \cdot [0,0002 + 0,00035 + 0,000197 + 0,000306] = 9604 \cdot 0,001053 = 10,113012$$

$$\chi_{емт}^2 = 10,113012$$

Аналогічно знайдемо значення  $\chi_{емт}^2$  для КГ-2.

$$\chi_{емт}^2 = 105 \cdot 105 \left[ \frac{\left(\frac{12}{105} - \frac{13}{105}\right)^2}{\frac{12}{105} + \frac{13}{105}} + \frac{\left(\frac{88}{105} - \frac{32}{105}\right)^2}{\frac{88}{105} + \frac{32}{105}} + \frac{\left(\frac{65}{105} - \frac{52}{105}\right)^2}{\frac{65}{105} + \frac{52}{105}} + \frac{\left(\frac{10}{105} - \frac{8}{105}\right)^2}{\frac{10}{105} + \frac{8}{105}} \right] = 6,0704$$

Для рівня значущості 0,01  $\chi_{крит}^2 = 9,2$ . Ми отримали  $\chi_{емт}^2 < \chi_{крит}^2$ . Тому приймаємо нульову гіпотезу ( $H_0$ ) про те, що частка студентів відповідного

рівня сформованості мотиву набуття знань у контрольній групі (КГ-2) не змінилася. Одержали такі результати перевірки статистичної значущості результатів експерименту (табл. 5.20).

Таблиця 5.20

**Дані критерію  $\chi^2$ -Пірсона для отриманих значень мотиву набуття знань експериментальної та контрольної груп до та після експерименту**

Групи КГ і ЕГ	Мотиви	Розраховане значення $\chi_{exp}^2$ після експерименту	$\chi_{кр}^2$ для рівня значущості 0,01
ЕГ1 (129 ст)	<i>Мотив набуття знань</i>	11,48	9,2
КГ1 (134)		2,248	
ЕГ 2(98 ст)		10,11	
КГ 2(105 ст )		6,07	

(сформовано автором)

За результатами двох хвиль експерименту можна стверджувати, що запропонована педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК позитивно вплинула на динаміку зміни мотиву набуття знань. У контрольних групах є динаміка покращення рівня сформованості мотиву набуття знань, хоча вона не є статистично значущою. Це пов'язано, на нашу думку, із усвідомленням студентами важливості набуття знань для власного професійного розвитку.

Порівняльний аналіз рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності в ЕК і КГ до та після експерименту двох хвиль експерименту продемонстровано у таблиці (табл. 5.21).

**Узагальнені результати сформованості компонент ПСМК  
майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»**

	<i>Компоненти ПСМК та динаміка їх сформованості у % (перша хвиля експерименту)</i>							
Рівні	<i>Мотиваційна</i>		<i>Когнітивна</i>		<i>Конструкторсько- алгоритмічна</i>		<i>Операційно- діяльнісна</i>	
	<b>ЕГ-1</b>	<b>КГ-1</b>	<b>ЕГ-1</b>	<b>КГ-1</b>	<b>ЕГ-1</b>	<b>КГ-1</b>	<b>ЕГ-1</b>	<b>КГ-1</b>
В	+4,65	+2,24	+3,9	+2,9	+5,42	+3,74	+7,5	0
Д	+16,28	+5,97	+7	+2,3	+5,43	+3,73	+8,6	+6,1
С	-20,15	-6,72	-6,2	-1,5	-8,53	-8,21	-18,6	-6,3
Н	-0,78	-1,49	-4,7	-3,7	-2,32	0,75	+2,5	0
	<i>Компоненти ПСМК та динаміка їх сформованості у % (друга хвиля експерименту)</i>							
Рівні	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>
	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>	<b>ЕГ-2</b>	<b>КГ-2</b>
В	+6,12	+0,95	+6,4	+0,6	+4,7	+1	+7,13	+0,98
Д	+15,31	+13,34	+8	+3	+5,5	+1	+6,09	+0,85
С	-13,26	-12,39	-13,5	-2,1	-4,8	-1	-14,28	-0,93
Н	-8,17	-1,9	-0,9	-1,5	-5,8	-1	+1,06	-0,9

Узагальнена динаміка (за результатами двох хвиль експерименту) сформованості складових професійно спрямованої математичної компетентності є такою:

– кількість студентів з високим рівнем *мотиваційної* складової професійно спрямованої математичної компетентності в експериментальній групі збільшилося на 5,39 %, з достатнім рівнем збільшилося на 15,79%, з середнім рівнем зменшилося на 16,7%, з низьким рівнем зменшилося на 4,48%.

– кількість студентів з високим рівнем *когнітивної* складової професійно спрямованої математичної компетентності в експериментальній групі

збільшилося на 5,15%, з достатнім рівнем збільшилося на 7,5%, з середнім рівнем зменшилося на 9,85%, з низьким рівнем зменшилося на 2,8%;

– кількість студентів з *високим* рівнем *конструкторсько-алгоритмічної* складової професійно спрямованої математичної компетентності у експериментальній групі збільшилося на 5,06%, з достатнім рівнем збільшилося на 5,46%, з середнім рівнем зменшилося на 6,67%, з низьким рівнем зменшилося на 3,86%;

– кількість студентів з високим рівнем *операційно-діяльнісної* складової професійно спрямованої математичної компетентності у експериментальній групі збільшилося на 7,32%, з достатнім рівнем збільшилося на 7,34%, з середнім рівнем зменшилося на 16,44%, низьким збільшилося на 1,78%.

Крім перевірки статистичними методами дієвості реалізованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки, було здійснено перевірку суб'єктивного сприйняття студентами реалізованої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Важливим інструментом педагогічної системи є побудова таблиць систематизації та узагальнення навчального матеріалу. Тому студентам було запропоновано дати відповідь на кілька запитань щодо встановлення актуальності та доцільності впровадження в освітній процес цього інструменту педагогічної системи (Додаток Б.1).

Було запропоновано оцінити за десятибальною шкалою важливість конструювання узагальнювальних та систематизувальних таблиць для глибшого усвідомлення вивченої теми.

Умовно розділимо шкалу відповідей наступним чином: «Дуже важливо» 9-10 балів, «Доцільно» 6-8 балів, «Не завадить» 4-5 балів, «Не важливо» 1-3 бали. За результатами опитування студентів складено таблицю (табл. 5.22).

**Результати опитування студентів щодо доцільності та важливості створення систематизувальних таблиць**

Рівень важливості	Кількість балів	Частка студентів
«Дуже важливо» (високий)	9-10	24%(54 ст)
«Доцільно» (достатній)	6-8 балів	47%(107 ст)
«Не завадить» (середній)	4-5 балів	13%(28 ст)
«Не важливо» (низький)	1-3 бали	17%(39 ст)

Для наочності побудуємо діаграму отриманих результатів, що представлені у таблиці 5.22 (рисунок 5.15).

За результатами анкетування студентів високий та достатній рівні важливості упровадження систематизувальних таблиць складає 70%.



Рис. 5.15. Схематичний розподіл рівнів значимості систематизації навчального матеріалу для студентів

Перевіримо статистичну значущість отриманих результатів. Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – розподіл відповідей студентів стосовно важливості побудови систематизувальних таблиць не відрізняється від нормального (отримані результати не є статистично значимими);

–  $H_1$  – розподіл відповідей студентів стосовно важливості побудови систематизувальних таблиць відрізняється від нормального (отримані результати є статистично значимими).

Для перевірки достовірності отриманих даних використаємо критерій  $\chi^2$ -Пірсона. Знайдемо теоретичне значення  $f_{теор} = n/k$ ,

де  $n$  – кількість студентів,  $k$  – кількість рівнів,

Побудуємо таблицю отриманих значень для статистичної перевірки сформованих гіпотез (табл 5.23).

Таблиця 5.23

Таблиця значень для перевірки статистичної значимості рівнів систематизації навчального матеріалу для студентів

Рівні	$f_{емп.}$	$f_{теор.}$	$f_{емп.} - f_{теор.}$	$(f_{емп.} - f_{теор.})^2$	$\frac{(f_{емп.} - f_{теор.})^2}{f_{теор.}}$
Високий	54	56	-2	4	0,07
Достатній	107	56	+51	2601	46,446
Середній	28	56	-28	784	14
Низький	39	56	-17	289	5,1507
Суми	227	227			65,67

Елементами таблиці є такі складники

$f_{теор} = n/k$ ,  $n$  – кількість студентів,  $k$  – кількість рівнів,

$$f_{теор} = 227/4 = 56$$

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(f_{емп.} - f_{теор.})^2}{f_{теор.}},$$

де  $f_{емп.}$  – емпірична частота за  $j$  – рівнем ознаки,

$f_{теор.}$  – теоретична частота,

$j$  – порядковий номер розряду,

$k$  – кількість рівнів.

Для нашого випадку

$$\chi^2 = \frac{(54 - 56)^2}{56} + \frac{(107 - 56)^2}{56} + \frac{(28 - 56)^2}{56} + \frac{(39 - 56)^2}{56} = 65,67$$

Для того, щоб встановити критичне значення  $\chi^2$ , необхідно встановити кількість ступенів свободи  $\nu = k - 1$ , для нашого випадку  $\nu = k - 1 = 4 - 1 = 3$

Враховуючи кількість ступенів свободи та прийняті для психолого-педагогічних досліджень рівні значущості, запишемо критичне значення критерію  $\chi^2$  - Пірсона:

$$\chi^2_{кр.} = \begin{cases} 7,815, \rho \leq 0,05, \\ 11,345, \rho \leq 0,01. \end{cases}$$

Маємо  $\chi^2_{емп} = 65,67$ ,  $\chi^2_{емп} > \chi^2_{кр.}$ . Зобразимо отримані результати графічно (рис. 5.16.)

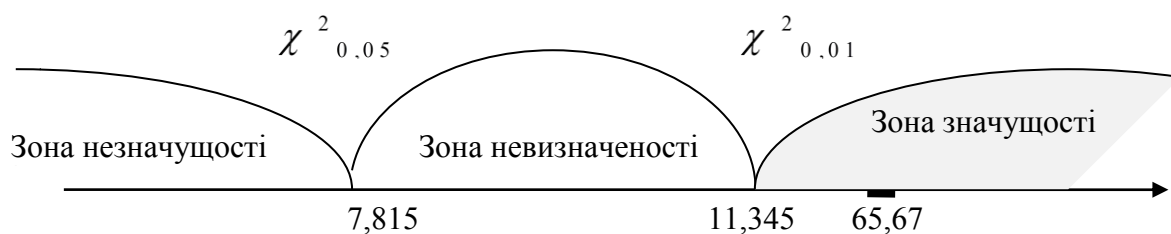


Рисунок 5.16 . Геометрична інтерпретація значень критерію  $\chi^2$

Отже, отримали, що  $\chi^2_{кр.} < \chi^2_{емп.}$

Одержані результати дають підстави відхилити нульову гіпотезу ( $H_0$ ) і прийняти альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що розподіл відповідей студентів стосовно важливості побудови систематизувальних таблиць відрізняється від нормального (отримані результати є статистично значимими).

У другому розділі було побудовано модель професійно спрямованої математичної компетентності за ідеальних умов (ідеально сформована ПСМК), де кожна компонента ПСМК у студентів сформована максимально. Умовно позначено максимальний рівень сформованості кожної компоненти через 10 балів. Модель ідеально сформованої ПСМК у результаті фундаменталізації математичної компетентності має вигляд квадрата із діагоналлю рівною 20 одиничних відрізків (довжина половини діагоналі 10



одиничних відрізків) (рис. 5.17). Ця модель є узагальненням сформованості кожної компоненти ПСМК і є ілюстрацією сформованості ПСМК у ЕГ та КГ.

Порівнюємо модель ідеальної ПСМК із емпіричними моделями ПСМК у КГ та ЕГ, що були побудовані на основі результатів проведеного експерименту Модель ПСМК у групі, де була впроваджена педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, «швидше» наближається до ідеальної моделі професійно спрямованої математичної компетентності (рис. 5.17).

Разом із тим сформована модель професійно спрямованої математичної компетентності, в ЕГ не досягає показників ідеальної моделі і відрізняється від неї. Рівні сформованості компонент ПСМК у ЕГ та КГ різняться між собою. Різницю по кожній компоненті було перевірено та доведено її значущість, що засвідчує ефективність запровадженої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

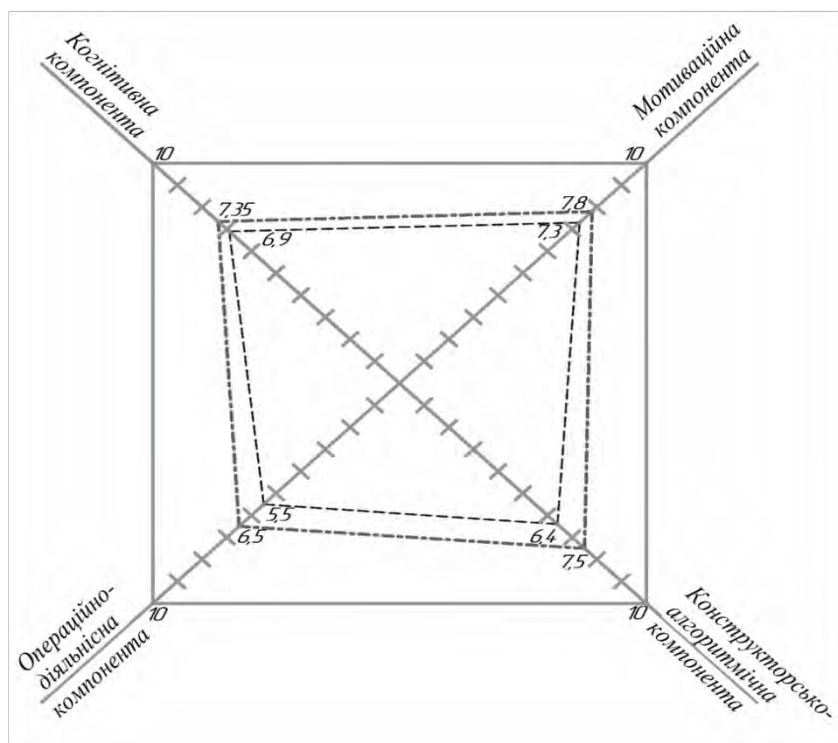


Рисунок 5.17 Порівняння моделі ідеально сформованої професійно-спрямованої математичної компетентності (—), моделі ПСМК експериментальної групи (---) та контрольної групи (- - - - -)

Найбільш близькими за числовими значеннями у ЕГ та КГ є показники сформованості мотиваційної компоненти ПСМК. Це пояснюється кількома причинами: по-перше, досить високим вхідним рівнем сформованості мотивації навчання в контрольній групі; по-друге, під час проведення занять у контрольній групі фрагментарно були присутні елементи педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки, такі, як повідомлення цікавих історичних фактів з історії дисципліни, вплив авторитету та особистості викладача на студентів; по-третє, мотивація отримання знань студента зростає в результаті його перебування в освітньому середовищі, що є закономірним процесом навчання.

Найбільшою є відмінність у показниках конструкторсько-алгоритмічної складової ПСМК в ЕГ та КГ, що свідчить про ефективність педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК. Водночас модель ПСМК, що побудована за результатами реалізації педагогічної системи в експериментальній групі, відрізняється за усіма компонентами від ідеальної моделі, що свідчить про можливість пошуку та впровадження нових шляхів покращення якості математичної підготовки та вдосконалення моделі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК.

Ефективність запропонованої методики фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК перевірялася також через визначення кореляції між результатами складання іспиту студентами – МБГЕТК з математики та спеціальними фаховими дисциплінами. Було виділено такі спеціальні фахові дисципліни: «Математичні основи теорії телекомунікаційних систем», «Основи теорії кіл» (або «Теоретичні основи електротехніки»), і було встановлено зв'язок фундаментальних математичних понять та спеціальних (фахових) дисциплін, де застосовуються ці поняття.

Із загальної вибірки експериментальної групи довільним чином ми вибрали групу студентів, де під час фундаментальної математичної підготовки було впроваджено авторську методику фундаменталізації, концептуальною засадою якої було виділення математичних інваріантів для

їхнього професійного спрямування. У цій групі було перевірено кореляцію результатів контролю з вищої математики та результатів контролю з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ). Позначимо отримані бали на іспиті з дисципліни «Вища математика» за третій навчальний семестр випадковою величиною  $X$ , а отримані бали на іспиті з дисципліни ТОЕ позначимо через  $Y$ . Занесемо отримані результати у таблицю (таблиця 5.24).

Таблиця 5.24

**Таблиця значень результатів іспиту з вищої математики та теоретичних основ електротехніки студентів контрольної та експериментальної груп**

№ з/п	Бали X	Бали Y	Ранги X	Ранги Y	Різниця рангів $D_i$	Різниця рангів $D_i$ піднесена до квадрату
1	75	75	3,5	1,5	2	4
2	63	64	3,5	1,5	2	4
3	62	62	3,5	3	0,5	0,25
4	35	62	3,5	4	-0,5	0,25
5	62	35	3,5	5,5	-2	4
6	75	77	3,5	5,5	-2	4
7	35	62	8	8	0	0
8	62	60	8	8	0	0
9	35	50	8	8	0	0
10	91	90	10	10	0	0
11	35	62	11,5	12	-0,5	0,25
12	82	75	11,5	12	-0,5	0,25
13	35	62	13	12	1	1
14	91	90	14	14	0	0
15	35	35	16	15,5	-0,5	0,25
16	90	75	16	15,5	0,5	0,25
17	91	93	16	17	-1	1

Сума 19,5

Проаналізуємо для експериментальної групи кореляцію між результатами іспитів з вищої математики та спеціальними (фаховими) дисциплінами. Для визначення статистично значущої кореляції між величинами застосовуємо коефіцієнт кореляції Спірмена.

Для визначення статистично значущої кореляції між величинами оперували коефіцієнтом кореляції Спірмена, який давав змогу перевірити залежність величин із невеликою розбіжністю в даних (тобто виходячи із відносно близьких за значеннями результатів навчання студентів), яким для перевірки ставили у відповідність ранги.

Сформулюємо гіпотези:

–  $H_0$  – гіпотеза полягає в тому, що кореляція результатів контролю з вищої математики та результатів контролю з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) експериментальної групи студентів не відрізняється від нуля;

–  $H_1$  – гіпотеза полягає в тому, що кореляція результатів контролю з вищої математики та результатів контролю експериментальної групи студентів з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) відрізняється від нуля.

Кореляцію обчислюють за формулою:  $r_s = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2}{N(N^2 - 1)}$ . За умови збігу рангів

використовують формулу:

$$r_s = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2 + T_a + T_b}{N(N^2 - 1)},$$

де  $T_a$ ,  $T_b$  - поправка на однакові ранги, яка обчислюється за формулою:

$$T_a = \sum (a^3 - a) / 12$$

$$T_b = \sum (b^3 - b) / 12$$

Оскільки ранги збіглися, необхідно обчислювати поправку на ранги:

$$T_a = (6^3 - 6 + 3^3 - 3 + 2^3 - 2 + 3^3 - 3) / 12 = 22$$

$$T_b = (2^3 - 2 + 2^3 - 2 + 3^3 - 3 + 3^3 - 3 + 2^3 - 2) / 12 = 5,5$$

$$r_s = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2 + T_a + T_b}{N(N^2 - 1)} = 1 - 6 \cdot \frac{19,5 + 22 + 5,5}{17(17^2 - 1)} = 1 - \frac{282}{4896} = 0,942$$

За таблицею визначаємо критичні значення  $r_s$  при  $n=17$ . Для психолого-педагогічних досліджень, як зазначає [421, с. 331], достатніми є рівні значущості  $p \leq 0,05$  і  $p \leq 0,01$ .

Відповідні їм критичні значення критерію  $r_s$  знаходимо за тими ж таблицями:  $r_{кр}^* = \begin{cases} 0,48 (\rho \leq 0,05) \\ 0,62 (\rho \leq 0,01) \end{cases}$ .

Отримали,  $r_{s_{емп}} > r_{s_{кр}}$  а тому одержане значення  $r_{s_{емп}} = 0,942$  знаходиться в зоні значущості (рис. 5.18).

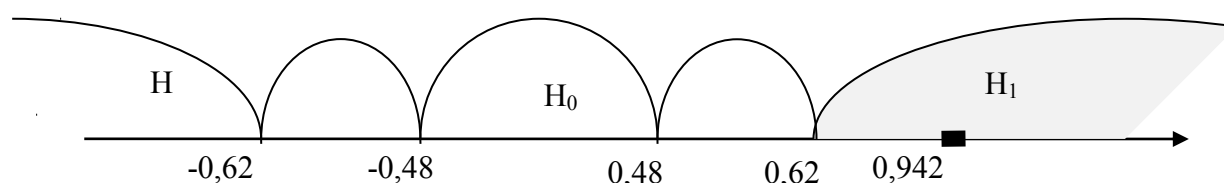


Рис. 5.18. Геометрична інтерпретація одержаних значень

Отже, відхиляємо  $H_0$  – гіпотезу і приймаємо альтернативну гіпотезу ( $H_1$ ) про те, що кореляція результатів контролю з вищої математики та результатів контролю з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) відрізняється від нуля. Оскільки вибірка студентів була взята довільним чином, гіпотезу про кореляцію якості знань з вищої математики та фахових дисциплін поширюємо і на всю вибірку студентів.

Важливою частиною експерименту було перевірити дієвість педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК у контексті її застосування різними викладачами, тобто залежність (чи незалежність) результативності реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК від особистості викладача. Для достовірності результатів експерименту необхідна була наявність декількох факторів, як от: 1) обидва викладачі проводили лекційні і практичні заняття за однією і тією ж робочою програмою навчальної дисципліни; 2) в освітній процес впроваджувалися основні елементи

педагогічної системи; 3) в обох групах студенти виконували однакові за обсягом та рівнем складності домашні завдання та завдання для самостійної роботи; 4) рівень вимог під час підсумкового контролю був однаковим (однакові завдання для перевірки знань під час проведення поточного та підсумкового контролю знань та вимоги щодо їх виконання), що забезпечувалося присутністю обох викладачів на іспитах в обох групах студентів. Експериментальною групою вважаємо ту групу, де педагогічна система реалізована не її автором, контрольною групою вважаємо ту, де педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки реалізована її автором. Покажемо спочатку, що обрані для експериментальної перевірки групи студентів рівносильні. Перевіримо рівносильність обраних груп за якістю складання іспиту. Оцінка на іспиті є інтегральною оцінкою знань та набутих вмінь студентів, разом із тим білети іспиту з вищої математики містили розроблені тести із авторської методики на визначення рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності. Тому оцінка за іспит корелює із сформованістю компонент професійно спрямованої математичної компетентності і її можна вважати за показник їх сформованості.

Складемо таблицю порівняння експериментальної та контрольної груп за часткою студентів, відповіді яких віднесено до високого, достатнього, середнього та низького рівнів за результатами першого іспиту з дисципліни «Вища математика» серед студентів ЕГ та КГ МБГЕТК.

До високого рівня віднесено відповіді студентів на іспиті, що отримали оцінку «відмінно», достатній рівень характеризується відповідями студентів на оцінку «добре», до середнього та низького рівнів відповідно віднесено відповіді студентів з оцінками «задовільно» та «незадовільно» (табл. 5.25).

Таблиця 5.25

**Порівняння контрольної та експериментальної групи за часткою студентів, що віднесені до категорій «є ефект», «немає ефекту» за результатами першого іспиту з дисципліни «Вища математика»**

Група	«Є ефект»	«Немає ефекту»	Усього
Експериментальна	15(20%)	58(80%)	73(100%)
Контрольна	28(25%)	82(75%)	110(100%)
Усього	43	51	183

За таблицями «Величина кута  $\varphi$  для різних процентних часток» [421, с. 331] знаходимо значення  $\varphi$ , які відповідають відсотковим часткам «ефекту» в кожній з груп:  $\varphi_1(20\%) = 0,927$ ;  $\varphi_2(25\%) = 1,0470$ .

Емпіричне значення  $\varphi^*$  розраховуємо за формулою (5.1):

$$\varphi_{емп.}^* = (1,0470 - 0,952) \cdot \sqrt{\frac{73 \cdot 110}{73 + 110}} \approx 0,095 \cdot 6,62 \approx 0,6289$$

Отримали, що  $\varphi_{кр.}^* > \varphi_{емп.}^*$ , а тому одержане значення  $\varphi_{емп.}^* = 0,9472$  знаходиться в зоні незначущості (рис. 5.19)

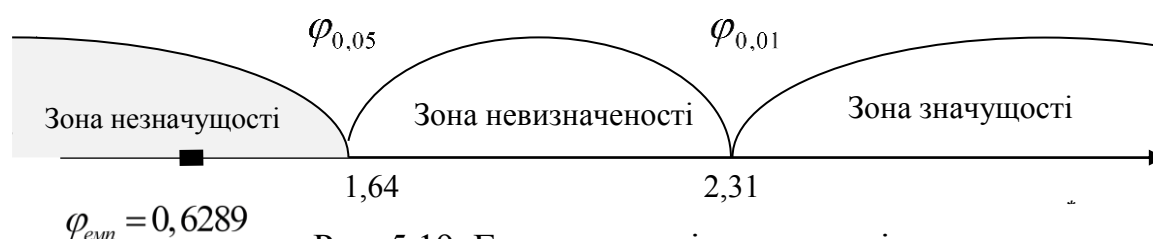


Рис. 5.19. Геометрична інтерпретація

Отже, спростовується альтернативна гіпотеза ( $H_1$ ), а приймається нульова гіпотеза ( $H_0$ ) про те, що початкові рівні знань студентів контрольної та експериментальної груп однакові. А тому обрані експериментальна та контрольна групи студентів вважаються рівносильними.

Після цього побудуємо аналогічну таблицю за результатами другого підсумкового контролю (табл. 5.26).

Таблиця 5.26

**Порівняння контрольної та експериментальної групи за часткою студентів, що віднесені до категорій «є ефект», «немає ефекту» за результатами другого іспиту з дисципліни «Вища математика»**

Група	«Є ефект»	«Немає ефекту»	Усього
Експериментальна	20(27%)	53(73%)	73(100%)
Контрольна	22(20%)	88(80%)	110(100%)
Усього	132	51	183

За результатами отриманих даних побудуємо гістограму для наочного зображення отриманих даних (рис. 5.20).

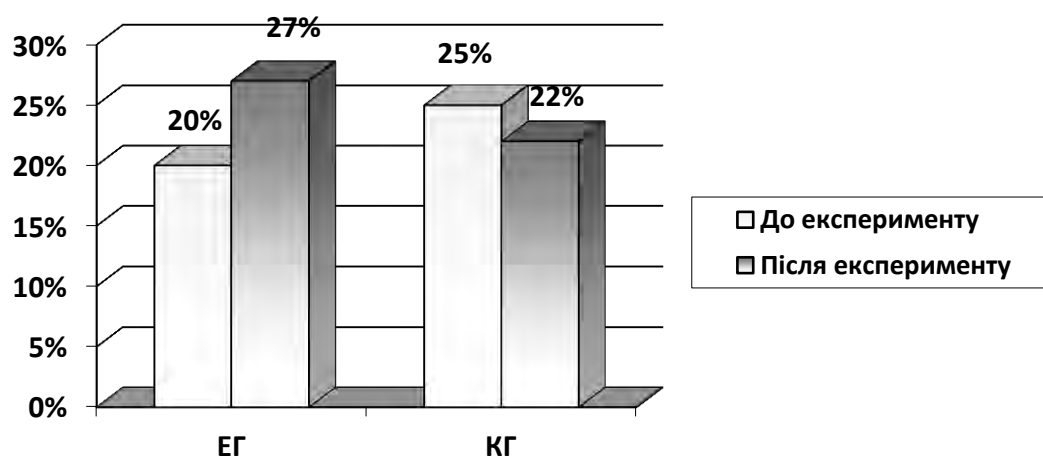


Рисунок. 5. 20. Порівняння часток контрольної та експериментальної груп за наявністю відмінностей у показниках якості навчання за результатами першого та другого підсумкового контролю

В експериментальній групі присутня тенденція до зростання показників категорії «є ефект», де відбувся приріст на 6,5 %, водночас у контрольній групі у цій категорії відбувся спад показників на 5%.

Для того, щоб зробити висновок про те, що результати впровадження педагогічної системи відрізняються у контрольній та експериментальній групах тому, що методику впроваджували різні викладачі, проведемо статистичну оцінку одержаних результатів, застосовуючи критерій Фішера. І



припустимо, що одержані відмінності є статистично значимими. Запишемо значення для часток у контрольній та експериментальній групах:

$$\varphi_1(27\%) = 1,093, \quad \varphi_2(20\%) = 0,927.$$

Застосовуючи формулу (5.1), отримаємо:

$$\phi_{\text{емп.}}^* = (1,09 - 0,927) \cdot \sqrt{\frac{66 \cdot 110}{66 + 110}} \approx 0,163 \cdot \sqrt{41,25} \approx 1,04$$

Отримане значення не є статистично значимим, а тому можна зробити висновок, що впровадження педагогічної системи різними викладачами дає однакові позитивні результати.

Важливим та цікавим дослідженням була перевірка у студентів власної впевненості у собі до та після експерименту. Студентам було запропоновано за десятибальною шкалою оцінити впевненість у собі. Низьким і середнім рівнем вважаємо оцінку від 1 до 5, вище середнього – достатній та високий – від 6 до 10. За результатами тестування до впровадження в освітній процес системи фундаменталізації математичної підготовки 70,4% студентів експериментальної групи оцінили себе «як упевнена в собі людина», на високому та достатньому рівнях 29,6% студентів оцінили свою впевненість у собі на середньому рівні і нижче. За результатами тестування після впровадження в освітній процес системи фундаменталізації математичної підготовки 80,9% студентів експериментальної групи оцінили себе «як упевнена в собі людин», на високому та достатньому рівнях 19,1% студентів оцінили свою впевненість у собі на середньому рівні і нижче., що свідчить про те, що впевненість у собі студентів експериментальної групи зросла.

## Висновки до розділу 5

1. У розділі розглянуто етапи експериментальної перевірки ефективності педагогічної системи фундаменталізації математичної

підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», до яких належать констатувальний та формувальний етапи.

2. Констатувальний етап експерименту включав проведення пілотного проєкту, під час якого у освітній процес було впроваджено основні елементи розробленої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки. За результатами пілотного проєкту було встановлено позитивну динаміку зміни сформованості вмінь студентів систематизувати та класифікувати навчальний матеріал, перевірено розуміння студентами важливості вивчення вищої математики для спеціальних дисциплін. На основі отриманих результатів зроблено попередній висновок щодо ефективності авторської педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», здійснено корективи щодо покращення елементів педагогічної системи.

3. Здійснено опис проведення формувального етапу експерименту впровадження педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, наведено цілі, етапи, їх завдання та зміст. Формувальний етап педагогічного експерименту складався із трьох частин, а саме: діагностично-пошукової, експериментальної, контрольно-оцінювальної, кожна із яких мала свої цілі та завдання. На формувальному етапі було виокремлено експериментальну та контрольну групи для проведення експерименту, здійснено перевірку їх рівносильності та статистично обґрунтовано за допомогою критеріїв  $\chi^2$  - Пірсона та  $\phi^*$  - Фішера. Для репрезентативності вибірки респондентів, експеримент було проведено двічі. Для проведення експерименту першого разу (першої хвили) було сформовано експериментальну (ЕГ-1 – 129 студентів) та контрольну (КГ-1 – 134 студенти) групи, та другого разу (друга хвиля) – експериментальну (ЕГ-2 – 98 студенти) та контрольну (КГ-2 – 105 студентів) групи. Таким чином експериментальна група налічувала 227 студентів, контрольна група – 239 студентів. До участі у експерименті було залучено

студентів 7 технічних та 2 педагогічних ЗВО, загальною кількістю 1034 студенти. Цілоком педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки була реалізована у Вінницькому національному технічному університеті, основні її елементи було упроваджено у решту ЗВО. Як показали результати експериментального дослідження у студентів груп, де було реалізовано педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки, відбулася позитивна динаміка зміни рівнів сформованості професійно спрямованої математичної компетентності, зафіксована позитивна динаміка зміни усвідомлення важливості вивчення вищої математики для спеціальних дисциплін. Статистична значущість отриманих результатів була підтверджена за допомогою критеріїв  $\chi^2$  - Пірсона та  $\phi^*$  - Фішера для рівня значущості 0,01.

4. Застосування критерію  $\chi^2$ -Пірсона обґрунтоване тим, що він дозволяє здійснити комплексну характеристику статистичної значущості отриманих результатів зміни рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності.

Узагальнена динаміка (за результатами двох хвиль експерименту) сформованості складових професійно спрямованої математичної компетентності є такою:

– кількість студентів з високим рівнем *мотиваційної* складової професійно спрямованої математичної компетентності в експериментальній групі збільшилося на 5,39 %, з достатнім рівнем збільшилося на 15,79%, з середнім рівнем зменшилося на 16,7%, з низьким рівнем зменшилося на 4,48%.

– кількість студентів з високим рівнем *когнітивної* складової професійно спрямованої математичної компетентності в експериментальній групі збільшилося на 5,15%, з достатнім рівнем збільшилося на 7,5%, з середнім рівнем зменшилося на 9,85%, з низьким рівнем зменшилося на 2,8%;

– кількість студентів з *високим* рівнем *конструкторсько-алгоритмічної* складової професійно спрямованої математичної компетентності у експериментальній групі збільшилося на 5,06%, з достатнім рівнем збільшилося на 5,46%, з середнім рівнем зменшилося на 6,67%, з низьким рівнем зменшилося на 3,86%;

– кількість студентів з високим рівнем *операційно-діяльнісної* складової професійно спрямованої математичної компетентності у експериментальній групі збільшилося на 7,32%, з достатнім рівнем збільшилося на 7,34%, з середнім рівнем зменшилося на 16,44%, низьким збільшилося на 1,78%.

5. Побудовано моделі ПСМК для ЕГ та КГ, встановлено, що модель ПСМК у групі, де була впроваджена педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, «швидше» наближається до ідеальної моделі професійно спрямованої математичної компетентності.

6. Здійснено перевірку дієвості педагогічної системи не залежно від викладача, що її впроваджує, отримані результати обґрунтовано за допомогою критерію  $\varphi^*$  - Фішера. Встановлено кореляцію між результатами складання іспиту майбутніми бакалаврами галузі знань «Електроніка та телекомунікації» з математики та спеціальними фаховими дисциплінами, кореляція результатів контролю з вищої математики та результатів контролю з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ) відрізняється від нуля. Аналіз результатів, що отримані в експериментальних групах, доводить статистичну значущість виявленої динаміки змін у рівнях сформованої професійно спрямованої математичної компетентності, а також доцільність та ефективність реалізації авторської структурно функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». На цій підставі стверджуємо, що вихідна методологія є правильною, мета є досягнутою, завдання виконаними.

Основні наукові результати, представлені у розділі, опубліковано у працях автора: [201, 217, 219, 225, 235, 242, 556].

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведене теоретичне й експериментальне дослідження слугує підтвердженням вагомості висунутих гіпотез і дає змогу зробити такі **ВИСНОВКИ**.

1. Підготовка фахівців галузі знань «Електроніка та телекомунікації» в Україні й за її межами є складником системи інженерної освіти вищої технічної школи. У такому ключі встановлено, що інженерна освіта країн Європи та США має низку особливостей, як-от: ступеневе навчання, вузькоспрямованість, орієнтування на принцип фундаментальності, дуальність. Математична підготовка технічних фахівців за кордоном вирізняється значним обсягом кредитів, відведених на вивчення циклу математичних дисциплін, а також великою кількістю онлайн-ресурсів з вищої математики у вільному доступі в мережі Інтернет і на платформах університетів на тлі необ'єднаності таких у єдину систему та переважно непов'язаності між собою. Спільною ознакою професійної підготовки технічних фахівців в Україні та в країнах Заходу є ґрунтовність останньої. Втім математична підготовка інженерних кадрів у ЗВО України відзначається чіткістю та логічністю побудови курсу математичних дисциплін, чіткою структурою побудови системи математичної підготовки, але лімітованістю вузькими часовими межами. Така суперечність виступила детермінантом генерування ідеї фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» як шляху її вдосконалення.

2. У процесі дослідження з'ясовано, що сутність фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» полягає у формуванні фундаментального ядра курсу вищої математики, системи фундаментальних інваріантних знань і вмінь, потрібних для професійної підготовки майбутніх фахівців. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є складником системи фундаменталізації освітнього

процесу та прикметна низкою ознак, як-от: генералізація наукових положень, понять, законів, теорій; вибір базових інформаційних блоків наукової теорії; професійна орієнтація інваріантів математичного апарату та їхня професійна спрямованість; підвищення рівня математичної підготовки, відображенням чого постає сформованість математичної й елементів фахових компетентностей; побудова власної освітньої траєкторії учасників освітнього процесу.

Фундаменталізацію технічної освіти позиціоновано як концепцію, що уможлиблює виокремлення у змісті освіти світоглядних, філософських і математичних інваріантних основ наукових знань, формалізацію теорій предметної галузі.

*Фундаменталізацію математичної підготовки* майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» потрактовано як концепцію підвищення якості математичної підготовки, що передбачає побудову та впровадження в освітній процес педагогічної системи, в основі якої – виокремлення фундаментальних математичних знань і вмінь для професійного спрямування; зміна змісту математичних дисциплін унаслідок строгого добору матеріалу, визначення інваріантів математичного апарату, що забезпечує потенціал професійної адаптивності та реалізації власної освітньої траєкторії майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Реалізація в освітньому процесі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» сприяє уніфікації, систематизації математичних знань шляхом утілення ідей системного, синергетичного, знаннево-діяльнісного, інтегративного, компетентнісного, особистісно-орієнтовного, професійно-орієнтовного, навчально-дослідницького, фрактального підходів і зумовлює формування професійно спрямованої математичної компетентності.

З огляду на вищевикладене *професійно спрямовану математичну компетентність* (ПСМК) майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» витлумачено як сукупність (інтегральне утворення) математичної компетентності й елементів професійної компетентності. Рівень сформованості такої зумовлює якісну загальнопрофесійну підготовку майбутніх бакалаврів. Належність професійно спрямованої математичної компетентності до структури математичної компетентності та наявність у ній елементів професійного спрямування формування та змістове наповнення останньої детерміноване математичною підготовкою фахівців конкретної галузі. Компонентами ПСМК майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» постають *мотиваційна, когнітивна, конструкторсько-алгоритмічна, операційно-діяльнісна, а загальний рівень сформованості ПСМК* відображає інтегральний показник рівнів їхньої сформованості.

3. Побудова педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки потребувала реалізації концептів (методологічного, теоретичного, технологічного), що охоплюють методологічні принципи та підходи. Теоретико-методологічні засади фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» складають загальнонаукові (*системний, синергетичний*) і конкретно наукові (*знаннево-діяльнісний, інтегративний, компетентнісний, особистісно-орієнтовний; професійно-орієнтовний, навчально-дослідницький, фрактальний*) підходи, а також *загальнодидактичні* (науковості, системності, неперервності освіти, наочності, зв'язку теорії і практики) та *специфічні* (фундаментальності, професійної спрямованості, структурування навчального матеріалу, результативності, цілісності) принципи. Означені принципи відображають взаємозв'язки між цілями, змістом, формами організації, методами педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Концепція реалізації педагогічної системи фундаменталізації

математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» базується на основоположних ідеях Закону України «Про вищу професійну освіту» та відображає *теоретичний, методологічний, технологічний концепти*. *Теоретичний концепт* реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» передбачає визначення основних понять дослідження (понять проблемного поля фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»), обґрунтування концептуальної та структурно-функціональної моделей педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; *методологічний концепт* фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» – поєднання фундаментальних положень філософії, соціології, психології, теорії наукового пізнання, теорії систем, педагогіки; урахування соціальних, економічних, культурно-освітніх, історичних закономірностей розвитку суспільства; ґрунтованість на сучасних засадах адаптації людини до змінних умов існування, навчання, розвитку, виховання; фундаментальні наукові підходи, застосовані в ході дослідження; *технологічний концепт* – розроблення, впровадження й апробацію структурно-функціональної моделі педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» шляхом добору й використання форм, методів, засобів математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», визначення й експериментальну перевірку ефективності педагогічних умов, розроблення та реалізацію в освітньому процесі науково-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

4. На основі аналізу педагогічної літератури, експертного оцінювання та власного досвіду визначено педагогічні умови фундаменалізації



математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», як-от: вибір фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «електроніка та телекомунікації»; вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву надобуття знань; посилення науково-дослідної та самостійної роботи; регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу; упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Описано оперування вказаними педагогічними умовами в освітньому процесі як факторами реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а відтак установлено їхній взаємозв'язок і статус детемінантів (у разі сукупного впровадження) реалізації педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

5. Відповідно до положень моделювання педагогічних систем педагогічну систему фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» представлено графічно як структурно-функціональну модель, що відображає взаємозв'язки між елементами педагогічної системи та складається із цільового, теоретико-концептуального, змістовно-процесуального, оцінно-результативного блоків. Сконструйована модель педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є структурно-функціональною, оскільки, з одного боку, репрезентує структуру та внутрішню організацію об'єктів – математичної підготовки та професійно спрямованої математичної компетентності

майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації», а з іншого – розкриває взаємозв'язки й усередині об'єктів, і із зовнішнім середовищем на основі реалізації педагогічних умов. Так, *цільовий блок* охоплює мету, цілі та завдання фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; *теоретико-концептуальний блок* – засадничі методологічні положення, підходи та принципи, на яких базується фундаменталізація математичної підготовки; *змістовно-процесуальний блок* – опис змісту, форм, методів і засобів *фундаменталізації* математичної підготовки, визначення математичної підготовки як діалектичного поєднання процесу формування математичних знань і вмінь із наявністю таких у сформованому вигляді (сукупність набутих знань і вмінь, які сформовані внаслідок цілеспрямованої системи дій і мають прикладне функціонування); *оцінно-результативний блок* – діагностичний апарат сформованості ПСМК і, відповідно, підтверджує ефективність педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

6. Розроблено й упроваджено у процес математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» навчально-методичний супровід фундаменталізації математичної підготовки, що містить укладені робочі початкові програми з курсу вищої математики для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»; навчально-методичні посібники «Вища математика: лінійна алгебра», «Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів», «Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля», практикуми «Практикум з вищої математики: обчислення границь», «Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання», збірник задач «Вища математика. Збірник прикладних задач»; курс відеозанять на ютуб-каналі з окремих тем курсу вищої математики, курс лекцій, розміщений на платформі JetIQ.

7. Експериментально перевірено ефективність теоретико-методологічних засад авторської педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».

Після формувального етапу експерименту зафіксовано зміну рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації». Ефективність педагогічної системи у виразило встановлення кореляції між якістю знань з вищої математики та фахових дисциплін у ЕГ.

Доведено, що запропонована педагогічна система фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» є дієвою й за умов її реалізації різними викладачами. Динаміку зміни рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності підтверджено шляхом статистичної перевірки з використанням критеріїв Фішера,  $\chi^2$ -Пірсона, кореляцію між якістю знань з вищої математики та фахових дисциплін – критерію Спірмена. Одержані результати дослідження дають підстави стверджувати про ефективність запровадженої педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» та слугують підтвердженням істинності висунутої наукової гіпотези.

Виконане дослідження не вичерпує всіх аспектів розв'язання проблеми фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» й потребує подальшого осмислення науково-методичного супроводу, розроблення інтерактивних методик проведення занять, запровадження у освітній процес нових математичних пакетів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Авраменко О. Системний підхід як необхідна умова якості технологічної освіти. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2012. Вип. 2. С. 9–18.
2. Агапова М. О. Напрямки удосконалення педагогічної підготовки студентів інженерних спеціальностей. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2009. Вип. 24–25. URL: [http://repo.uipa.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/789/3/M\\_Agapova.pdf](http://repo.uipa.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/789/3/M_Agapova.pdf) (дата звернення: 29.05.2021).
3. Алексєєв М. А., Гладищенко О. С., Червоний В. В. Фундаментальність у працях М. В. Остроградського та М. П. Кравчука / наук. кер. А. А. Коломієць. *Розвиток науки на теренах України: зб. матеріалів Всеукр. студент. наук.-практ. конф.*, 14–15 квітн. 2016 р. Умань, 2016. С. 10–12.
4. Алієва П. І. Фундаменталізація вищої освіти в контексті європейської інтеграції. Державне управління у сфері цивільного захисту: наука, освіта, практика: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 28–29 квітня 2016 р. Харків: НУЦЗУ, 2016. С. 3–4.
5. Андрущенко В. П. Філософські засади трансформації вищої освіти в Україні на початку ХХІ століття: монографія. Київ: Педагогічна думка, 2007. 350 с.
6. Антонова О. Є. Педагогічні технології та їх класифікація як наукова проблема. *Сучасні технології в освіті*. Ч. 1. Сучасні технології навчання: наук.-допом. бібліогр. покажч.; упоряд.: Т. В. Філімонова, С. В. Тарнавська, І. О. Орищенко; наук. ред. Л. Д. Березівська. Київ, 2015. Вип. 2. С. 8–15.
7. Асоянц П. Г., Тищенко М. А. Деякі аспекти навчання майбутніх інженерів-радіотехніків англійської мови для професійного спілкування з використанням новітніх освітніх технологій. Теоретичні питання культури,

освіти та виховання. 2013. № 48. С. 96–101. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Trkov\\_2013\\_48\\_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Trkov_2013_48_23) (дата звернення: 05.12.2018).

8. Бабак В., Лузік Е. Фундаментальна підготовка в сучасному університеті: традиції та перспективи. *Вища освіта України*. 2003. № 1. С. 78–83.

9. Багрій В. Н. Критерії та рівні сформованості професійних умінь майбутніх соціальних педагогів. *Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна»*. 2012. № 6. С. 10–15.

10. Бадюк Ю. В. Формування фахових знань майбутніх молодших спеціалістів будівельного профілю засобами ділових ігор: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Чернігів. держ. пед. ун–т ім. Т. Г. Шевченка. Чернігів, 2009. 24 с.

11. Балабанов К. Національні стратегії інтернаціоналізації вищої освіти. *Вісник Маріупольського державного університету. Серія: Історія. Політологія*. 2017. Вип. 20. С. 172–179.

12. Баранівський В. Ф. Компетентність і фундаменталізація вищої освіти як сучасні парадигми розвитку вищої освіти. *Вісник національного університету оборони України: зб. наук. праць*. 2011. Вип. 6. С. 281–285

13. Барась С. Т., Коломієць А. А. Зміст фундаментальної математичної підготовки студентів радіотехнічних спеціальностей. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2016. № 6. С. 115–120.

14. Барась С. Т., Костюк О. А., Кравцов Ю. І. Основи теорії телекомукаційних систем. *Збірник задач, запитань, вправ*. Вінниця: ВНТУ, 2003.

15. Бардус І. О. Теоретичні та методичні засади контекстної фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Харків, 2018. 708 с.

16. Бардус І. О. Філософські засади концепції фундаменталізації професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. наук. пр.* 2016. Вип. 52–53. С. 7–17.

17. Бардус І. О. Філософські засади фундаменталізованого змісту професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки.* 2017. № 9. С. 52–64.

18. Бардус І. О. Фундаменталізація змісту професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій до продуктивної діяльності. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка.* 2017. № 3. С. 74–81.

19. Бардус І. О. Фундаменталізація професійної підготовки майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій до продуктивної діяльності: монографія. Харків: ПромАрт, 2018. 393 с.

20. Башарин В. Ф. Гуманізація образования посредством его фундаментализации. Гуманистическая парадигма профессионального образования: реалии и перспективы. Казань: ИССО РАО, 1998. С. 132–135.

21. Бевз Г. П. Методика викладання математики: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1989. 367 с.

22. Бедь В. Компетентнісний підхід в процесі модернізації. *Освіта регіону.* 2011. № 5. С. 43–48.

23. Безкоровайна О. В. Теоретико–методичні засади виховання культури особистісного самоствердження в ранньому юнацькому віці: автореф. дис. ... автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.07. Київ, 2010. 39 с. URL: <https://nenc.gov.ua/doc/autoref/Bezkorovaina.pdf> (дата звернення: 29.05.2021).

24. Бех І. Д. Виховання особистості: монографія: у 2 кн. Кн. 2: Особистісно орієнтований підхід: науково-практичні засади. Київ: Либідь, 2003. 344 с.
25. Бех І. Д. Теоретико-прикладний сенс компетентнісного підходу у педагогіці. *Педагогіка і психологія*. 2009. № 2. С. 27–33.
26. Беляев С.Б. Ознаки педагогічної системи. *Наукові записки кафедри педагогіки*. 2015. Вип. 32. С. 26–36.
27. Беляев С. Б. Системний підхід до професійної підготовки вчителя. Pedagogical education in modern university – project-based approach to the work organization according to the guidelines of the European qualifications framework (experience of the Danubius University): the abstracts of scientifically–methodological works by the results of international scientific and pedagogical internship, March 22–24, 2017. P. 17–20. URL: [http://repository.khpa.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/274/1/Belaev\\_tz3.pdf](http://repository.khpa.edu.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/274/1/Belaev_tz3.pdf) (дата звернення: 09.04.2019).
28. Беляев С. Б. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів до розроблення та використання педагогічних технологій: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Харків, 2020. 43 с. URL: <https://science.uipa.edu.ua/zaxist-disertacij/> (дата звернення: 09.04.2019).
29. Бесов Л. М. Історія науки і техніки. Вид. 3-тє переробл. та доп. Харків: НТУ «ХПІ», 2005. 376 с.
30. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ: Атіка, 2009. 684 с.
31. Биков В. Ю. Моделі системи освіти і освітнього середовища. Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. пр. Харків: НТУ «ХПІ», 2010. Вип. 27 (31). С. 39–47.
32. Биков В. Ю., Жук Ю. О. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/505/1/Bykov7-2003.pdf> (дата звернення: 20.01.2022).

33. Биков В. Ю., Кремень В. Г. Категорії «простір» і «середовище»: особливості модельного подання та освітнього застосування. Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія. Харків: НТУ «ХПІ», 2013. № 2. С. 3–16. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss\\_2013\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2013_2_3) (дата звернення: 10.11.2021).
34. Бистрова Б. В. Професійна підготовка бакалаврів з кібербезпеки у вищих навчальних закладах освіти США: дис. ... канд. пед. наук / Ін-т пед. освіти і освіти дорослих. Київ, 2018. 244 с.
35. Бібік Н. М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики*. Київ: К.І.С., 2004. С. 45–50.
36. Бібік Н. Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті. *Гірська школа Українських Карпат*. 2013. № 8–9. С. 26–30.
37. Бідюк Н. М. Підготовка майбутніх інженерів в університетах Великої Британії: монографія. Хмельницький: ХДУ, 2004.
38. Бідюк Н. М. Розвиток змісту та форм організації підготовки бакалаврів інженерії в університетах Великої Британії: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Тернопіль. 2000. 24 с.
39. Бідюк Н. М. Розвиток змісту та форм організації підготовки бакалаврів інженерів в університетах Великої Британії: дис... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2001. 179 с.
40. Білик О. С. Педагогічні умови інтеграції методів навчання фахових дисциплін майбутніх будівельників у вищих технічних навчальних закладах: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Вінниц. держ. пед. ун-т ім. М. Коцюбинського. Вінниця, 2009. 20 с.
41. Блажко А. В., Швець В. О. Використання професійно-орієнтованих завдань у навчанні хімії учнів ПТНЗ сільськогосподарського профілю. *Хімічна та екологічна освіта: стан та перспективи розвитку: зб. наук. пр.*



Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., 30 листоп. 2017 р. Вінниця, 2017. С. 19–22.

42. Бойко Н. І. Організація самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів в умовах застосування інформаційно-комунікаційних технологій: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2008. 23 с.

43. Бондар С. П. Роль аналогії в проблемному навчанні. Питання проблемного навчання: зб. наук. пр. Київ. Радянська школа, 1978. С. 70–86.

44. Бондар С. П. Роль аналогії в проблемному навчанні. Питання проблемного навчання: зб. Київ: Радянська школа, 1978. С. 70–86.

45. Бондар С. П. Суть аналогії та її дидактичні функції. *Радянська школа*. 1974. № 5. С. 26–29.

46. Бондаренко З. В., Кирилащук С. А., Коломієць А. А. Особливості тестування студентів під час дистанційної форми навчання вищої математики в технічному університеті. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. пр.* Запоріжжя: КПУ, 2020. Вип. 73, т. 1. С. 182–186.

47. Бондаренко З. В., Клочко В. І., Кирилащук С. А. Інтегративний підхід до формування професійних компетенцій майбутніх інженерів шляхом використання засобів математичного моделювання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2016. Вип. 46. С. 114–117. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/23469?show=full> (дата звернення: 04.01.2022).

48. Важинський С. Е., Щербак Т. І. Методика та організація наукових досліджень: навч. посіб. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2016. 260 с.

49. Васіна Л. С. Дидактичні умови інтеграції спеціальних та математичних знань у професійній підготовці фахівців радіоелектронного профілю. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2004. Вип. 5. С. 65–69.

50. Васіна Л. С. Інтеграція знань у математичній підготовці майбутніх радіотехніків. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2005. № 1. С. 44–52.

51. Васіна Л. С. Інтеграція професійних та математичних знань у підготовці фахівців радіоелектронного профілю. Проблеми інтеграції у сучасній професійній освіті: методологія, теорія, практика: монографія / за ред. І. Козловської, Я. Кміта. Львів: Сполом, 2004. С. 126–133.

52. Васіна Л. С. Інформаційні технології у навчанні математики майбутніх радіотехніків. *Проблеми освіти: наук.-метод. зб.* Київ: Наук.-метод. центр вищої освіти, 2004. Вип. 39. С. 172–178.

53. Васіна Л. С. Обґрунтування умов інтеграції математичних та спеціальних дисциплін у підготовці радіотехніків. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід: зб. наук. пр.* Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2005. Вип. 7. С. 138–142.

54. Васіна Л. С. Прикладне математичне забезпечення професійної підготовки фахівців в умовах ступеневої освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр.* Вінниця, 2004. Вип. 6. С. 83–189.

55. Васіна Л. С. Проблема прикладного математичного забезпечення професійно-практичної підготовки фахівців радіотехнічного профілю. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2003. № 6. С. 84–91.

56. Васьківська Г. Фундаменталізація змісту освіти у старшій школі: теорія і практика. *Рідна школа*. 2012. № 3. С. 25–30.

57. Васьков Ю. В. Педагогічні технології, теорії, досвід (Дидактичний аспект). Харків: Скорпіон, 2000. 120 с. URL: <https://hum.edu-lib.com/pedagogika-psihologiya/vaskov-yu-v-pedagogichni-teoriyi-tehnologiyi-dosvid-didaktichniy-aspekt-onlayn> (дата звернення: 12.12.2021).

58. Вдовичин Т. Я. Про фундаменталізацію навчального процесу бакалаврів інформатики. *Наукова молодь-2013: зб. матеріалів I Всеукр. наук.-*

*практ. конф. молодих учених*. Київ: ІТЗН НАПН України, 2014. С. 9–12.

URL:

[http://lib.iitta.gov.ua/6755/1/Вдовичин\\_ЗБІРНИК\\_МАТЕРІАЛІВ\\_КОНФ\\_НАУ\\_КОВА\\_МОЛОДЬ-2013.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/6755/1/Вдовичин_ЗБІРНИК_МАТЕРІАЛІВ_КОНФ_НАУ_КОВА_МОЛОДЬ-2013.pdf) (дата звернення: 12.12.2021).

59. Коменський Я. А. Велика дидактика. Київ 1940. 416 с. URL: [http://library.vspu.edu.ua/inform/vidanna\\_bibliot/cifrova\\_kol/komenskij\\_velika\\_di\\_daktika\\_tom1.pdf](http://library.vspu.edu.ua/inform/vidanna_bibliot/cifrova_kol/komenskij_velika_di_daktika_tom1.pdf) (дата звернення: 12.01.2022).

60. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Ірпінь: ВТФ «Перун», 2009. 1736 с.

61. Видатні винаходи в галузі електрозв'язку / за ред. С. О. Довгого. Київ: УкрІНТЕІ, 2002. 344 с.

62. Вища освіта України і Болонський процес: навч. посіб. / М. Ф. Степко та ін.; за ред. В. Г. Кременя. Тернопіль: Навч. Книга-Богдан, 2004. 384 с.

63. Відкритий освітній контент: кількісний аналіз ресурсів з математики. Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології. Київ-Кіровоград, 2014. С. 198–201. URL: [http://www.kspu.kr.ua/download/nauk\\_zapiski/pedagogy/maket2\\_13.11.14.pdf](http://www.kspu.kr.ua/download/nauk_zapiski/pedagogy/maket2_13.11.14.pdf) (дата звернення: 16.11.2021).

64. Власова О. І. Педагогічна психологія: навч. посіб. Київ: Либідь, 2005. 400 с.

65. Вовк Л. І. Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів на основі методу аналогії у навчанні фізики (на нефізичних факультетах): монографія. Полтава, 2008. 109 с.

66. Вовк Л. І. Застосування методу аналогії у навчанні фізики студентів нефізичних спеціальностей вищих закладів освіти: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2004. 18 с.

67. Вознюк О. В., Дубасенюк О. А. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід: монографія. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.

68. Войтович І. С. Теоретико-методичні засади професійно орієнтованого навчання технічних дисциплін майбутніх учителів інформатики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2013. 48 с. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8416/Voytovych.pdf?sequence=1&isAllowed> (дата звернення: 29.05.2021).
69. Волкова Н. П. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Академвидав, 2007. 616 с.
70. Воловик П. М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці: навч. посіб. Київ: Рад. школа, 1969. 222 с.
71. Вороновська Л. П. Математична компетентність майбутніх інженерів. *Психолого – педагогічні засади впровадження сучасних інформаційних технологій і методик навчання студентської молоді у закладах вищої освіти*. 2018. Вип. 52. С. 259–262  
URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/911082.pdf>.
72. Галібіна Н. А. Теоретико-методичні аспекти навчання вищої математики студентів архітектурно-будівельних напрямів підготовки на засадах діяльнісного підходу. *Проблеми сучасної педагогічної освіти*. 2013. Вип. 39 (3). С. 105–114.
73. Галібіна Н. А., Мельник Б. О., Силенко В. Є. Основні причини неуспішності студентів при вивченні курсу вищої математики. *Інновації і якість вищої освіти: зб. тез доповідей учасника наук.-метод. конф. ун-ту*. Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. С. 421–422.
74. Галузьяк В. М., Сметанський М. І., Шахов В. І. Педагогіка: навч. посіб. Вінниця: ДП «Державна картографічна фабрика», 2006. 399 с.
75. Галуша А. В. Міжпредметні зв'язки як чинник оптимізації процесу навчання. *Advanced technologies of science and education: матеріали XIV Міжнар. наук. інтернет-конф.*, 27–29 берез. 2007 р. URL: <http://intkonf.org/galusha-av-mizhpredmetni-zvyazki-yak-chinnik-optimizatsiyi-protsesu-navchannya/> (дата звернення: 23.04.2019).

76. Гаращук Є. В. Системний підхід у розбудові системи освіти. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2006. Вип. 10. С. 151–154.

77. Глушко О. О., Яценко С. Є. Математична підготовка майбутніх вчителів хімії і біології в педвузі як фактор, що підвищує конкурентоспроможність фахівця. [URL: http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vchdpu/ped/2011\\_83/Glushko.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vchdpu/ped/2011_83/Glushko.pdf) (дата звернення: 12.12.2021).

78. Глущенко Г. М. Стан і перспективи впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховний процес системи професійно-технічної освіти. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 1. С. 15–16.

79. Гнезділова К. М., Касярум К. М. Моделі та моделювання у професійній діяльності викладача вищої школи: навч. посіб. Черкаси: Видавець Чабаненко Ю. А., 2011. 124 с.

80. Гойдош Н. Діалогові технології навчання у системі професійної підготовки майбутніх учителів іноземних мов. *Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. 2012. Вип. 26. С. 70–75.

81. Головань М. С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*. 2008. № 3. С. 23–30.

82. Гонтаровська Н. Б. Освітнє середовище як фактор розвитку особистості: монографія. НАПН України, Ін-т пробл. виховання. Дніпро, 2010. 622 с.

83. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.

84. Гончаренко С. У. Педагогічні закони, закономірності, принципи. Сучасне тлумачення. Рівне: Волинські обереги, 2012. 192 с.

85. Гончаренко С. У. Проблеми інтеграції змісту шкільної освіти. *Інтеграція елементів змісту освіти: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.* Полтава, 1994. С. 2–3.
86. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 368 с.
87. Гончаренко С. У. Фундаментальність чи вузький професіоналізм освіти. *Дидактика професійної освіти: зб. наук. пр.* Хмельницький: ХНУ, 2004. Вип. 1. 208 с.
88. Гончаренко С., Ничкало Н. Дисертаційні дослідження з педагогіки: діапазон наукових пошуків і проблеми якості. *Педагогіка і психологія професійної освіти.* 2001. № 3. С. 7–20.
89. Гончаренко, С. У. Фундаменталізація освіти як дидактичний принцип. *Шлях освіти.* 2008. № 1. С. 2–6.
90. Горбатюк Р. М. Система професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю: монографія. Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. 400 с.
91. Горбатюк Р. М., Кабак В. В. Підготовка майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій: монографія. Луцьк: ВМА «ТЕРЕН», 2015. 264 с.
92. Горбатюк Р., Поліщук Т. Структурно-функціональна модель розвитку організаційної культури педагогічного колективу закладів професійної (професійно-технічної) освіти аграрного профілю. *Збірник наукових праць національної академії державної прикордонної служби України. Серія: Педагогічні науки.* 2020. № 4 (23). С. 125–141.
93. Гордієнко І. В. Метод аналогії у вивченні шкільного курсу стереометрії: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2013. 24 с.
94. Горіна О. М. Дифереційований підхід до вивчення фундаментальних дисциплін у процесі підготовки майбутніх інженерів-

будівельників: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Ін-т педагогіки АПН України. Київ, 2008. 20 с.

95. Горошко Ю. В. Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики в старших класах середньої школи: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 1992. 22 с.

96. Грицюк О. С. Педагогічні умови професійної спрямованості математичної підготовки майбутніх фахівців інженерно-технічних спеціальностей у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Дніпропетр. ун-т ім. Альфреда Нобеля. Дніпро, 2016. 20 с.

97. Грицюк О. С. Використання сучасних педагогічних технологій у математичній підготовці майбутніх інженерів. *Інженерні та освітні технології в електротехнічних комп'ютерних системах*. 2013. № 4. С. 31–39.

98. Грицюк О. С., Беспарточна О. І. Структура математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей в аспекті професійної спрямованості навчання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2016. Вип. 51 (104). С. 436–443. URL: <http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2016/51/60.pdf> (дата звернення: 24.09.2018).

99. Гудовсек О. А. Сутність і зміст психолого-педагогічної компетентності викладача ЗВО. *Професійний розвиток педагога: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції*. 2021. С. 60–63.

100. Гулай О. І. Теоретико-методичні основи професійної підготовки майбутніх фахівців будівельного профілю в умовах неперервної освіти: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Хмельницький, 2016. URL: <https://vspu.edu.ua/science/dis/d12.pdf> (дата звернення: 19.09.2019).

101. Гуревич Р. С. Інтеграція сучасної науки і деякі проблеми змісту освіти у вищій педагогічній школі. *Вища освіта в Україні: реалії, тенденції, перспективи розвитку*. Київ, 1996. Ч. III. С. 95–97.



102. Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах: монографія / за ред. С. У. Гончаренка. Київ: Вища школа, 1998. 229 с.

103. Гуревич Р. С. Теорія і практика навчання в професійно-технічних закладах: монографія. Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. 410 с.

104. Гуревич Р. С., Кадемія М. Ю., Козяр М. М. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті майбутніх фахівців / за ред. Член-кор. НАПН України Р. С. Гуревича. Львів: ЛДУ БЖД, 2012. 380 с.

105. Гуцан Л. А. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. *Формування базових компетентностей у вихованців позашкільних навчальних закладів*. С. 52–56. URL: [https://lib.iitta.gov.ua/2349/1/Gutsan\\_50025.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/2349/1/Gutsan_50025.pdf) (дата звернення: 19.09.2019).

106. Дворніков В. А., Мельниченко Н. П., Шамрай О. В. Методологічні проблеми вивчення фундаментальних та загальноінженерних дисциплін в умовах перебудови технічної освіти. *Гірничий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 164–168. URL: <http://iomining.in.ua/wp-content/uploads/GV/103/33.pdf> (дата звернення: 16.12.2021).

107. Дембіцька С. В. Вимоги до самоосвітньої діяльності студентів технічних спеціальностей. *Universum View 9. Pedagogical sciences*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 8 грудня 2018 р.). Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. С. 3–6.

108. Дембіцька С. В. Теорія і практика підготовки майбутніх фахівців механічної інженерії до працезохоронної професійної діяльності: дис. д-ра пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2020. 611 с.

109. Дембіцька С. В., Денисюк Н. О. Особливості підготовки фахівців з оптоелектроніки в США. *Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі*: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції (24–25 квітня 2014 року, м. Херсон). Херсон: ПП В. С. Вишемирський, 2014. С. 51–53.



110. Дембіцька С. В., Кузьменко О. С. Трансформація фундаментальних дисциплін в умовах розвитку STEM-освіти в технічних закладах вищої освіти. *Universum N VIII: proceedings of International scientific conference*. Morrisville: Lulu Press, 2019. P. 45–48.

111. Дерев'янку Т. Є. Структура дослідницької культури вчителя загальноосвітнього навчального закладу. *Педагогіка та психологія*. 2016. Випуск 52. С. 50–56.

112. Дерев'янку О. В. Теоретико-методологічні підходи до формування професійної самоактуалізації майбутніх інженерів-механіків. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*. 2015. Вип. 1. 11 с. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vnadps\\_2015\\_1\\_4.pdf/](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vnadps_2015_1_4.pdf/) (дата звернення: 16.12.2021).

113. Державний класифікатор професій URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-vnesennia-zmin-do-pereliku-haluzei-znan-i-spetsialnostei-za-iakymy-zdiisniuietsia-pidhotovka-zdobuvachiv-vyshchoi-osvity-i161222-1392> (дата звернення 17.01.2021).

114. Джантиміров А. Ю. Багаторівнева підготовка інженерно-педагогічних кадрів для професійно-технічних навчальних закладів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2007. 26 с.

115. Джантиміров А. Ю. Сучасні вимоги до інженерно-педагогічної освіти. *Теоретичні та методичні засади розвитку педагогічної освіти: педагогічна майстерність, творчість, технології: зб. наук. пр.* Харків: НТУ «ХПІ», 2007. С. 203–209.

116. Дзюбенко Ю. В., Олійник Л. В. Особливості технологічного підходу до навчального процесу у вищій школі як провідного засобу його оптимізації. 2007. 67 с.

117. Дуса О. В. Педагогічна система як основа розвитку особистісної зрілості студентів. *Вісник університету імені альфреда нобеля серія «педагогіка і психологія». педагогічні науки*. 2019. № 1 (17), с.13-19. URL:

<https://pedpsy.duan.edu.ua/images/PDF/2019/1/3.pdf> (дата звернення 23.09.2020).

118. Докучаєва В. В. Теоретико-методологічні засади проектування інноваційних педагогічних систем: автореф. дис. д-ра пед. наук: спец. 13.00.01 / Луган. нац. пед. ун-т ім. Т. Шевченка. Луганськ, 2007. 44 с.

119. Дорогань-Писаренко Л, Безкровний О., Лега О., Песцова-Світалка О. Університетська освіта: навч. посіб. Полтава: ПДАА. 2020. 142 с.

120. Доценко Н. А. Методологічні підходи щодо підготовки здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Молодий вчений*. 2017. № 11 (51). С. 298–301.

121. Драйден Гордон, Вос Джанет. Революція в навчанні / переклад з англ. М. Тобакало. Львів: Літопис, 2011. 544 с.

122. Драч І. І. Компетентнісний підхід як засіб модернізації змісту вищої освіти. *Проблеми освіти: наук. зб.* Київ. 2008. Вип. 57. С. 44–48.

123. Драч І. І. Системний підхід як загальнонаукова основа управління формуванням професійної компетентності майбутніх викладачів вищої школи. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка. 2012. С. 344–352.

124. Дрезденський технічний університет.  
URL: <https://ikts-its.kpi.ua/tekhnichnyi-universytet-drezden/>

125. Дубініна О. М. Функції математичної культури інженера О. М. Дубініна. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. Харків. 2014. № 42–43. С. 26–32.

126. Дубовик В. П., Юрик І. І. Вища математика: навч. посіб. Київ: А.С.К., 2006. 648 с.

127. Дублінська модель універсальних характеристик компетенцій (Дублінські дескриптори) / Узагальнення та переклад В.І. Сазик. Київ: Інститут вищої освіти КНЕУ, 2011. 6 с. URL: [https://kneu.edu.ua/userfiles/dosl\\_univ\\_nauky/dublin\\_descr.pdf](https://kneu.edu.ua/userfiles/dosl_univ_nauky/dublin_descr.pdf) (дата звернення 23.09.2020).

128. Дутка Г. Я. Комплексний підхід до моделювання змісту фундаментальної математичної освіти у професійній підготовці економістів *Педагогічний дискус.* 2009. Вип. 5. С. 73–78. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk\\_2009\\_5\\_18](http://nbuv.gov.ua/UJRN/peddysk_2009_5_18) (дата звернення: 17.07.2019).

129. Дутка Г. Я. Принцип фундаменталізації та його реалізація у математичній підготовці майбутніх економістів: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Інститут педагогіки АПН України. Київ, 2009. 471с.

130. Дутка Г. Я. Філософські передумови фундаменталізації змісту професійної освіти. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.* 2011. № 28. С. 300–306.

131. Дутка Г. Я. Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів: монографія. Київ: УБС НБУ, 2008. 480 с.

132. Дутка Г. Я. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх фахівців: методологічний та морально-етичний компоненти. *Наука. Релігія. Суспільство.* 2008. № 2. С. 239–244. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/29514/38-Dutka.pdf?sequence=1> (дата звернення: 16.12.2021).

133. Дутка Г. Я., Дворянин Т. Я. Особливості математичної підготовки майбутніх економістів у контексті фундаменталізації освіти. *Проблеми математичної освіти (ПМО–2013): матеріали міжнар. наук.-метод. конф., 8–10 квітня 2013 р.* Черкаси: Чабаненко Ю. А., 2013. С. 47–48.

134. Дьомін О. А., Колосок І. О. Інновації в педагогічних технологіях при підготовці висококваліфікованих фахівців з агроінженерії. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК.* 2016. Вип. 254. С. 385–396.

135. Енциклопедія освіти / Академія педагогічних наук України; голов. ред. В. Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

136. Жалдак М. І., Вітюк О. В. Комп'ютер на уроках геометрії. Київ: РННЦ «ДІНІТ», 2004. 154 с.

137. Жалдак М. І., Горошко Ю. В., Вінниченко Ю. В. Математика з комп'ютером: посібник для вчителів. Київ: РННЦ «ДІНІТ», 2004. 255 с.

138. Жалдак М. І., Михалін Г. О. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою: посібник для вчителів. Київ: Шкільний світ, 2002. 120 с.

139. Жарова О. В. Педагогічні умови формування інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2014. № 5. С. 56–61.

140. Жарова О. В. Модель формування інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків в технічному університеті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки: зб. наук. пр.* 2014. Вип. 19 (119). С. 83–89.

141. Жарова О. В. Проблеми формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців радіотехніків у технічних університетах. *Наукові записки Вінницького Державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія: зб. наук. пр.* 2014. Вип. 42. С. 107–110.

142. Жарова О. В. Технологія підготовки майбутніх радіотехніків у технічному університеті. *Проблеми освіти*. 2014. Вип. 80. С. 19–22.

143. Жарова О. В. Формування інформаційної компетентності майбутніх радіотехніків у процесі професійної підготовки в технічному університеті: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2015. 191 с.

144. Жарова О. В. Формування інформаційної компетентності майбутніх фахівців радіотехніків. *Проблеми освіти*. 2014. Вип. 78, ч. 2. С. 120–124. URL: <https://imzo-journal.org.ua/index.php/journal/issue/view/3/78-2-2014-pdf> (дата звернення: 23.12.2021).

145. Жигірь В. І. Методологічні підходи як основа науково-педагогічних досліджень у професійній освіті. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2016. Вип. 48 (101). С. 107–115.

146. Жижко Т. А. Педагогічна система один із чинників впровадження ідеї інтенсифікації у професійній підготовці майбутніх фахівців. *Науковий*

*часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія II: Соціологія. Соціальна робота. Соціальна педагогіка. Управління: зб. наук. пр.* Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2005. Вип. 3. С. 144–151.

147. Життєва компетентність особистості: наук.-метод. посіб. / за ред. Л. Сохань, І. Єрмакова, Г. Несен. Київ: Богдана, 2003. 520 с.

148. Журавський А. В., Яцейко А. Я., Дьяченко Н. Б. Основи технічної творчості та наукових досліджень: навч. посіб. Львів: Львівська політехніка, 2012. 380 с.

149. Задерей Н. М., Нефьодова Г. Д. Методичні аспекти професійно-орієнтовної математичної підготовки студентів технічних університетів. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 1 (15). С. 205–209.

150. Закон України «Про вищу освіту». від 01.07.2014 № 1556-VII URL: <http://fedmet.org/analytics/zakon-ukraini-pro-vishhu-osvitu/> (дата звернення: 23.12.2020).

151. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення 16.09.2017)

152. Зуб'як Р. М. Модель організації навчального процесу в Івано–Франківському обласному інституті післядипломної педагогічної освіти. *Обрії*. 2009. № 1.

153. Зязюн І. А. Філософія педагогічної якості в системі неперервної освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*. 2005. № 25. С. 13–18

154. Іванов С. В., Кітов М. Г. Філософія і фундаменталізація університетської освіти. *Вища школа*. 2013. № 1. С. 22–26.

155. Іващенко К. В. Визначення сутності поняття «педагогічна система». *Теоретико-методологічні проблеми виховання дітей та учнівської молоді: зб. наук. праць*. Кам'янець-Подільський: ПП Зволейко Д. Г., 2011. Вип. 15. С. 53–61.

156. Іващенко К. В. Виховання «важких» дітей у педагогічних системах С. Т. Шацького та А. С. Макаренка: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Переяслав-Хмельниц. держ. пед. ун-т ім. Григорія Сковороди. Переяслав-Хмельницький, 2012. 20 с.

157. Івченко А. О. Тлумачний словник української мови. 8-ме вид., стер. Харків : Фоліо, 2005. 540 с.

158. Ігнатюк О. В. Теоретичні та методичні основи підготовки майбутнього інженера до професійного самовдосконалення в умовах технічного університету: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Харків. 2010. 44 с.

159. Іжко Є. С. Метод проектів як один із засобів оптимізації автономного навчання. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Філологічні науки*. 2014. № 2. С. 92–98.

160. Ісаєва О., Кушка Б. Фундаменталізація як важлива складова вищої технічної освіти. *Молодь і ринок*. 2021. № 4 (190).

161. Іщенко Р. Роль методу аналогії при вивченні фізичних основ механіки в технічних університетах. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2017. Вип. 15. С. 66–73. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppsv\\_2017\\_15\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppsv_2017_15_10) (дата звернення: 23.05.2019).

162. Кадемія М. Ю. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності у студентів педагогічного вищого навчального закладу. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. пр.* Харків: НТУ «ХП», 2010. Вип. 25 (29). С. 98–103.

163. Кадемія М. Ю. Формування професійної компетенції майбутнього фахівця. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. пр.* Харків: НТУ «ХП», 2012. Вип. 32–33 (36–37). С. 32–39.

164. Кадемія М. Ю., Козяр Т. Є., М. М. Рак. Інформаційно-комунікаційні технології навчання: словник глосарій. Львів: «СПОЛОМ», 2011. 327 с.

165. Казнадій С. П., Мурашківська В. П., Руновська Л. А. Використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2016. № 2 (56). С. 263–269. URL: [https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2\\_16.pdf](https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2_16.pdf) (дата звернення: 24.09.2018).
166. Кайдалова Л. Г., Сабатовська І. С. Системний підхід у вищій освіті: методичні рекомендації для магістрантів зі спец. 8.18010021 «Педагогіка вищої школи». Харків: НФаУ, 2013. 39 с.
167. Каменський Ян Амос. Філософський енциклопедичний словник / за ред. В. І. Шинкарук та ін. Київ: Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України: Абрис, 2002. 742 с.
168. Карпаш М. Вища інженерна освіта фахівців нафтогазового комплексу в умовах сталого енергетичного розвитку. *Актуальні питання вищої освіти*. 2014. № 3 (52). С. 190–194. URL: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/3029/1/3719p.pdf> (дата звернення: 18.01.2022).
169. Карпаш М., Крижанівський Є., Карпаш О. Вища інженерна освіта в умовах сталого розвитку суспільства. *Вища освіта України*. 2014. № 2. С. 55–60. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vou\\_2014\\_2\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vou_2014_2_10) (дата звернення: 18.01.2018).
170. Кирилащук С. А. Педагогічні умови формування інженерного мислення студентів технічних університетів у процесі навчання вищої математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.04. Вінниця, 2010. 20с.
171. Кириленко К. М. Теоретичні і методичні основи формування інноваційної культури майбутніх культурологів у вищому навчальному закладі: дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.04. Київ. 2015. 469 с.
172. Кислова М. А. Поняття компетентнісного підходу та ключові компетентності при навчанні вищій математиці. *Вісник Кіровоградського національного університету*. 2012. Вип. 31. С. 3–6.



173. Кислова М. А. Професійна спрямованість навчання вищої математики майбутніх інженерів-електромеханіків. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2016. № 2 (56). С. 278–284. URL: [https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2\\_16.pdf](https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2_16.pdf) (дата звернення: 24.09.2018).
174. Кислюк К. В. Філософія. Модульний курс: навч. посібник для студентів. Харків: Торсінг плюс, 2009. 416 с.
175. Кізім С. С., Л. В. Куцак, С. Ю. Люльчак. Інформаційно-освітнє середовище як засіб модернізації професійної підготовки майбутніх фахівців *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 4 (14). С. 37–42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsiyno-osvitne-seredovische-yak-zasib-modernizatsiyi-profesiynoyi-pidgotovki-maybutnih-fahivtsiv/viewer> (дата звернення: 02.01.2018).
176. Кіяновська Н. М. Засоби ІКТ навчання у фундаментальній підготовці майбутніх інженерів: досвід США. *Збірник наук. праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2012. № 18. С. 203–207.
177. Класифікатор професій ДК 003:2010: Закон України від 28.07.2010 р. № 327. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va327609-10#Text> (дата звернення 13.12. 2021).
178. Клепко В. Антологія аксіологічної парадигми управління освітою: навч. посіб. Київ: Освіта України, 2005. 440 с.
179. Климчук В. О. Психологічні детермінанти розвитку внутрішньої мотивації студентів у навчальній діяльності: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07. Київ, 2004. 20 с.
180. Клочко В. І. Застосування нових інформаційних технологій навчання при вивченні курсу вищої математики у технічному ВНЗ: навч.-метод. посіб. Вінниця: ВДТУ, 1997. 64 с.



181. Ключко В. І. Комп'ютерне моделювання у підготовці учителів математики. *Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно орієнтовані системи навчання*. 2015. № 17 (24). С. 86–90.

182. Ключко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі: дис. д-ра пед. наук: 13.00.02 / Вінницький держ. технічний ун-т. Вінниця, 1998. 396 с.

183. Ключко В. І. Проблема трансформації змісту курсу вищої математики в технічних університетах в умовах використання сучасних інформаційних технологій. *Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнар. зб. наук. робіт*. Донецьк, 2004. Вип. 22. С. 10–15.

184. Ключко В. І. Формування математичних компетентностей студентів технічних ВНЗ. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр.* Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2017. Вип. 19 (26). С. 64–67.

185. Ключко В. І., Бондаренко З. В. Розвиток дослідницьких умінь студентів технічних університетів в процесі навчання інформаційних технологій. *Вісник Луганського Національного університету імені Тараса Шевченка*. 2010. Ч. III. С. 137–144.

186. Ключко В. І., Бондаренко З.В. Вища математика. Диференціальні рівняння (з комп'ютерною підтримкою): навч. посіб. Вінниця. ПП «ТД Едельвейс і К». 2013. 252 с.

187. Ключко В. І., Ключко О. В. Дослідження структури складових інформаційної компетентності із застосуванням методу групування багатовимірних спостережень. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. праць*. Київ-Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2018. Вип. 52. С. 23–28.

188. Ключко В. І., Ключко О. В., Коломієць А. А. Інтегративний підхід у процесі фундаментальної підготовки з математики із застосуванням засобів

інформаційно-комунікаційних технологій здобувачів вищої освіти. *Natural and technical sciences*. 2016. № IV (12), issue 110. P. 59–64. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/12268.pdf> (дата звернення: 12.12.2021).

189. Клочко В. І., Клочко О. В., Коломієць А. А. Реалізація проектного методу навчання засобами інтерактивних інформаційних технологій. *Natural and technical sciences*. 2017. Vol. (156), issue 128. P. 28–32.

190. Клочко В. І., Ковальчук М. Б. Комп'ютерно-орієнтована методика узагальнення і систематизації знань та вмінь в процесі навчання студентів аналітичної геометрії: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2009. 116 с.

191. Клочко В. І., Коломієць А. А. Вища математика. Збірник прикладних задач: збірник задач. Вінниця: ВНТУ, 2021. 105 с.

192. Клочко В. І., Коломієць А. А. Застосування інформаційних технологій у професійній підготовці майбутніх фахівців економічного профілю у вищих навчальних закладах. *Інноваційні педагогічні технології у підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою: досвід, проблеми, перспективи: матеріали Міжнар. наук.-метод. Інтернет-конф.* м. Вінниця, 8–10 жовт. 2013 р. URL: <http://conf.vm.vntu.edu.ua/inpedtex2013/materialy.html> (дата звернення: 12.12.2021).

193. Клочко В. І., Коломієць А. А. Комп'ютерне моделювання як основа фундаментальної підготовки менеджерів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія : Педагогіка і психологія. 2013. Вип. 39. С. 175–179.

194. Клочко В. І., Коломієць А. А. Методологія педагогічної діяльності викладача як чинник впливу на самоорганізацію самостійної роботи майбутніх інженерів. *Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти: зб. наук. пр. праць*. 2015. Вип. 43 (47). Харків: НТУ «ХП», 2015. С. 223–230.

195. Клочко В. І., Коломієць А. А. Професійно спрямована фундаменталізація навчання математики. *Наукові записки Вінницького*

*державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Педагогіка і психологія. 2014. Вип. 41. С. 184–187.*

196. Клочко В. І., Коломієць А. А. Теоретико-методологічні засади впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес вищої технічної школи. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності*: міжнар. наук.-метод. Інтернет-конф. Вінниця. 2018.

197. Клочко В. І., Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів як чинник розвитку їх логічного мислення. *Economics, science, education: integration and synergy: materials of international scientific and practical conference, Bratislava, 18–21 January 2016. P. 62–63.*

198. Клочко В. І., Коломієць А. А., Коцюбівська І. І. Навчально-дослідницька робота студентів як засіб опанування фундаментальними знаннями. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр.* 2013. Вип. 36. С. 291–295.

199. Клочко В. І., Коломієць А. А., Коцюбівська К. І. Застосування розв'язків диференціальних рівнянь при моделюванні процесу металообробки як засіб фундаментальної підготовки майбутніх інженерів. *Наукові праці ВНТУ. 2014. № 4. 6 с. URL: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/430/428>* (дата звернення: 12.12.2019).

200. Клочко О. В. Теоретичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх менеджерів аграрного виробництва засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Вінниця, 2018. 724 с.

201. Клочко В. І., Коломієць А. А. Теорія ймовірностей. Ч. 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ. 2018. 72 с.

202. Ковальчук В. А. Проблема розробки типології освітньо-виховних систем. *Інноваційні підходи до виховання студентської молоді у вищих*

навчальних закладах: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 травня 2014 р. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 151–160.

203. Ковальчук М. Б. Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2020. 348 с.

204. Ковальчук М. Б. Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2021. 590 с.

205. Ковтонюк М. М. Сучасні тенденції фахової підготовки майбутніх учителів за кордоном. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія.* 2013. Вип. 40. С. 348–343.

206. Ковтонюк М. М. Фундаменталізація професійної підготовки майбутнього вчителя математики – бакалаврів: монографія. Вінниця: ТОВ «Фірма «Планер», 2013. 425 с.

207. Козак Ю. Ю. Структурно-функціональна модель формування графічної компетентності майбутніх інженерів–педагогів комп'ютерного профілю. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота.* 2018. Вип. 2 (43). С. 111–115.

208. Козловська І. М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійно-технічної школи (дидактичні основи) / ред. С. У. Гончаренко. Львів: Світ, 1999. 301 с.

209. Козловська І. М. Теоретичні та методичні основи інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2000. 400 с.

210. Козловська І. М., Литвин А. В. Інтеграція та наступність у розвитку навчального знання: методологічний аспект. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика.* 2001. Ч. 2. С. 177–183.

211. Козловська І. М., Пайкуш М. А. Методика інтегративного навчання фізики у професійній школі: навч.-метод. посіб. для викладачів фізики та студентів. Дрогобич: Коло, 2002. 125 с.

212. Козловський Ю. М. Моделювання наукової діяльності вищого навчального закладу: теоретико-методологічний аспект: монографія / за ред. Н. Козяра, Львів: СПОЛОМ, 2012. 484 с.

213. Колодійчук Л. С. Методологічні підходи до проєктування освітнього процесу підготовки майбутніх фахівців електротехнічного профілю. *Педагогічні науки*. 2019. № 86. С. 42–44. URL: 0.32999/ksu2413-1865/2019-86- 6 (дата звернення: 12.12.2019).

214. Колодійчук Л. С. Професійна підготовка молодших фахівців-електриків в агротехнічному коледжі: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Тернопіль, 2000. 20 с.

215. Коломієць А. А. Вивчення історичних аспектів у процесі навчання як педагогічна умова фундаменталізації математичної підготовки студентів технічних спеціальностей. *Історія науки – майбутньому вчителю 2018: зб. матеріалів Всеукр. студент. наук.-практ. конф.*, м. Умань, 19–20 квіт. 2018 р. Умань. С. 15–16.

216. Коломієць А. А. Вивчення окремих розділів вищої математики при формуванні наукового світогляду студентів в умовах співпраці університетів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 120. С. 135–136.

217. Коломієць А. А. Використання прикладних задач при вивченні теми «Диференціальні рівняння» як шлях до фундаменталізації навчального процесу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. № 42 (1). С. 37–40.

218. Коломієць А. А. Диференціювання функції однієї змінної. Дистанційний курс. Вінниця: ВНТУ, 2018.

219. Коломієць А. А. Інтегративний підхід в процесі формування змісту фундаментальної підготовки з математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т. 3, №. 10. С. 13–17.

URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/nz-pmfmo/article/view/1065>

(дата звернення: 11.06.2020).

220. Коломієць А. А. Інформаційні технології як інструмент процесу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх інженерів. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* м. Київ, 22–23 квіт. 2020 р. Київ, 2020. Ч. 2. С. 45–48.

221. Коломієць А. А. Математичне моделювання як засіб поглиблення фундаментальної математичної освіти інженера. *Педагогічна освіта: теорія і практика: зб. наук. пр.* 2020. Вип. 29. С. 285–294.

222. Коломієць А. А. Метод проектів як засіб фундаменталізації освітнього процесу у ВНЗ. *XLV науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали конф.* м. Вінниця, 2–11 берез. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 1111–1113.

223. Коломієць А. А. Нейропластичність мозку як фактор формування математичних компетентностей у студентів технічних спеціальностей. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності: матеріали конференції*. Вінниця, 2018. С. 416–419.

224. Коломієць А. А. Побудова педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей. *Молодь і ринок*. 2021. № 10 (196). С. 84–92.

225. Коломієць А. А. Пріоритетні методики навчання фундаментальних дисциплін у вищих навчальних закладах. *XLVI науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали конф.*, м. Вінниця, 15–24 берез. 2017 р. Вінниця, 2017. С. 1223–1226.

226. Коломієць А. А. Про деякі аспекти впровадження СКМ в процесі фундаментальної математичної підготовки. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали наук.-практ. конф.*

м. Київ: Видавничий центр КНУКіМ, 2019. Ч. 2. С. 68–71.

227. Коломієць А. А. Реалізація системотвірної функції фундаменталізації математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 1 (2). С. 65–70.

228. Коломієць А. А. Систематизація як засіб фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей. *Математика у технічному університеті XXI сторіччя: зб. наук. праць за матеріалами дистанційної Всеукр. наук. конф.* м. Краматорськ, 15–16 трав. 2017 р. Краматорськ: ДДМА, 2017. С. 121–123.

229. Коломієць А. А. Структурно-функціональна модель фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців-радіотехніків. *Наукові записки. Серія: Педагогіка і психологія*. 2020. Вип. 64. С. 77–84.

230. Коломієць А. А. Теоретичні засади впровадження компетентнісного підходу у процесі фундаментальної математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2019. Т. 4, № 1. С. 25–32.

231. Коломієць А. А. Феномен фундаменталізації освітнього процесу як філософська проблема сучасності. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський зб. наук. пр. молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2020. Вип. № 30, т. 4. С. 61–67.

232. Коломієць А. А. Формування змістової лінії вищої математики в технічних університетах на основі компетентнісного підходу. *Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності: матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф.* Вінниця, 18–19 травня 2017 р. Вінниця. С. 138–144.



233. Коломієць А. А. Фундаменталізація вищої технічної освіти за кордоном: проблеми та перспективи. *Педагогіка безпеки*. 2018. Т. 3, № 1. С. 69–75.

234. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти як чинник впливу на реформування вищої освіти в Україні. *Міжнародна діяльність університетів як фактор інноваційного розвитку вищої школи: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. заочної конфр.* м. Маріуполь, 18 вересня, 2015 р. Маріуполь, 2015. 385 с.

235. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій: монографія / за ред. В. І. Клочка. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 360 с.

236. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутнього інженера як складова фундаменталізації освітнього процесу. *XLVII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали конф.* м. Вінниця, 14–23 берез. 2018 р. Вінниця, 2018. С. 1307–1310.

237. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки як один із аспектів формування математичної культури студентів технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 2 (3). С. 45–51.

238. Коломієць А. А. Фундаментальна математична підготовка майбутніх бакалаврів галузі електроніки і телекомунікації на засадах випереджувального навчання. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. № 2. С. 81–87.

239. Коломієць А. А., Клочко В. В. Формування деяких фундаментальних понять курсу вищої математики в технічних ЗВО. *XLVIII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету: матеріали конф.* м. Вінниця, 13–15 берез. 2019 р. Вінниця, 2019. С. 945–948.



240. Коломієць А. А., Клочко В. І. Знаннєво-діяльнісна складова компетентнісного підходу у навчанні інженерів. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності: матеріали Міжнар. наук.-метод. Інтернет-конф.* Вінниця, 17–18 травня 2018 р. Вінниця, 2018. С. 400–403. URL: [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/pmovc/pmovc-2018\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/pmovc/pmovc-2018_netpub.pdf) (дата звернення: 17.01.2022).

241. Коломієць А. А., Клочко В. І. Метод аналогії як засіб поглиблення фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи: матеріали II Міжнарод. наук.-практ. Інтернет-конф.* м. Тернопіль, 8–9 листопада 2018 р. Тернопіль, 2018. С. 204–207. URL: [http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets\\_Klochko.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets_Klochko.pdf) (дата звернення: 17.01.2022).

242. Коломієць А. А., Клочко В. І., Краєвський В. О. Практикум з вищої математики: обчислення границь. Вінниця: ВНТУ, 2020. 59 с.

243. Коломієць А. А., Клочко В. І., Стахова О. А. Професійно-орієнтовані задачі як компонент фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів та коледжів. *Педагогічний дискурс: зб. наук. пр.* Хмельницький, 2019. Вип. 26. С. 85–93.

244. Коломієць А. А., Ковальчук М. Б. Підвищення якості сучасної математичної підготовки в технічних університетах шляхом формування ядра математичних знань. *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: зб. наук. пр.* Міжнар. наук.-метод. конф. Краматорськ, 14–15 листопада 2018 р. Краматорськ, 2018. С. 119–122.

245. Коломієць А. А., Криворучко І. М. Аналіз підходів до формування мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі їх фундаментальної підготовки. *Вісник Вінницького політехнічного інституту.* 2014. № 4. С. 129–133.

246. Коломієць А. А., Криворучко І. М. Деякі шляхи покращення самостійної роботи майбутніх інженерів в процесі вивчення

фундаментальних дисциплін. *Інноваційні педагогічні технології у підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою: досвід, проблеми, перспективи*: матеріали Міжнар. наук.-метод. Інтернет-конф. м. Вінниця, 8–10 жовтня 2013 р. Вінниця, 2013. URL: <http://conf.vn.vntu.edu.ua/inpedtex2013/materialy.html> (дата звернення: 19.12.2021).

247. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Тютюнник О.І, Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання: електроний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2021. 628 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645> (дата звернення: 12.12.2021).

248. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Краєвський В. О., Клеопа І. А., Дубова Н. Б. Застосування систем комп'ютерної математики у процесі фундаментальної математичної підготовки майбутніх інженерів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2019. № 58. С. 101–108.

249. Коломієць А. Застосування інтегративного підходу в системі інженерної освіти на прикладі навчання лінійної алгебри. *Педагогічний дискурс*. 2014. Вип. 17. С. 87–91.

250. Колот А. М. Фундаменталізація та індивідуалізація економічної освіти як провідні тенденції її розвитку. *Економічна теорія*. 2006. № 1. С. 94–107. URL: <http://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/11612> (дата звернення: 27.01.2017).

251. Коляда І. Г. Інформаційно-освітній простір та інформаційно-освітнє середовище: спроба філософської рефлексії. *Актуальні проблеми філософії та соціології*. 2017. Вип. 18. С. 70–73. URL: <http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/11561/Kolyada%20I.%20H..pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 27.01.2020).

252. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи / за ред. О. В. Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. 112 с.

253. Конахович Г. Ф. Системи радіозв'язку: навч. посіб. Київ: НАУ, 2004. 311 с. URL: <http://tks.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2016/10/Konahovych-Georgij-Fylymonovych-Systemy-zvyazku.pdf> (дата звернення: 23.05.2019).

254. Корнейчук І. В. Аналогія і моделювання. *Математика в сучасній школі*. 2012. № 1 (124). С. 20–23.

255. Корнейчук І. В. Психологічні засади формування вмінь використовувати аналогію у навчанні математики. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*: міжнар. зб. наук. робіт. Донецьк: Вид. ДонНУ, 2007. Вип. 28. С. 190–195.

256. Корнійчук О. Е. Комп'ютерно орієнтована методична система навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей коледжів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2010. 20 с.

257. Корсун Ю. О. Педагогічні умови формування професійної самосвідомості у майбутніх інженерів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2019. 22 с.

258. Кочарян О. С., Фролова Є. В., Павленко В. М. Структура мотивації навчальної діяльності студентів: навч. посіб. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського, 2011. 40 с.

259. Краєвський О. В., Добранюк Ю. В., Коломієць А. А. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2022. 142 с.

260. Кремень В. Г. Освіта і наука України: шляхи модернізації: факти, роздуми, перспективи. Київ: Грамота, 2003. 216 с.

261. Кремень В. Г. Педагогічна синергетика: понятійно-категоріальний синтез. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія*. 2013. № 3. С. 3–19.

262. Кремень В. Синергетична модель розвитку освіти як відповідь на виклики сьогодення. *Рідна школа*. № 6. 2010. С. 4–6.

263. Кремень В., Ільїн В. Креатив філософії освіти в синергії сучасного знання. *Філософія освіти: хрестоматія навч. посіб. для студ. ВНЗ*. Київ: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2014. С. 469–473.

264. Крилова Т. В. Проблеми навчання математики в технічному ВНЗ. Київ: Вища школа, 1998. 437 с.

265. Крупський Я. В., Михалевич В. М. Тлумачний словник з інформаційно-педагогічних технологій. Вінниця: ВНТУ, 2010. 72 с. URL: [https://shron1.chtyvo.org.ua/Krupskyi\\_Yaroslav/Tlumachnyi\\_slovnuk\\_z\\_informatsiino-pedahohichnykh\\_tekhnolohii.pdf](https://shron1.chtyvo.org.ua/Krupskyi_Yaroslav/Tlumachnyi_slovnuk_z_informatsiino-pedahohichnykh_tekhnolohii.pdf) (дата звернення: 16.01.2018).

266. Кузьміченко І. О. Формування соціально-професійної компетентності майбутнього інженера. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2009. № 23 (186), ч. 3. С. 220–224.

267. Кун Т. Структура наукових революцій / пер. О. Васильєва. Київ: PortRoyal 2001. 227 с. URL: [https://shron1.chtyvo.org.ua/Kun\\_Tomas/Struktura\\_naukovykh\\_revoliutsii.pdf?PHPSESSID=tveaf8qta8l30fuv3jrg2p32l6](https://shron1.chtyvo.org.ua/Kun_Tomas/Struktura_naukovykh_revoliutsii.pdf?PHPSESSID=tveaf8qta8l30fuv3jrg2p32l6) (дата звернення: 23.01.2019).

268. Кустовська О. В. Методологія системного підходу та наукових досліджень: курс лекцій. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.

269. Кучерук О. Я. Математична підготовка майбутніх інженерів-програмістів в контексті компетентнісного підходу. *The European Scientific and Practical Congress «Global scientific unity 2014»*, 26–27 September, Prague (Czech Republic), 2014. Vol. 3. P. 194–199.

270. Кучерява З. Правове забезпечення інноваційного розвитку в Україні. URL: [https://minjust.gov.ua/m/str\\_13958](https://minjust.gov.ua/m/str_13958) (дата звернення: 14.12.2021).

271. Лазарев М. І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін: монографія. Харків: Вид-во НФаУ, 2003. 356 с.

272. Лазарєв М. І., Шматков Д. І. Методика навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів з використанням каузальних мереж: монографія. Харків: Точка, 2014. 184 с.

273. Лазарєва, Т. А. Формування професійних умінь із загальної хімічної технології у майбутніх інженерів засобами задачного навчання: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Луганськ, 2006. 22 с.

274. Лейко С. В. Педагогічні умови формування математичної компетентності майбутніх інженерів-будівельників. Зб. наук. праць Уманського державного педагогічного університету. 2014. Ч. 2. С. 198–203. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpu\\_dpu\\_2014\\_2\\_29.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpu_dpu_2014_2_29.pdf) (дата звернення: 11.06.2020).

275. Лейко С. В. Поняття «компетенція» та «компетентність»: теоретичний аналіз. *Педагогічний процес: теорія і практика*. 2013. Вип. 4. С. 128–135. URL: [https://kulbabska.com/images/catalog/pdf/students/5\\_kurs/lejko\\_s\\_v.pdf](https://kulbabska.com/images/catalog/pdf/students/5_kurs/lejko_s_v.pdf) (дата звернення: 14.06.2019).

276. Липова Л. А., Войцеховський М., Замаскіна П. Модель фундаменталізації змісту природничої освіти в загальноосвітній школі. *Дослідник директора школи*. 2014. № 1–2. С. 39–47.

277. Литовченко О. В. Підходи до класифікації компетентностей особистості як результату освіти. Формування базових компетентностей у вихованців позашкільних навчальних закладів. 2013. С. 56–59. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/2376/1/Lytovchenko.pdf> (дата звернення: 27.06.2020).

278. Лісіна Л. О. Системний підхід до вдосконалення процесу технологічної підготовки вчителя. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*. 2012. Вип. 109. С. 96–104.

279. Лісова С. В. Проблема забезпечення якості вищої освіти з позицій системного підходу. Професійна педагогічна освіта: системний підхід: монографія / за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. С. 160–172.

280. Лісова С. В. Синергетичний підхід як інноваційна методологічна орієнтація в педагогіці. *Інноватика у вихованні*. 2016. № 2. С. 83–92.

281. Лісова С. В. Систематизація педагогічних знань майбутніх вчителів в процесі навчання у вищому навчальному закладі. Професійна педагогічна освіта: структура педагогічних знань: монографія / за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. С. 140–145.

282. Логіка: навч.-метод. посіб. / Я. І. Пасько та ін.; заг. ред. В. В. Бурега. Донецьк: ДонДДУ, 2004. 51 с.

283. Лодатко Є.О. Кластеризація соціокультурного простору і когнітивні метафори в педагогічному моделюванні. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. Вип. 6 (259). 2013. С.53-60.

284. Лодатко Є. О. Методологічні засади моделювання соціокультурних процесів. *Рідна школа*. 2008. № 3–4 (939–940). С. 13–20.

285. Лодатко Є. О. Моделювання в педагогіці: точки відліку. *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*. 2010. Вип. 1. URL: [http://intellect-invest.org.ua/pedagog\\_editions\\_e-magazine](http://intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e-magazine) (дата звернення: 23.12.2021).

286. Лодатко Є. О. Моделювання педагогічних систем і процесів: монографія. Слов'янськ: СДПУ, 2010. 148 с.

287. Лодатко Є. О. Педагогічні моделі, педагогічне моделювання і педагогічні вимірювання: that is that? *Вища освіта України: теоретичний та науково-методичний часопис*: в 2 т. 2011. Вип 3, т. 1. С. 339–344.

288. Лодатко Є. О. Педагогічне моделювання: монографія. Тернопіль. Навчальна книга Богдан, 2022. 206 с.

289. Лодатко Є. О. Структурне моделювання педагогічного експерименту. *Педагогічний процес: теорія і практика*. 2014. Вип. 2. С. 5–9. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/pptp\\_2014\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/pptp_2014_2_3) (дата звернення: 27.06.2020).

290. Лодатко Є. О., Павлюк Л. В. Мобільне навчання у підготовці фахівців з агроінженерії в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана*

*Хмельницького*. Серія: Педагогічні науки. 2020. №. 1. С. 116–123. URL: <https://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/116-123/4050> (дата звернення: 27.11.2020).

291. Лодатко Є. О. Теорія і практика розвитку математичної культури вчителя початкових класів: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Черкаси, 2012. 40 с.

292. Лумпієва Т. П., Русакова Н. М., Волков О. Ф. Практикум з фізики. Розв'язання задач. Ч. 2: Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра: навчальний посібник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2015. 227 с.

293. Лутай В. С. Реформування вищої освіти на основі становлення філософсько-методологічної парадигми посткласичної науки. Рух на випередження. *Вища освіта України*. № 2. 2001. С. 33–43.

294. Лутфулін В. С. Структурування навчального матеріалу як головний чинник усунення навчальних перевантажень. *Педагогічні науки*. 2013. № 1 (57). С. 20-27 URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/1064/1/Lutful.pdf> (дата звернення: 27.11.2020).

295. Луценко Г., Малюк Л. Фундаменталізація змісту освіти як основна вимога розвитку наукового мислення майбутніх фахівців. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. Серія: Педагогічні науки. 2013. Вип. 121 (2). С. 244–247.

296. Максименко В. П. Дидактика: курс лекцій: навч. посіб. Хмельницький: ХмЦНП, 2013. 222 с.

297. Максимова Т. С. Методика формування професійно-орієнтованої евристичної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів на практичних заняттях з вищої математики: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2006. 20 с.



298. Максимчук Л. В. Інтегративний підхід до професійної підготовки майбутніх економістів-міжнародників. *Педагогічний дискурс*: зб. наук. пр. / гол. ред. І. М. Шоробура. Хмельницький: ХГПА, 2013. Вип. 14. С. 294–298.

299. Малежик П. М., Войтович І. С. Аналіз змістових підходів до підготовки фахівців з комп'ютерних наук. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 168. С. 142–146. URL: <https://www.cuspu.edu.ua/images/download-files/naukovi-zapysky/168/37.pdf> (дата звернення: 27.01.2020).

300. Мартиненко М. А. Дефундаменталізація української інженерної освіти та її негативні наслідки. *Нові технології навчання*. 2009. Спец. вип. С. 27–29.

301. Марцева Л. А. Професійна підготовка молодших спеціалістів радіотехнічного профілю в технічних коледжах: монографія. Вінниця: Тезис, 2015. 438 с.

302. Марцева Л. А. Теоретичні та методичні основи професійної підготовки молодших спеціалістів радіотехнічного профілю: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Житомирський державний університет імені Івана Франка, Львів, 2015. 459 с.

303. Марченко О. М. Систематизація знань старшокласників у процесі навчання математики з комп'ютерною підтримкою: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / НПУ імені М.П. Драгоманова. Київ, 2007. 24 с.

304. Масачусетський технологічний інститут. URL: <https://www.mit.edu/> (дата звернення 16. 03. 2020).

305. Маслій О. М. Теоретичні і методичні основи професійної підготовки майбутніх офіцерів ракетно-артилерійського озброєння у вищих військових навчальних закладах: дис. д-ра пед. наук: 13.00.04. Хмельницький, 2020. 592 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/1MtTxMQeoh97Bhs0DnIipWuJENq7WbxS0/view?pli=1> (дата звернення: 23.12.2021).



306. Матвійчук О. В., Подласов С. О., Бурмістров О. М. Аналіз чинників, які впливають на навчання студентів з фізики у вищій технічній школі. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота.* 2011. Вип. 22. С. 96–99.

307. Математика в технічному університеті: підручник / І. В. Алексєєва та ін / за ред. О. І. Клесова. Електрон. текст. дан. (1 файл: 6,84 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. Т. 3. 454 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24338/1/MTU1.pdf> (дата звернення: 23.12.2021).

308. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії : монографія / наук. ред. О. І. Скафа. Вінниця: ФОП Легкун В. М., 2013. 450 с.

309. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. Алгебра: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл. Харків: Гімназія, 2017. 272 с.

310. Методичні вказівки до вивчення поняття функціональної залежності в його історичному розвитку / уклад. В. І. Клочко, А. А. Коломієць. Вінниця: ВНТУ, 2014. 40 с.

311. Методологія системного підходу та наукових досліджень: опорний конспект лекцій / уклад. Н. В. Фоміцька. Харків: Вид-во ХарРі НАДУ «Магістр», 2015. 60 с.

312. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. / І. С. Добронравова та ін.; за ред.: І. С. Добронравової, О. В. Руденко. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2018. 607 с.

313. Михалевич В. М., Тютюнник О. І. Використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання лінійного програмування студентів ВНЗ: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2016. 208 с.

314. Моделювання професійної підготовки фахівців в умовах євроінтеграційних процесів: монографія / за ред. С. С. Вітвицької. Житомир: Вид. О. О. Євенок, 2019. 304 с.

315. Морзе Н. В. Дистанційна технологія як основа сучасних інформаційних технологій у навчанні. *Нові технології навчання*: наук.-метод. зб. Київ: Наук.-метод. центр вищої освіти, 2001. Вип. 30. С. 32–42.

316. Морзе Н. В., Глазунова О. Г. Моделі ефективного використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання у вищому навчальному закладі. Інформаційні технології і засоби навчання. 2008. № 2 (6). URL: <http://www.ime.edu-ua.net/em6/emg.html> (дата звернення: 12.01.2021).

317. Морзе Н., Кузьмінська О. Педагогічні аспекти використання хмарних обчислень. Інформаційні технології в освіті. 2011. Вип. 9. С. 20–29.

318. Москаленко О. А., Москаленко Ю. Д., Марченко В. О. Підготовка вчителя математики: організаційно-процесуальний компонент. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2012. Вип. 33. С. 120–124.

319. Моторіна В. Г. Основні професійні вміння сучасного вчителя математики та рівні їх формування в педвузі. Засоби навчальної та науково-дослідної роботи: зб. наук. пр. Харків: ХДПУ, 1997. № 4. С. 83–87.

320. Муранова Н. П. Фізико-математична підготовка старшокласників до навчання в технічному університеті: монографія. Київ: НАУ, 2013. 464 с.

321. Мурашківська В. П., Казнадій С. П. Психолого-педагогічні основи математичної підготовки майбутніх інженерів-механіків. Фізико-математична освіта. 2018. Вип. 1. С. 264–268.

URL:

<https://repository.sspu.edu.ua/bitstream/123456789/5134/1/Murashkovska.pdf>

(дата звернення: 22.01.2021).

322. Найко Д. А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. Вища математика: лінійна алгебра: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2019. 161 с.

323. Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (бакалаврського рівня вищої освіти)» № 1382 від 12.12.2018 р.

URL:<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/172-telekom.radiotekhnbakalavr-VO-zatv.stand.01.11.pdf> (дата звернення 4.07.2019)

324. Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» (бакалаврського рівня вищої освіти)» № 1246 від 13.11.2018 URL: <https://ips.ligazakon.net/document/MUS31116> (дата звернення 4.07.2019)

325. Наказ Міністерства освіти і науки «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 173 «Авіоніка» (бакалаврського рівня вищої освіти)» № 385 від 04.03.2020 р. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishchaosvita/zatverdzeni%20standarty/2020/03/173-avionika-bakalavr-VO-zatv.stand.01.11.pdf>

326. Національна доктрина розвитку освіти: Закон України від 17.04.2022 р. № 347. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення: 29.01.2021).

327. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки. URL: [http://oneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/nsro\\_1221.pdf](http://oneu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/nsro_1221.pdf) (дата звернення: 29.01.2021).

328. Ничкало Н. Г. Неперервна професійна освіта як філософська та педагогічна категорія. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 2001. Вип. 1. С. 9–22.

329. Ничкало Н. Г. Неперервна професійна освіта: міжнародний аспект. Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи: монографія / за ред. І. А. Зязюна. Київ: Віпол, 2000. С. 58–80.

330. Ничкало Н. Г. Проблема освітньо-виховних цілей у професійному навчанні. Єдність раціонального та емоційно-почуттєвого в освітньо-виховних системах: наук.-метод. зб. Харків: ХДПУ, 1996. С. 374–380.

331. Нічуговська Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти: монографія. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2003. 289 с.

332. Нічуговська Л. І. Науково-методичні основи математичної освіти студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2005. 36 с.

333. Новий тлумачний словник української мови: у 3-х т. Т 1. А-К / уклад.: В. В. Яременко, О. М. Сліпушко. Київ, Вид-во «АКОНІТ», 2006. 926 с.

334. Овсієнко Л. М. Сутність понять «компетенція», «компетентність», «компетентнісний підхід», «якість освіти» у світлі сучасної освітньої парадигми. *Науковий вісник Донбасу*. 2013. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd\\_2013\\_2\\_32](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2013_2_32) (дата звернення: 30.01.2022).

335. Овчарук О. В. Компетентнісний підхід у сучасній освіті світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики. Київ: «К. І. С.», 2004. 112 с.

336. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до формування змісту освіти. Стратегія реформування освіти України. Київ: К.І.С., 2003. С. 13–43.

337. Огороднічук І. А. Особливості формування компетентності майбутніх інженерів. *Наука і освіта*. 2013. № 1–2. С. 193–197. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/NiO\\_2013\\_1-2\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/NiO_2013_1-2_5) (дата звернення: 30.01.2018).

338. Опачко М. В. Системний та інтегративний підходи в освіті : метод. посіб. Ужгород: УжНУ, 2016. 69 с.

339. Оршанський Л.В., Сидоренко В.К. Професійна педагогіка: навч. посіб. для студ. спеціальності «Професійне навчання». Київ, 2006. 360 с. URL: <https://studfiles.net/preview/4512219/page:6/> (дата звернення: 30.01.2018).

340. Оршанський Л.В., Маркова Л. Реалізація компетентнісного підходу у процесі підготовки майбутніх фахівців інженерно-технічного профілю. *Молодь і ринок*. 2020. № 3–4/182–183. С 12–16.

341. Осадчий В. В. Сучасні тенденції використання інформаційних технологій у навчальному процесі вищої педагогічної школи. *Педагогічний процес: теорія і практика*: зб. наук. праць. 2009. Вип. 2. С. 190–207.

342. Осадчий В. В., Осадча К. П. Сучасні реалії і тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в освіті. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Т. 48, вип. 4. С. 47–57. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2015\\_48\\_4\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_48_4_6) (дата звернення: 27.01.2020).

343. Освітні технології: навч.-метод. посіб. / О. М. Пехота та ін. / за заг. ред. О. М. Пехоти. Київ: А.С.К., 2003. 255 с.

344. Освітньо-професійна програма підготовки бакалаврів за спеціальностями 172 – Телекомунікації та радіотехніка, за спеціальністю 171 – Електроніка / розробники Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. URL: <http://vntu.edu.ua/docs/2018/ra/2.pdf> (дата звернення: 30.01.2021).

345. Павленко В. В. Методи проблемного навчання. *Нові технології навчання*: наук.-пед. зб. Інститут інноваційних технологій і змісту освіти Міністерства освіти і науки, Академія міжнародного співробітництва з креативної педагогіки. Київ, 2014. Вип. 81 (спецвип.). С. 75–79. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/13197/1/1.pdf>.

346. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки в Україні та США: методологія порівняльного дослідження. *Освітологічний дискурс*. 2020. Вип. 3(30). С. 240–252.

347. Павленко О. В. Професійна підготовка фахівців з електроніки у закладах вищої освіти США: канд. пед. наук: спец. 13.00.04. Київ. 2021. 296 с.

348. Павленко О. Цілепокладання як основна мета в системі формування методичної культури викладача вищої школи. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 131. С. 155–160. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz\\_p\\_2014\\_131\\_43](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2014_131_43) (дата звернення: 27.01.2022).

349. Павлова Н. С., Войтович І. С. Особистісно орієнтований підхід як основа формування професійних компетентностей у майбутніх вчителів інформатики. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2011. Вип. № 4. 300 с.

350. Пасіхов Ю. Я Створення інформаційно-освітнього середовища для організації навчального процесу та підтримки життєдіяльності закладів освіти. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2012. № 1. С. 7–11.

351. Пасько Я. І., Білецький В. В., Савенкова М. Є., Бурега В. В. Логіка: навч.-метод. посіб. / заг. ред. В. В. Бурега. Донецьк: ДонДДУ, 2004. 51 с.

352. Педагогічні технології в підготовці вчителів: навч. посіб. / кол. авторів; за ред. І. Ф. Прокопенка. Вид. 3-тє переробл. та допов. Харків: ХНПУ, 2018. 457 с.

353. Пелех Ю.В. Міжнародні проекти і програми розвитку вищої освіти. Педагогіка вищої школи / за заг. ред. В. Г. Кременя, В. П. Андрущенко, В. І. Лугового. Київ: Педагогічна думка. 2008. С. 102.

354. Перевертайло В. Л. Проблемы и задачи развития технологий микроэлектроники в Украине. *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*. 2007. № 2. С. 8–10. URL: [http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/52769/03–Perevertailo.pdf?sequence=1](http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/52769/03-Perevertailo.pdf?sequence=1) (дата обращения: 27.01.2022).

355. Петренко Л. Інваріантне моделювання як пріоритетний науковий підхід до вивчення інформаційно-аналітичної компетентності керівників ПТНЗ. *Науково-методичне забезпечення професійної освіти і навчання: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.* Київ, 2012. С. 112. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/2926/> (дата звернення: 27.01.2020).

356. Петренко О. Б. Методологія організації досліджень з освітніх, педагогічних наук. 2021.

357. Петрук В. А. Базові професійні компетенції: сутність поняття. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*: зб. наук. пр. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2008. Вип. 17. С. 66–70.

358. Петрук В. А. Теоретико-методичні засади формування базових професійних компетенцій у майбутніх фахівців технічних спеціальностей:

автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2008. 37 с.

359. Петрук В. А. Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі вивчення фундаментальних дисциплін: монографія. Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2006. 292 с.

360. Петрук О.М., Виговська Н.В. Обґрунтування синергетичного підходу у дослідженні фінансового контролю. *Облік і фінанси АПК: освітній портал*. URL: <https://magazine.faaf.org.ua/obgruntuvannya-sinergetichnogo-pidhodu-u-doslidzhenni-finansovogo-kontrolyu.html> (дата звернення: 28.01.2021)

361. Петрушенко В. Л. Філософія: Курс лекцій: навч. посіб. для студентів вищих закладів освіти III–IV рівнів акредитації. 3-тє вид., переробл. і допов. Львів: «Новий світ-2000», 2004. 544 с.

362. Пехота О. М., Стараєва А. М. Особистісно орієнтоване навчання: підготовка вчителя: монографія. 2-ге вид., доп. та перероб. Миколаїв: Іліон, 2006. 272 с.

363. Пишко О. Л. Інтерактивні методи навчання як спосіб розвитку творчих здібностей учнів на уроках історії та правознавства. *Народна освіта*. Електронне наукове фахове видання URL: [http://narodnaosvita.kiev.ua/?page\\_id=2257](http://narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=2257) (дата звернення: 28.01.2021).

364. Пінчук О. П. Використання мультимедійних продуктів у системі загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2007. № 3. С. 30–36.

365. Побірченко Н. С. Компетентнісний підхід у вищій школі: теоретичний аспект. *Освіта та педагогічна наука*. 2012. № 3 (152). С. 24–31. URL: [http://pedagogicaljournal.luguniv.edu.ua/archive/2012/N3/article/4/Pobirchenko\\_ua.pdf](http://pedagogicaljournal.luguniv.edu.ua/archive/2012/N3/article/4/Pobirchenko_ua.pdf) (дата звернення: 28.01.2022).

366. Подлесний С. В., Єфрот Ю. О., Іскрицький В. М. Історія інженерної діяльності: навч. посіб. Краматорськ: ДДМА, 2004. 128 с.



367. Подолянчук С. В. Визначення компетентності експертів з оцінювання наукової діяльності у вищому педагогічному навчальному закладі. *Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія*. 2014. Вип. 4. С. 112–122.

368. Подолянчук С. В. Формування кількісного і якісного складу експертної групи зі створення моделі моніторингу наукової діяльності у педагогічних ВНЗ. *Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент*: зб. наук. пр. 2014. Вип. 15. С. 177–187. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mnf\\_2014\\_15\\_21](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mnf_2014_15_21) (дата звернення: 13.07.2017).

369. Полозенко О. В. Психологічні знання як наукова категорія. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2012. № 1. С. 39–43.

370. Пометун О. І. Компетентнісний підхід – найважливіший орієнтир розвитку сучасної освіти. *Рідна школа*. 2005. № 1 (900). С. 65–69.

371. Пометун О. І. Компетентнісний підхід до оцінювання рівнів досягнень учнів: презентація на нараді Центру тестових технологій. Київ. 2004. Т. 19. С. 16–18.

372. Пометун О. І., Пироженко Л. В. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання: наук.-метод. посіб. / за ред. О. І. Пометун. Київ: А.С.К., 2004. 192 с.

373. Пометун О. І., Побірченко Н. С., Коберник Г. І., Комар О. А., Торчинська Т. А. Інтерактивні технології: теорія та методика: посібник для викладачів ПТУ. Умань-Київ. 2008. 94 с.

374. Постанова Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 р. № 1341 «Про затвердження національної рамки кваліфікацій» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-%D0%BF#Text>

375. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 р. № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення 17.01.2017).



376. Працьовитий М. В. Виявлення та розвиток творчих математичних здібностей студентської молоді в умовах педагогічного університету. *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики*: зб. наук. пр. за матеріалами Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 26–27 квітня 2012 р. Вінниця: ВДПУ, 2012. 366 с.

377. Про затвердження Положення про дуальну форму здобуття професійної (професійно-технічної) освіти: Закон України від 12.12.2019 р. № 1551. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0193-20#Text> (дата звернення: 12.01.2021).

378. Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» для першого бакалаврського рівня вищої освіти: наказ Міністерства освіти і науки України від 13.11.2018 р. № 1246. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/171-elektronika.pdf> (дата звернення: 29.01.2021).

379. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007–2015 роки: Закон України від 09.01.2007 р. № 537-V. Ст. 102. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16#Text> (дата звернення: 16.01.2022).

380. Проблеми інтеграції у сучасній професійній освіті: методологія, теорія, практика: монографія / ред.: І. М. Козловська, Я. М. Кміт. Львів: Сполом, 2004. 243 с.

381. Програмований блок керування для цифро–аналогових пристроїв: пат. 143131 UA. МПК G06F 7/00. № u 2020 00952 ; заявл. 14.02.2020 ; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13. 4 с.

382. Проект Tuning – гармонізація освітніх структур у Європі URL: [http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General\\_Brochure\\_Ukrainian\\_version.pdf](http://www.unideusto.org/tuningeu/images/stories/documents/General_Brochure_Ukrainian_version.pdf) (дата звернення: 16.01.2022).

383. Проект Концепції цифрової трансформації освіти і науки на період до 2026 року. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/koncepciya-cifrovoyi->

[transformaciyi-osviti-i-naukimon-zaproschuye-do-gromadskogo-obgovorennya](#)

(дата звернення: 15.03.2022).

384. Прошкін В.В. Педагогічна система як предмет наукового дослідження. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2015. Вип. 4. С. 7–12.

385. Психологічні особливості засвоєння учнями наукових понять. URL: [https://pidruchniki.com/10880816/psihologiya/psihologichni\\_osoblivosti\\_zasvoyennya\\_uchnyami\\_naukovih\\_ponyat](https://pidruchniki.com/10880816/psihologiya/psihologichni_osoblivosti_zasvoyennya_uchnyami_naukovih_ponyat) (дата звернення: 29.03.2020).

386. Пугач В. І. Активізація вивчення вищої математики студентами інженерних спеціальностей аграрних університетів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2020. Вип. 2 (40). С. 39–41. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/9465/1/2.pdf> (дата звернення: 29.09.2021).

387. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ: монографія. Харків: Факт, 2005. 360 с.

388. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу в навчанні з використанням інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.02. Харків, 2005. 510 с.

389. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури вчителя математики при вивченні методів обчислень в педагогічному вузі. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр.* Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. Вип. 2. С. 25–47.

390. Рашевська Н. В. ІКТ як засіб підвищення якості навчання вищої математики в технічному ВНЗ. *Инновационные технологии в образовании: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., г. Ялта, 20–22 сентября 2010 г.*: сб. ст. Ялта: РВВ КГУ, 2010. С. 205–207.

391. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10. Київ, 2011. 21 с.

392. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України.. Київ, 2011. 305 с.

393. Ребуха Л. З. Теоретичні і методичні засади фундаменталізації професійної підготовки майбутніх соціальних працівників: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Хмельниц. гуманітар.-пед. акад. Хмельницький, 2019. 43 с. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/44958> (дата звернення: 24.09.2018).

394. Ребуха Л. Система фундаменталізації професійної підготовки майбутніх соціальних працівників на засадах інтеграції інноваційних технологій. *Освітологічний дискурс*. 2018. № 3–4 (22–23). С. 173–184.

395. Редько В. Г. Структурування навчального матеріалу в шкільному підручнику з іноземної мови: форми, способи, результати. URL: <https://lib.iitta.gov.ua>. (дата звернення: 24.09.2018).

396. Рибалка В. В. Психологія професійного самовизначення для здорових старшокласників: метод. реком. Київ: ІПППО АПН України, 2004. 24 с.

397. Родніна І. В. Компетентісно орієнтований підхід до навчання. Харків: Основа, 2006. 94 с.

398. Розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності вчителів в умовах хмаро орієнтованого навчального середовища: метод. посіб. Київ: Літера ЛТД, 2019. 128 с.

399. Роман С. В. Науково-теоретичні основи побудови педагогічної системи формування еколого-гуманістичних цінностей у процесі шкільної хімічної освіти. *Науковий вісник Донбасу*. 2013. № 1. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd\\_2013\\_1\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2013_1_37) (дата звернення 17.10.2018).

400. Романишин Р. Я. Методична система формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи: дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.02. Одеса. 2020. 550 с.

401. Романовський О. Г. Професійна підготовка майбутнього фахівця у контексті фундаменталізації сучасної освіти. *Професійна освіта: ціннісні орієнтири сучасності*: зб. наук. пр. Харків: НТУ «ХПІ», 2009. С. 132–139.

402. Романовський О. Г. Теоретичні і методичні основи підготовки інженера у вищому навчальному закладі до майбутньої управлінської діяльності: автореф. дис. ... д-ра. пед. наук: спец. 13.00.04. Київ. 2001. 38 с.

403. Романовський О. Г., Квасник О. В. Підготовка висококваліфікованого інженера як одне з основних завдань вищої інженерної освіти (у контексті Болонського процесу). *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2009. № 4. С. 3–11.

404. Романовський О. Г., Михайличенко В. Є. Філософія досягнення успіху. Психологічний аспект: підручник. Харків: НТУ «ХПІ», 2007. 592 с.

405. Романчук Н. О. Сучасні підходи та прийоми підготовки майбутніх інженерів-педагогів до впровадження особистісно орієнтованих технологій навчання. *Науковий вісник Миколаївського державного університету. Педагогічні науки*: зб. наук. пр. 2008. Вип. 23, т. 2. С. 153–159.

406. Рудюк Л., Моклюк М. Використання аналогій в курсі фізики середньої школи. Вінниця: ТОВ «Меркьюрі-Поділля» 2020.

407. Сажієнко О. Діагностика сформованості фахової компетентності бакалаврів сфери комп'ютерних технологій. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2021. Вип. 1 (23). С. 116–125.

URL: <http://psv.udpu.edu.ua/article/view/232799> (дата звернення: 29.11.2021).

408. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103133 від 12.03.2021 р. Комп'ютерна програма «Математичний калькулятор» / С. В. Набережний, А. А. Коломієць, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа,

Ю. В. Добранюк, В. І. Клочко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 64. С. 112.

409. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103139 від 12.03.2021 р Комп'ютерна програма «Калькулятор трикутників» / А. А. Козиряй, А. А. Коломієць, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 64. С. 114.

410. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 104531 від 13.05.2021 р. Комп'ютерна програма «Коледж» / А. В. Гонца, А. А. Коломієць, В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 65. С. 37.

411. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 110687 від 30.12.2021 р. Комп'ютерна програма «Знаходження числа Фібоначчі» / О. Д. Дідич, А. А. Коломієць, В. І. Клочко, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, З. В. Бондаренко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 68. С. 735.

412. Семенець С. П. Методика навчання математики (підготовлено на основі концепції розвивальної освіти): навч. посіб. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 536 с.

413. Семеніхіна О. В., Шевченко І. С. Відкритий освітній контент: кількісний аналіз ресурсів з математики. *Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології*. 2014. № 3 (54). С. 198–201.

414. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2009. 536 с.

415. Семеріков С. О. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2009. 44 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/704139/2/aref.pdf> (дата звернення: 24.09.2018).

416. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформативних дисциплін у вищій школі: монографія / за заг. наук. ред. М. І. Жалдак. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. 340 с.

417. Семеріков С. Теоретико-методичні основи фундаменталізації навчання інформатичних дисциплін у вищих навчальних закладах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2009. 536 с.

418. Сербін О. О. Систематизація інформації в контексті розвитку класифікації наук: монографія. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2015. 431 с. URL: [http://eprints.rclis.org/28896/1/serbin\\_book.pdf](http://eprints.rclis.org/28896/1/serbin_book.pdf) (дата звернення: 20.12.2021).

419. Сергєєв О. В. Фундаменталізація освіти у вищій школі. *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*: зб. наук. пр. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2005. № 3. С. 4–7.

420. Сидоренко В. К. Технічні знання як важливий елемент професійної підготовки фахівця для сучасного матеріального й духовного виробництва. *Біоресурси і природокористування*. 2013. № 5–6. С. 155–164.

421. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. Санкт–Петербург: ООО «Речь», 2002. 350 с. URL: [http://umo.edu.ua/images/content/aspirantura/zabezp\\_discipl/sidorenko.pdf](http://umo.edu.ua/images/content/aspirantura/zabezp_discipl/sidorenko.pdf) (дата обращения: 20.12.2021).

422. Сисоєва С. О. Проблема критеріїв ефективності професійної підготовки в контексті євроінтеграції. *Педагогічна і психологічна науки в Україні*: зб. наук. пр. до 15-річчя АПН України: у 5 т. Київ: Педагогічна думка, 2007. Т. 5. Неперервна професійна освіта: теорія і практика. 392 с.

423. Системи якості ВНЗ: теорія і практика / Л. М. Віткін та ін. Київ: Наукова думка, 2006. 301 с.

424. Сичікова Я., Богданов І., Бардус І., Ковачов С. Формування та розвиток когнітивних професіно важливих якостей майбутнього нанотехнолога в умовах фундаменталізації його професійної підготовки. *Актуальні проблеми в системі освіти: загальноосвітній заклад*

*середньої освіти – доуніверситетська підготовка – заклад вищої освіти.* 2022. № 1 (2). С. 726–733. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/APSE/article/view/16661/23969> (дата звернення: 28.06.2022).

425. Сікора Я. Б. Структурно-функціональна модель формування професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики. *Вісник Житомирського державного університету.* 2009. № 47. С. 171–175.

426. Сікорська Л. О. Навчально-дослідницький підхід як засіб формування дослідницьких умінь майбутніх менеджерів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.* Вінниця. 2014. (40). 366–370.

427. Сікорський, П., Горіна О. Принцип фундаменталізації у професійній підготовці майбутніх інженерів. *Вища освіта України.* 2009. № 3 С. 49–54.

428. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: підручник для студентів математичних спеціальносеї педагогічних навчальних закладів. Київ: Зодіак-Еко, 2000. 512 с.

429. Слєпкань З. І. Наукові засади організації педагогічного процесу у вищій школі. Київ: Вища школа, 2005. 239 с.

430. Сліпухіна І. А. Використання моделей – аналогій як засіб формування наукового методу пізнання. *Збірник наукових паць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна.* 2012. № 18. С. 28–31.

431. Словник української мови: Академічний тлумачний словник (1970–1980): в 11 т. Т. 4 / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1973. С. 29. URL: <http://sum.in.ua/s/inzhener> (дата звернення 05.12.2020).

432. Словник української мови: Академічний тлумачний словник (1970–1980): в 11 т. Т. 10 / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1978. С. 651. URL:



[http://ukrlit.org/slovyk/slovyk\\_ukrainskoi\\_movy\\_v\\_11\\_tomakh](http://ukrlit.org/slovyk/slovyk_ukrainskoi_movy_v_11_tomakh)

(дата

звернення: 17.01.2021).

433. Словник української мови: Академічний тлумачний словник (1970–1980): в 11 т. Т. 9 / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1978. URL: С. 204. URL: <http://sum.in.ua/s/systematyzacija> (дата звернення: 17.01.2022).

434. Словник української мови: Академічний тлумачний словник (1970–1980): в 11 т. Т. 3 / АН УРСР. Інститут мовознавства; за ред. І. К. Білодіда. Київ: Наукова думка, 1972. С. 641. URL: <http://sum.in.ua/s/znannja> (дата звернення: 17.01.2022).

435. Сметанський М. І. Педагогічні умови активізації навчально–пізнавальної діяльності студентів. *Наук. зап. Вінниц. держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. Вінниця, 2000. Вип. 2. С. 7–12.

436. Співаковський О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2003. 534 с.

437. Співаковський О. В., Львов М. С., Гурій Т. А. Основні задачі проектування комп'ютерних систем підтримки практичної навчальної математичної діяльності. *Нові технології навчання*. 2002. Вип. 33. С. 24–28.

438. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні технології моніторингу впровадження результатів науково-дослідних робіт. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Т. 36, вип. 4. С. 132–152. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2013\\_36\\_4\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2013_36_4_15) (дата звернення: 17.01.2022).

439. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. № 1 (33). URL: <http://eprints.zu.edu.ua/15476/1/788-2634-1-PB.pdf> (дата звернення: 17.01.2022).

440. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 171 «Електроніка» для першого бакалаврського рівня вищої освіти. URL:



<https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/171-elektronika-bakalavr.pdf> (дата звернення: 17.01.2022).

441. Стеблянко П. О., Крилова Т. В., Давидов І. О. Курс лекцій. Вища математика (підручник в електронному вигляді). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 133317. Україна, МОН України, Державний департамент інтелектуальної власності. Дата реєстрації: 07.06.2005. 708 с.

442. Столяренко О. В., Столяренко О. В. Моделювання педагогічної діяльності у підготовці фахівця: навчально-методичний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. 196 с.

443. Стратегія реформування вищої освіти в Україні до 2020 року: проект (неофіційний текст) від 17.12.2015. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/NT1109> (дата звернення: 20.04.2020).

444. Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/286-2022-%D1%80#Text> (дата звернення 15.03.2022).

445. Стучинська Н. В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. н-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2008. 40 с.

446. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: навч. посіб. / Г. Г. Швачич та ін. Дніпро: НМетАУ, 2017. 230 с.

447. Тамаркіна О. Л. Діалогові технології навчання. *Професійна комунікація: мова і культура*: зб. матеріалів III Всеукр. наук.-практ. вебінару, м. Житомир, 23 грудня 2016 р. Житомир: Житомирський державний університет, 2016. С. 156–158. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/23142/1/9.pdf> (дата звернення: 29.06.2020).

448. Тарасенкова Н. А. Використання знаково-символьних засобів у навчанні математики: монографія / Н. А. Тарасенкова. Черкаси: Відлуння-Плюс, 2002. 400 с.

449. Теоретико-методологічні основи модернізації природничої й інженерної вищої освіти в умовах інноваційно–технологічного розвитку суспільства: монографія / К. Корсак та ін. Київ, 2014. 202 с.

450. Теплицький О. І. Педагогічні умови професійної підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Черкаси, 2013. 20 с.

451. Терьохіна О. Л. Формування технічного мислення майбутніх бакалаврів машинобудування у процесі фахової підготовки: монографія. Електрон. текст. дані. Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. 1 електрон. опт. диск (DVD–ROM); 12 см. URL: [http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/2158/1/Terehina\\_Formation\\_of\\_technical.pdf](http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/2158/1/Terehina_Formation_of_technical.pdf) (дата звернення: 16.01.2022).

452. Технології інтеграції змісту освіти: зб. наук. Полтава: ПОІППО, 2014. Вип. 6. 326 с.

453. Ткач Ю. М. Модель фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*: зб. наук. пр. Запоріжжя: КПУ, 2017. Вип. 53 (106). С. 325–333.

454. Ткач Ю. М. Педагогічний експеримент щодо проблеми фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*: Серія: Педагогічні науки. 2017. № 16. С. 21–27.

455. Ткач Ю. М. Педагогічні основи фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів. *Педагогіка вищої та середньої школи*. 2016. Вип. 3. С. 277–286. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh\\_2016\\_49\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh_2016_49_29) (дата звернення: 16.01.2022).

456. Ткач Ю. М. Теоретичні і методичні засади фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2018. 651 с.

457. Ткач Ю. М. Теоретичні і методичні засади фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Хмельниц. нац. ун-т Хмельницький, 2018. 40 с.

458. Ткаченко Л. П. Системний підхід до організації навчання у вищих навчальних закладах. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2003. Вип. 20. С. 32–34.

459. Тлумачний словник сучасної української мови / уклад.: Л. П. Коврига, Т. В. Ковальова, В. Д. Пономаренко; за ред. В. С. Калашника. Харків: Белкар-книга, 2005. 800 с.

460. Тлумачний словник української мови / за ред. Д. Г. Гринчишина. Київ: Освіта, 1999. 302 с.

461. Товажнянський Л. Л. Формування гуманітарно-технічної еліти як перспективна парадигма розвитку інженерної освіти у світлі Болонського процесу. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2004. № 1. С. 3.

462. Токар Н. Ф. Динаміка мотивації в процесі професійної підготовки. *Педагогіка і психологія*. 1997. № 4. С. 151–154.

463. Токарчук О. М. Математична компетентність як складова професійної підготовки майбутнього економіста. *Наукові записки*. Сер. Педагогіка. 2012. № 3. С. 18–2.

464. Торубара О. М. Застосування новітніх інформаційних технологій в навчальному процесі вищих навчальних закладів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 108.2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP\\_2013\\_2\\_108\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VchdpuP_2013_2_108_20) (дата звернення: 16.01.2022).

465. Торубара О. М. Інформаційні технології у професійній підготовці майбутніх вчителів трудового навчання: монографія. Чернігів: ЧДПУ. 2009. 304 с.

466. Трасковецька Л. М., Боровик Л.В., Боровик Л.В. Автоматизація математичних методів експертних оцінок. *Збірник наукових праць*

Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Військові та технічні науки. 2013. № 2. С. 373–384.

URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpnapv\\_vtn\\_2013\\_2\\_43](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpnapv_vtn_2013_2_43). (дата звернення 21.04.2019).

467. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2005. 48 с.

468. Триус Ю. В., Бакланова М. Л. Проблеми і перспективи вищої математичної освіти. Дидактика математики: проблеми і дослідження. 2005. Вип. 23. С. 16–26. URL: [http://dm.inf.ua/23/16-23%2023\\_2005.pdf](http://dm.inf.ua/23/16-23%2023_2005.pdf) (дата звернення: 16.01.2022).

469. Трофименко В. І. Методичні основи формування математичної культури студентів технічного університету. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*: зб. наук. праць. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2005. Вип. 2 (9). С. 278–287.

470. Улітін Г. М., Гончаров А. М. Курс лекцій з вищої математики: навч. посіб. Ч. I-II. Донецьк: ДонНТУ, 2009. 219 с.

471. Улятовська Є. А. Підготовка майбутніх учителів до роботи з активізації самостійної пізнавальної діяльності молодших школярів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Південноукраїнський державний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського. Одеса, 1998. 17 с.

472. Університетська освіта: навч. посіб. / Л. Дорогань-Писаренко, О. Безкровний, О. Лега, О. Песцова-Світалка. Полтава: ПДАА, 2020. 142 с.

473. Управління інформаційними технологіями в організаціях (Governance of IT for the organization): ISO/IEC 38500:2015.

URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:38500:ed-2:v1:en>

(дата звернення: 12.09.2020).

474. Федієнко В. В. Моделі кваліметрії і порівняння рівнів навчальних досягнень студентів у різних оціночних системах: дис ... канд. пед.наук: спец.13.00.09 «Теорія навчання» / В. В. Федієнко. Кіровоград, 2009. 212 с.

475. Фенко М. Я. Постнекласична наука як осмислення складних динамічних систем: синергетика. *Україна і світ: діалог мов і культур*: матеріали Міжнар. наук. практ. конф., 11–13 квітня 2018 р. Київ: Вид. центр КНЛУ, 2018. С. 347–349.

476. Філософія: навч. посіб. / Л. В. Губерський та ін.; за ред. І.Ф. Надольного. Вид. 4-те випр. Київ: Вікар, 2004. 457 с.

477. Філософський енциклопедичний словник: енциклопедія / НАН України, Ін-т філософії ім. Г. С. Сковороди ; гол. ред. В. І. Шинкарук. Київ: Абрис, 2002. С. 229.

478. Фоменко В. В. Фундаментальні навчальні фізичні моделі як засіб забезпечення гносеологічної єдності фізичної освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2013. №. 19. С. 191–193.

479. Фоміцька Н. В. Підходи до визначення властивостей та складових соціальних систем. *Актуальні проблеми державного управління*. 2015. № 2. С. 24–30.

480. Фундаменталізація змісту освіти у старшій школі: теорія і практика : кол. монограф. / авт. кол.: Г. О. Васьківська, В. І. Кизенко, С. Е. Трубачева, С. П. Бондар, Л. А. Липова, О. В. Барановська, С. В. Косянчук, Н. В. Захарчук; за наук. ред. Г. О. Васьківської. Київ: Пед. думка, 2015. С. 250–271.

481. Фундаментальність освіти та її роль у підготовці інноваційно орієнтованих фахівців / М. Ф. Дмитриченко та ін. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. № 21 (1). С. 3–7.

482. Хом'юк В. В. Розробка та структурування змісту математичних дисциплін як педагогічна умова формування математичної компетентності майбутніх інженерів. *Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної*

всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті XXI сторіччя». м. Краматорськ, 15–16 травня 2017 р. Краматорськ: ДДМА, 2017. С. 176–179.

483. Хом'юк В. В. Сутність поняття «педагогічна умова» в контексті висвітлення проблеми формування математичної компетентності. *International scientific-practical congress of pedagogues and psychologists "The generation of scientific ideas"*, the 27 th of November 2014, Geneva. Switzerland, 2014. P. 104–109.

484. Хом'юк І. В. Теоретико-методичні засади формування базового рівня професійної мобільності майбутніх інженерів: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2012. 380 с.

485. Цільмак О. М. Складові структури компетентностей. *Наука і освіта*. 2009. № 1–2. С. 128–134. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/13993/1/Tsilmak%20%20%D0%9E.%20%D0%9C.%202009.pdf.pdf> (дата звернення: 20.02.2021).

486. Чаусова Т. В. Психологічні особливості мотивації навчальної діяльності майбутніх інженерів-педагогів: автореф. дис... канд. психол. наук: 19.00.07 / Центр. ін-т післядиплом. пед. освіти АПН України. Київ, 2004. 22 с.

487. Чернілевський Д. В. Методологія наукової діяльності: навч. посіб. Вид. 2-ге, допов. / за ред. Д. В. Чернілевського. Вінниця: Вид-во АМСКП, 2010. 484 с. URL: [https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/2014/chernylevskyy\\_mnd\\_2010.pdf](https://biology.univ.kiev.ua/images/stories/Upload/Kafedry/Biofizyky/2014/chernylevskyy_mnd_2010.pdf) (дата звернення: 13.12.2021).

488. Черняк Н. О. До питання формування професійної спрямованості майбутніх фахівців. *Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. № 2. С. 87–91. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vduer\\_2014\\_2\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vduer_2014_2_16) (дата звернення: 13.12.2021).

489. Черняк Н. О. Формування мотивації студентів до навчання у ВНЗ. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2013. № 38–39. С. 388–393. URL: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Pipo\\_2013\\_38-39\\_63.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Pipo_2013_38-39_63.pdf) (дата звернення: 20.03.2019).

490. Шабанова Ю. О. Системний підхід у вищій школі: підручник для студентів магістратури за спеціальністю «Педагогіка вищої школи». Дніпропетровськ: НГУ, 2014. 120 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/48405644.pdf> (дата звернення: 13.12.2021).

491. Шапар В. Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. Харків: Прапор, 2007. 640 с.

492. Шапран О. І. Реалізація компетентнісного підходу в системі неперервної освіти. Гуманітарний вісник. Педагогіка. 2012. № 28. С. 319–324. <http://ephseir.uhsp.edu.ua/bitstream/handle/8989898989/547/319-324.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

493. Шапран Ю. Педагогічне моделювання у процесі формування професійної компетентності майбутнього вчителя біології. *Рідна школа*. 2012. № 12. С. 39–43. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh\\_2012\\_12\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/rsh_2012_12_9) (дата звернення: 23.12.2021).

494. Шатковська Г. І. Фундаменталізація як принцип сучасної освіти. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2010. Вип. 16. С. 253–256.

495. Шевчук Л. Д. Теоретичні та методичні засади неперервної професійної підготовки майбутніх учителів математики засобами ІКТ: дис. д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2021. 558 с.

496. Швай О. Л. Використання аналогії для формування вмінь переносу знань. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип 2 (16). С. 153–156. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo\\_2018\\_2\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/fmo_2018_2_31) (дата звернення: 11.12.2021).

497. Швець Є. Я. Розвиток інженерної діяльності в сучасних умовах в контексті наукового дискурсу. *Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії*. 2014. № 56. С. 5–13.

498. Штонда Є. М. Роль математичної культури для професійної діяльності бакалаврів будівельного профілю. *Педагогічний процес: теорія і практика*: зб. наук. пр. Вип. 1. Київ: ТОВ «Видавниче підприємство «Едельвейс», 2012. С. 168–176.



499. Щербак О. І. Неперервна професійно-педагогічна освіта: стан та перспективи. Педагогічна і психологічна науки в Україні. Київ: Педагогічна думка, 2007. Т. 5. 391 с.

500. Ягупов В. В. Педагогіка: навч. посіб. Київ: Либідь, 2002. 560 с. URL: [https://eduknigi.com/ped\\_view.php?id=23](https://eduknigi.com/ped_view.php?id=23) (дата звернення: 11.12.2021).

501. Яланська С. П. Психологія творчості: навч. посіб. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2014. 180 с. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/5570> (дата звернення: 01.08.2016).

502. Яновський А. Інформаційно-освітнє середовище в умовах дистанційного навчання. *Актуальні питання гуманітарних наук*: зб. наук. пр. молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. 2019. Т. 14, № 30. С. 310–315.

503. Ярхо Т. В., Ємельянова Т. В. Формування математичної компетентності майбутніх науково-педагогічних кадрів у системі неперервної професійної підготовки магістрів і аспірантів сучасного технічного університету. *Наукові записки Бердянського педагогічного університету. Педагогічні науки*: зб. наук. пр. 2015. Вип 3. С. 417–424.

504. Ярхо Т. О. Загальні вимоги до змісту професійно-математичної підготовки в технічному університеті в умовах компетентнісної освітньої моделі. *Вісник Черкаського університету. Серія: Педагогічні науки*. 2013. № 37 (290). С. 134–138.

505. Ярхо Т. О. Математична підготовка майбутніх фахівців технічного профілю в інтегрованому процесі фундаменталізації професійної технічної підготовки у ВНЗ. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди*. 2016. Вип. 36, т. VIII (68). С. 345–353.

506. Ярхо Т. О. Теоретичні і методичні основи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у вищих навчальних закладах.: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.04. Харків, 2017. 626 с.



URL: [http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis\\_Yarkho1.pdf](http://hnpu.edu.ua/sites/default/files/files/2018/09/dis_Yarkho1.pdf) (дата звернення 22.04.2020).

507. Ярхо Т. О. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх фахівців технічного профілю у вищих навчальних закладах: монографія. Харків: ФОП Гончаренко В. Ю., 2016. 284 с.

508. Яцишин О. М. Формування мотивації вивчення іноземної мови студентами економічних спеціальностей: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Вінницький держ. педагогічний ун-т ім. Михайла Коцюбинського. Вінниця, 2004. 276 с.

509. Яшкіна О. І. Статистичні інструменти визначення узгодженості думок експертів в маркетингових дослідженнях. Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». 2013. № 10. С. 442–449. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/evntukpi\\_2013\\_10\\_74](http://nbuv.gov.ua/UJRN/evntukpi_2013_10_74) (дата звернення: 11.12.2021).

510. Abdulwahed M., Jaworski B., Crawford A. R. Innovative approaches to teaching mathematics in higher education: a review and critique. *Nordic Studies in Mathematics Education*. 2012. № 17 (2). P. 49–68. URL: [http://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17\\_2\\_049068\\_abdulwahed.pdf](http://ncm.gu.se/wp-content/uploads/2020/06/17_2_049068_abdulwahed.pdf) (Last accessed: 16.01.2022).

511. Accreditation/ABET. URL: <https://www.abet.org/accreditation/> (Last accessed: 16.01.2022).

512. Allen I. E., Seaman J., Garrett R. Blending In: The Extent and Promise of Blended Education in the United States. March. 2007. 35 p. URL: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED529930.pdf> (Last accessed: 16.04.2020).

513. Alpers B. A Framework for Mathematics Curricula in Engineering Education: a Report of the Mathematics Working Group. Brussels: European Society for Engineering Education, 2013. 88 p. URL: <http://sefibenvwh.cluster023.hosting.ovh.net/wp-content/uploads/2017/07/Competency-based-curriculum-incl-ads.pdf> (Last accessed: 16.01.2022).

514. An Integrated Powerpoint-Maple based Teaching Learning Model for Multivariate Integral / Wiwatanapataphee B. et al. *International Electronic Journal of mathematics education*. 2010. Vol. 5, № 1. P. 5–31. URL: <https://www.iejme.com/article/an-integrated-powerpoint-maple-based-teaching-learning-model-for-multivariate-integral-calculus> (Last accessed: 14.12.2021).

515. Analytic hierarchy process. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Analytic\\_hierarchy\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process) (Last accessed: 29.03.2020).

516. Anderson T. Using the Global Networks for Continuing Professional Education. *Teaching and Learning via the Network*. 1993. № 5.

517. Andresen M. Modeling with the Software 'Derive' to Support a Constructivist Approach to Teaching. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 1–15.

518. Bastien J., C. St-Pierre, Jean-François Cantin. Multi-media Learning Tool for Teaching Mathematics. *Teaching and Learning in an Era of Change: Proceedings Frontiers in Education 27<sup>th</sup> Annual Conference*, December. 1997. Vol. 3. 5 p. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/632650> (Last accessed: 18.01.2022).

519. Batechko N., Lut M. Engineering education quality assurance in the european educational area. *The Modern Higher Education Review*. 2018. № 3. P. 45–58. DOI: <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2018.3.6>.

520. Blomhoj M., Jensen T. H. Developing mathematical modeling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*. 2003. Vol. 22, № 3. P. 123–139. URL: [https://www.researchgate.net/publication/290429778\\_Developing\\_mathematical\\_modelling\\_competence\\_Conceptual\\_clarification\\_and\\_educational\\_planning](https://www.researchgate.net/publication/290429778_Developing_mathematical_modelling_competence_Conceptual_clarification_and_educational_planning) (Last accessed: 29.11.2021).

521. Broadbridge P., Henderson S. Mathematics education for 21st century engineering students. Presentation to the Symposium Mathematics for 21st Century Engineering Students: Australian Mathematical Sciences Institute. 1

March 2008. 56 p. URL: [http://www.amsi.org.au/carrick\\_seminar\\_program.php](http://www.amsi.org.au/carrick_seminar_program.php)  
(Last accessed: 29.11.2021).

522. Burry J. Mathematical Relations in Architecture and Spatial Design. Spatial Information Architecture Laboratory. 2012. P. 100–105. URL: [http://www.math.unipa.it/~grim/21\\_project/21\\_charlotte\\_BurryPaperEdit2.pdf](http://www.math.unipa.it/~grim/21_project/21_charlotte_BurryPaperEdit2.pdf).  
(Last accessed: 18.11.2021).

523. Campbell T., Oh P. S., Neilson D. Discursive modes and their pedagogical functions in model-based inquiry (MBI) classrooms. *International Journal of Science Education*. 2012. № 34 (15). P. 2393–2419.

524. Campbell T., ZuWallack B. A., Longhurst M., Shelton B. E., Wolf P. G. An examination of the changes in science teaching orientations and technology-enhanced tools for student learning in the context of professional Development. *International Journal of Science Education*. 2014. № 36 (11). P. 1815–1848.

525. Campbell T., Seok Oh P., Maughn M., Kiriazis N., Zuwallack R. A Review of Modeling Pedagogies: Pedagogical Functions, Discursive Acts and Technology in Modeling Instruction. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2015. № 11 (1). P. 159–176.

526. Civil M. Bridging in-school mathematics and out-of-school mathematics : AERA Annual Meetings. 1998. 13 p. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED425066.pdf> (Last accessed: 17.11.2021).

527. Complete List of Online Math Resources: student Guide. URL: <http://www.studentguide.org/a-complete-list-of-online-math-resources/> (Last accessed: 18.12.2021).

528. Coupland M., Gardner A., Carmody G. Mathematics for Engineering Education: What Students Say. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. 2008. P. 139–146. URL: <https://www2.merga.net.au/documents/RP132008.pdf> (Last accessed: 09.05.2021).

529. Daniels M., Pears A. Models and methods for computing education research. *ACE 2012: proceedings of the Fourteenth Australasian Computing*

*Education Conference*. Melbourne. January, 2012. Vol. 123. P. 95–102. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2483716.2483728> (Last accessed: 18.11.2029).

530. Detection of accessibility and quality of websites of the leading universities of the world / M. Sashnova et. al. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2021. 30<sup>th</sup> June. Vol. 99, № 12. P. 2845–2857. URL: <http://www.jatit.org/volumes/Vol99No12/6Vol99No12.pdf> (Last accessed: 29.09.2021).

531. Dynamic Brains and the Changing Rules of Neuroplasticity: Implications for Learning and Recovery / P. Voss et al. *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 8, № 1657. P. 1–11.

URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5649212/pdf/fpsyg-08-01657.pdf> (Last accessed: 11.06.2020).

532. Engelbrecht J., Bergsten C., Kagesten O. Conceptual and procedural approaches to mathematics in the engineering curriculum: student conceptions and performance. *Journal Engineering Education*. 2012. Vol. 101 (1). P. 138–162. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb00045.x>.

533. Eremeev V. S. Osadchyi V. V., Gulynina E. V., Doneva O. V. A Mathematical Model of an Intelligent Information System for a Comparative Analysis of European Qualification Standards. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*. 2016. Vol. 12, № 3. P. 2113–2132.

534. Escuder A., Furner J. M. The Impact of GeoGebra in Math Teachers' Professional Development. P. 76–84. URL: <https://users.qsm.ac.il/Assistant/geogebra/articles/geogebra2.pdf> (Last accessed: 18.11.2021).

535. Features of the Fundamentalization of Education in Higher Educational Institutions of Ukraine in the Context of Sustainable Development / S. D. Rudyshyn et al. *Journal of Educational and Social Research*. 2020. Vol. 10 (6). P. 149–161. DOI: <https://doi.org/10.36941/jesr-2020-0116>.

536. Fontelles J. Borrell. European Union. Key Competencies for Life long Learning: recommendation of the European Parliament and to the Council of 18 December 2006 (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union*. 2006. 30

December. P. 394/10–I.394/18. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006H0962> (Last accessed: 18.11.2021).

537. Fry P. S. Fostering Children's Cognitive Competence through Mediated Learning Experiences: Frontiers and Futures. Springfield. 1991. 338 p.

538. Fundamentalization of the Social Workers' Professional Training in the Context of Globalization Processes. *Professional Education: Methodology, Theory and Technologies*. 2018. Vol. 8. P. 182–196. DOI: <https://doi.org/10.31470/2415-3729-2018-8-182-196>.

539. Gorrell J., Capron E. Cognitive modeling and self-efficacy: Effects on preservice teachers' learning of teaching strategies. *Journal of Teacher Education*. 1990. № 41(2). P. 15–22.

540. Henderson S. Broadbridge P. Engineering Mathematics Education in Australia. *MSOR Connections*. 2009. Vol. 9, № 1. URL: [https://www.researchgate.net/publication/242714842\\_Engineering\\_Mathematics\\_Education\\_in\\_Australia](https://www.researchgate.net/publication/242714842_Engineering_Mathematics_Education_in_Australia) (Last accessed: 09.05.2021).

541. Henderson S. Keen G. Mathematics education for 21st century engineering students: literature review. Australian Mathematical Sciences Institute. June 2007. 48 p. URL: <https://amsi.org.au/wp-content/uploads/2014/07/LitReviewW.pdf> (Last accessed: 09.05.2021).

542. Henderson S., Broadbridge, P. Mathematics education for 21st Century Engineering Students. *Proceedings to the Symposium Mathematics for 21st Century Engineering Students*, Melbourne: Australian Mathematical Sciences Institute, December 2007. Accessed April. 2008. P. 1–8. URL: <https://conference.eng.unimelb.edu.au/aaee2007/papers/inv-hend.pdf> (Last accessed: 18.11.2021).

543. History/ABET. URL: <https://www.abet.org/about-abet/history/> (Last accessed: 20.11.2021).

544. Hohenwarter J., Hohenwarter M., Lavicza Z. Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 2008. Vol. 28 (2). P. 135–146.

URL: [https://www.researchgate.net/publication/234730242\\_Introducing\\_Dynamic\\_Mathematics\\_Software\\_to\\_Secondary\\_School\\_Teachers\\_The\\_Case\\_of\\_GeoGebra](https://www.researchgate.net/publication/234730242_Introducing_Dynamic_Mathematics_Software_to_Secondary_School_Teachers_The_Case_of_GeoGebra)  
(Last accessed: 11.12.2021).

545. Ignacio N. G., Blanco Nieto L. J., Barona E. G. The Affective Domain in Mathematics Learning. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 2006. Vol. 1, № 1. P. 16–32.

546. Implementing «Big Ideas» to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) / C. Chalmers et al. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2017. Vol. 15 (Suppl 1). P. 25–43. DOI: <https://10.1007/s10763-017-9799-1>.

547. Karlusch A., Sachsenhofer W., Reinsberger K. Educating for the development of sustainable business models: Designing and delivering a course to foster creativity. *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 179. P. 169–179.

548. Ke F., Grabovski B. Gameplaying for maths learning: cooperative or not? *British Journal of Education Technology*. 2007. Vol. 38, № 2. P. 249–259.

549. Kent P., Noss R. Mathematics in the University Education of Engineers: The Ove Arup Foundation. May. 2003. 44 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/246780000\\_Mathematics\\_in\\_the\\_University\\_Education\\_of\\_Engineers](https://www.researchgate.net/publication/246780000_Mathematics_in_the_University_Education_of_Engineers) (Last accessed: 29.12.2021).

550. Keong C. C. A Study on the Use of ICT in Mathematics Teaching. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*. 2005. Vol. 2, № 3. P. 43–51. URL: <http://www.peoplelearn.homestead.com/MEdHOME2/RESEARCHInstrucTech/Math.teaching.pdf> (Last accessed: 10.12.2021).

551. Kilpatrick William Heard. The Project Method. *Teachers College Record*. 1918. № 19. P. 319–334.

552. King R. Mathematics for engineers: Observations from the review of engineering education: paper presented at the Symposium Mathematics for 21st Century Engineering Students. Australian Mathematical Sciences Institute, December 2007. URL: [http://www.amsi.org.au/carrick\\_seminar\\_program.php](http://www.amsi.org.au/carrick_seminar_program.php) (Last accessed: 09.09.2020).



553. Kolomiets A., Klochko V., Stakhova O. Formation of competences of students of technical specialties in the process of their fundamental mathematical training. *Society. Integration. Education: proceedings of the International Scientific Conference*. Rezekne, May 22<sup>th</sup>–23<sup>th</sup> 2020. – Rezekne, 2020. Vol. I. P. 443–453.

554. Kolomiets A., Kraievska O., Krupskyi Y., Tiytiynnyk O., Klieopa I., Kalashnikov I. Formation of the Cognitive Component of Professionally-Oriented Mathematical Competence of Future Radio Specialists in the Context of Neuroplasticity of the Human Brain. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. 2020. Vol. 11, issue 3. P. 15–28. URL: <https://lumenpublishing.com/journals/index.php/brain/article/view/3454/2562> (Last accessed: 11.12.2021).

555. Kolomiets A. Methodological aspects of fundamentalization of mathematical knowledge of future specialists in the field of electronics and telecommunications. *Zhytomyr Ivan Franko state university journal. Pedagogical sciences*. 2021. Vol. 3 (106). P. 62–70.

556. Kolomiets A., Tiutiunnyk O., Stakhova O., Fonariuk D., Dobraniuk Yu, Hensitska-Antoniuk N. Professional orientation of fundamentalization of mathematical training of future technical specialists. *AD ALTA: Journal of Research*. 2021. Vol. 194. P. 39–46.  
URL: [http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A\\_07.pdf](http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A_07.pdf) (Last accessed: 11.12.2021).

557. Lagrange J. B. Analysing the impact of ICT on Mathematics teaching practices. *European Research in Mathematics Education III: proceedings of the 3d Conference of the European Society for Research in Mathematics Education*. Bellaria Italia, 2014. P. 1–10. URL: [http://www.erne.tu-dortmund.de/~erne/CERME3/Groups/TG9/TG9\\_Lagrange\\_cerme3.pdf](http://www.erne.tu-dortmund.de/~erne/CERME3/Groups/TG9/TG9_Lagrange_cerme3.pdf) (Last accessed: 09.05.2021).

558. Leaf Caroline. *Switch On Your Brain: The Key to Peak Happiness, Thinking, and Health*. Baker books. 2013. 175.

559. Li Q. Would we teach without technology? A professor's experience of teaching mathematics education incorporating the internet. *Educational Research*. 2003. Vol. 45, № 1. P. 61–77. URL: [http://www.home38.com/pages/publication/TL522\\_01.pdf](http://www.home38.com/pages/publication/TL522_01.pdf) (Last accessed: 20.12.2021).

560. Lyon J. A., Magana A. J. A Review of Mathematical Modeling in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 2020. Vol 36. № 1 (A). P. 101–116. URL: [https://www.ijee.ie/latestissues/Vol36-1A/09\\_ijee3860.pdf](https://www.ijee.ie/latestissues/Vol36-1A/09_ijee3860.pdf) (Last accessed: 20.12.2021).

561. Makoye J. N. The teaching and learning of competence based mathematics curriculum: methods and techniques: a paper presented at the annual seminar of the Mathematical Association of Tanzania at Mazimbu Campas. 2010. № 9. 10 p. URL: <http://www.math.udsm.ac.tz/mat/THE TEACHING AND LEARNING OF COMPEENCE BASED.pdf> (Last accessed: 20.12.2021).

562. Martins S. C. An approach to teach Calculus/Mathematical Analysis (for engineering students) using computers and active learning – its conception, development of materials and evaluation. *Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Ciências da Educação*. 2013. 273 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/157626488.pdf> (Last accessed: 20.12.2021).

563. McCrae R. R., John O. P. An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*. 1992. Vol. 60. P. 175–215.

564. Meta-Analyzing the Relationship Between Grades and Job Performance / Philip L. Roth et al. *Journal of Applied Psychology*. 1996. Vol. 81, № 5. P. 548–556. URL [http://houdekpetr.cz/%21data/public\\_html/papers/Roth%20et%20al%201996.pdf](http://houdekpetr.cz/%21data/public_html/papers/Roth%20et%20al%201996.pdf) (Last accessed: 09.12.2020).

565. MIT OpenCourseWare. URL: <https://ocw.mit.edu/> (Last accessed: 18.12.2021).

566. Moen Emily, McLean Alison, Zwicker Jill, Lara Boyd. Plasticity and the Brains of children with learning disabilities. *Experiences of Children and Youth*



With Concussion: A Qualitative Study. 2022 Jul. 76(4).  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35709001/> (Last accessed: 09.09.2022).

567. Mustoe L. The mathematics background of undergraduate engineers. Department of Mathematical Sciences, Loughborough University. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.505.7932&rep=rep1&type=pdf> (Last accessed: 28.12.2021).

568. Neil M. W. An operational and systems approach to research tegy in educational technology. *Aspects of educational technology*. 1969. Vol. 111. P. 72–77.

569. New Webster’s Dictionary and Thesaurus of the English language: *Lexicon Publication*, 1993. 1150 p.

570. O’Connor M. C., Paunonen S. V. Big Five personality predictors of post–secondary academic performance. *Personality and Individual Difference*. 2007. Vol. 43 (5). P. 971–990.

571. Open Education Consortium. URL: <http://www.oeconsortium.org/courses> (Last accessed: 11.12.2021).

572. Osadchyi V., Osadcha K., Eremeev V. The Model of the intelligence System for the Analysis of Qualifications Frameworks of European Countries. *International Journal of Computing*. 2017. Vol. 16, issue 3. P. 133–142. URL: <http://computingonline.net/computing/article/view/896> (дата обращения: 17.03.2021).

573. Passey D. Technology-enhanced learning: Rethinking the term, the concept and its theoretical background. *British Journal of Educational Technology*. 2019. Vol. 50. P. 972–978. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12783>.

574. Persson P. Teaching and learning mathematics at secondary level with TINspire technology: Report from the research project. Malmö University. 2011. 64 p. URL: <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:1410497/FULLTEXT01.pdf> (Last accessed: 18.12.2021).

575. Pet’ko L. V. Development of students’ cognitive activity in foreign language teaching by using analogy method. *Actual problems of globalization:*

Collection of scientific articles. Thessaloniki, Greece: Midas S. A. 2016. P. 232–237. URL: <http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11301/Pet%27ko%20L%2c%202016%2c%20Greece.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(Last accessed: 18.12.2021).

576. Peter J. Aubusson, Allan G. Harrison, Stephen M. Ritchie. Teaching and Learning with Analogies. *Metaphor and analogy in science education*. 2006. June Vol. 30. 210 p. URL: [https://www.researchgate.net/publication/226440705\\_Teaching\\_and\\_Learning\\_with\\_Analogies](https://www.researchgate.net/publication/226440705_Teaching_and_Learning_with_Analogies) (Last accessed: 09.12.2020).

577. Sperry RW. Mind-brain interaction: mentalism, yes; dualism, no. *Neuroscience*. 1980;5(2):195-206.

578. Pintér K. On Teaching Mathematical Problem-Solving and Problem Posing: PhD thesis. Doctoral School in Mathematics and Computer Science University of Szeged. Szeged: Bolyai Institute, 2012. 22 p. URL: [https://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/1456/3/doktori\\_Tezisek\\_angol\\_vegleges.pdf](https://doktori.bibl.u-szeged.hu/id/eprint/1456/3/doktori_Tezisek_angol_vegleges.pdf) (Last accessed: 18.12.2021).

579. Polishchuk V. Fundamentalization of the Social Workers' Professional Training in the Context of Globalization Processes. *Professional Education: Methodology, Theory and Technologies*. 2018. Vol. (8). P. 182–196. URL: <https://education-journal.org/index.php/journal/article/view/177/174> (Last accessed: 15.05.2021).

580. Poropat A. E. A Meta-Analysis of the Five-Factor Model of Personality and Academic Performance. *Psychological Bulletin*. 2009. Vol. 135, №. 2. P. 322–338. URL: [https://www.researchgate.net/publication/24170515\\_A\\_Meta-Analysis\\_of\\_the\\_Five-Factor\\_Model\\_of\\_Personality\\_and\\_Academic\\_Performance](https://www.researchgate.net/publication/24170515_A_Meta-Analysis_of_the_Five-Factor_Model_of_Personality_and_Academic_Performance) (Last accessed: 09.12.2020).

581. Rachel C. F. Sun, Eadaoin K. P. Hui. Cognitive Competence as a Positive Youth Development Construct: A Conceptual Review. *The Scientific World Journal*. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1100/2012/210953>.

582. Rathva P. Teaching Mathematics through activities. 2012. 42 p. URL: <https://ru.scribd.com/document/389158546/TEACHING-MATHEMATICS-Parul-Rathva-pdf> (Last accessed: 11.12.2021).

583. Raven J., Stephenson J., O'Reilly D. Forthcoming. Beyond Competence to Capability and the Learning Society. London: Kogan Page, on behalf of Higher Education for Capability, 1998. 254 p.

584. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union. 2006. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006H0962> (Last accessed: 18.11.2021).

585. Saiman M., Wahyuningsih P. Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application*. 2017. Series 855. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/855/1/012041>.

586. Sashnova M., Zahorulko A., Liulchak S., Shabelnyk T., Kolomiiets A., Yermakova S. Detection of accessibility and quality of websites of the leading universities of the world. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2021. 30<sup>th</sup> June. Vol. 99, № 12. P. 2845–2857. URL: <http://www.jatit.org/volumes/Vol99No12/6Vol99No12.pdf> (Last accessed: 11.06.2020).

587. Sazhienko O. Diagnosis of formation of bachelors' professional competence in the field of computer technologies. *Problems of Modern Teacher Training*. 2021. № 1 (23). P. 116–125. DOI: [https://doi.org/10.31499/2307-4914.1\(23\).2021.232799](https://doi.org/10.31499/2307-4914.1(23).2021.232799).

588. Semerikov S. O., Teplytskyi I. O. Fundamentalization as a Basis for the Development of Innovative Higher Education. *Collection of Scientific Papers of Kamianets-Podilsk National Ivan Ogiienko University: Pedagogical Series*, 2009. Vol. 15. P. 249–251. DOI: <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2009-15.249-251>.

589. Shapiro S. Foundation Without Foundalism. Oxford University Press. 1997. 406 p.

590. Silbeman M. Active Strategies. 101 Strategies to Teach Active Learning. Boston : London etc., 1996. P. 5.

591. Staker H., Horn M. B. Classifying K-12 Blended learning. 2012. May. 22 p. URL: <https://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf> (Last accessed: 16.01.2022).

592. Strenze T. Intelligence and socioeconomic success: A metaanalytic review of longitudinal research. *Intelligence*. 2007. Vol. 35. P. 401–426. URL: [https://www.researchgate.net/publication/222868304\\_Intelligence\\_and\\_Socioeconomic\\_Success\\_A\\_Meta-Analytic\\_Review\\_of\\_Longitudinal\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/222868304_Intelligence_and_Socioeconomic_Success_A_Meta-Analytic_Review_of_Longitudinal_Research) (Last accessed: 09.12.2020).

593. The «Erfahrraum»: a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems / Beat A. Schwendimann et. al. *Journal of Vocational Education & Training*. 2015. № 67. P. 367–396.

594. Tiwari T. K. Computer Graphics as an Instructional Aid in an Introductory Differential Calculus Course. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 2007. Vol. 2, № 1. P. 32–48.

595. Torrance, E. Paul. Seven guides to creativity. *Journal of Health, Physical Education, Recreation*. 1965. Vol. 36, issue 4. P. 26–68.

596. Torrance E. P. The role of creativity in identification of the gifted and talented. *Gifted Child Quarterly*. 1984. Vol .28 (4). P. 153–156. DOI : <https://doi.org/10.1177/001698628402800403>.

597. Valko N. V., O. Kushnir N. O., Osadchyi V. V. Cloud technologies for STEM education. *Proceedings of the 7<sup>th</sup> Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*: CEUR Workshop Proceedings, Kryvyi Rih, December 20, 2019. Vol. 2643. P. 435–447. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper25.pdf> (Last accessed: 18.12.2021).

598. Vaskivska H. Didactic aspects of upper secondary and university education fundamentalization. *Science and Education*. 2017. Issue 5. P. 47–51.

URL: [https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2017/5\\_2017/9.pdf](https://scienceandeducation.pdpu.edu.ua/doc/2017/5_2017/9.pdf) (Last accessed: 09.05.2021).

599. Voss P., Thomas M. E., Cisneros–Franco M., [Étienne de Villers-Sidani](#) de Villers–Sidani. Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: implications for learning and recovery. *Front Psychol.* 2017. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29085312/> (Last accessed: 22.01.2019).

600. Waldvogel J., Zurich E. Teaching mathematics to engineering students at ETH: Coping with the diversity of engineering studies: proceedings of the IDEA League Workshop on Mathematics in Engineering. London: Imperial College, 2006. 16 p. URL: <https://people.math.ethz.ch/~waldvoge/Projects/london.pdf> (Last accessed: 09.09.2020)

601. Wilkinson B. The Seven Laws of the Learner: How to Teach Almost Anything to Practically Anyone. Water Brook Multnomah, CrownPublishing Group, a Penguin Random House LLC division, New York, United Stat. 1992. URL: [https://www.researchgate.net/publication/341098249\\_A\\_BOOK\\_REVIEW\\_OF\\_THE\\_SEVEN\\_LAWS\\_OF\\_THE\\_LEARNER\\_by\\_Bruce\\_Wilkinson](https://www.researchgate.net/publication/341098249_A_BOOK_REVIEW_OF_THE_SEVEN_LAWS_OF_THE_LEARNER_by_Bruce_Wilkinson) (Last accessed: 09.09.2020)

602. WME: a Web-based Mathematics Education System for Teaching and Learning / P. Wang et al. ICME 11-TSG 22, July 6–13, 2008. Monterrey, Mexico. 2008. Theme 3. 7 p. URL: <http://www.cs.kent.edu/~pwang/WME/icme2008.pdf> (Last accessed: 11.12.2021).

603. Wong K. Y. Multi-Modal Approach of Teaching Mathematics in a Technological Age. *A Major Paper accepted for presentation at the 8th SouthEast Asian Conference on Mathematics Education (SEACME–8)*, 30 May–4 June, 1999. 14 p. URL: <http://www.math.nie.edu.sg/kywong/Multi-modalSEACMEpaperwithadded diagram.pdf>. (Last accessed: 19.12.2021).

604. Woodruffe C. Competent by any other name. Presental Management. 1991. September. P. 30–33.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

**Анкета для визначення фундаментальних вмінь  
для майбутньої професійної діяльності МБГЕТК**

Шановні колеги!

Просимо Вас взяти участь в експерименті (опитуванні). Ваші відповіді  
надзвичайно важливі для нашого дослідження!

Дякуємо!

Як довго Ви займаєтесь інженерною діяльністю?

- менше 5 років
- 5-10 років
- 10-15 років
- 15-20 років
- більше 20 років

За яким напрямом інженерної діяльності Ви працюєте?

- Менеджмент
- Машинобудування
- Механізатор
- Електро- та радіотехніка
- Енергозабезпечення
- Програмування
- Будівельник
- Інше \_\_\_\_\_

Вкажіть, будь ласка, місце роботи \_\_\_\_\_

Які вміння, здобуті у закладі вищої освіти, знадобилися Вам найбільше для Вашої професійної діяльності? (Укажіть бал)

<i>Оцініть важливість вміння для Вашої професійної діяльності</i>	<i>Який вплив здійснило навчання у технічному закладі на вказане вміння</i>
Вміння систематизувати інформацію	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння структурувати інформацію	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння виділяти головне	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Вміння конструювати та проводити дослідження	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння логічно мислити	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння до адаптації в нових умовах роботи	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння до організаторської діяльності	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння налагоджувати стосунки з людьми	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння до самоосвіти	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння відстоювати свою точку зору	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння знаходити необхідну для роботи інформацію	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння передбачати результат діяльності, вирішення певної проблеми	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння проектувати вироби середньої та високої складності	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння здійснювати збір, обробку та аналіз інформації	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Вміння до розробки програм, патентів та іншої продукції	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



## Додаток Б

Таблиця Б.1

Перелік деяких технічних ЗВО, на базі яких проводиться підготовка фахівців галузі 17. «Електроніка та телекомунікації» та значення кількості кредитів, що відведені на вивчення вищої математики

	<i>Назва вищого навчального закладу</i>	<i>Назва освітньо-професійної програми і спеціальності галузі 17</i>	<i>Дисципліна та кількість відведених кредитів на її вивчення</i>
1	Вінницький національний технічний університет (ВНТУ)	ОПП- Радіотехніка Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 18
2	Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет» (ДВНЗ УНУ)	ОПП – Електронні системи Електроніка	Вища математика 19
3	Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара	ОПП - Інфокомунікації та системи зв'язку Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 15
4	Запорізький національний університет Інженерний інститут	Електроніка	Вища математика 8
5	Луцький національний технічний університет	ОПП – Електроніка Електроніка	Вища математика 19
6	Національний авіаційний університет	ОПП - Телекомунікаційні системи та мережі Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 16,5
7	Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»	Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 14
8	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	ОПП - Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки Електроніка та телекомунікації	Вища математика 20

9	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»	ОПП - Електронні компоненти і системи  Електроніка	Математичний аналіз 17,5
			Аналітична геометрія 4,5
10	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»	ОПП- Телекомунікації та радіотехніка  Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 16
11	Одеський національний політехнічний університет	ОПП-Електронно-обчислювальна техніка  Електроніка та телекомунікації	Вища математика - 21
12	Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя	ОПП-Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика (ч.1-ч.3) - 13,5
13	Харківський національний університет радіоелектроніки	ОПП Радіотехніка  Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика -12
			Вища математика (спеціальні розділи) - 4
14	Центральноукраїнський національний технічний університет	ОПП - Телекомунікації та радіотехніка  Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 15
15	Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича	ОПП -Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби  Телекомунікації та радіотехніка	Вища математика 15

(сформовано автором на основі аналізу освітньо-професійних програм)

## Додаток В

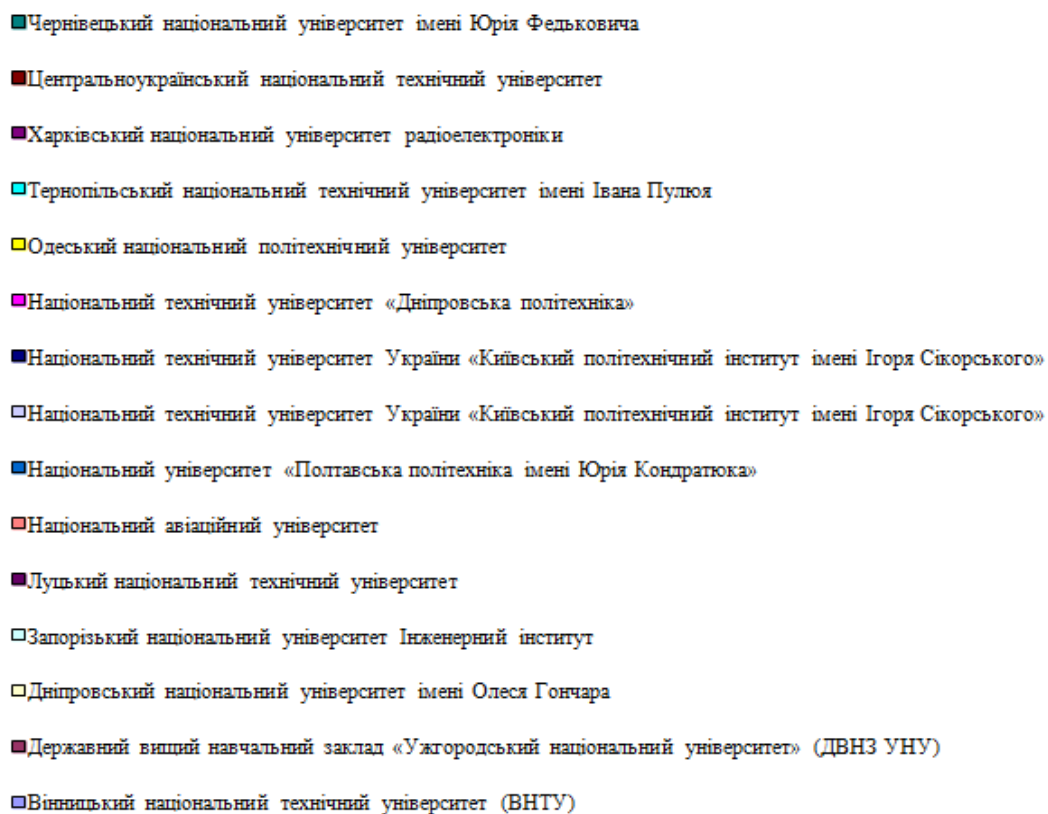
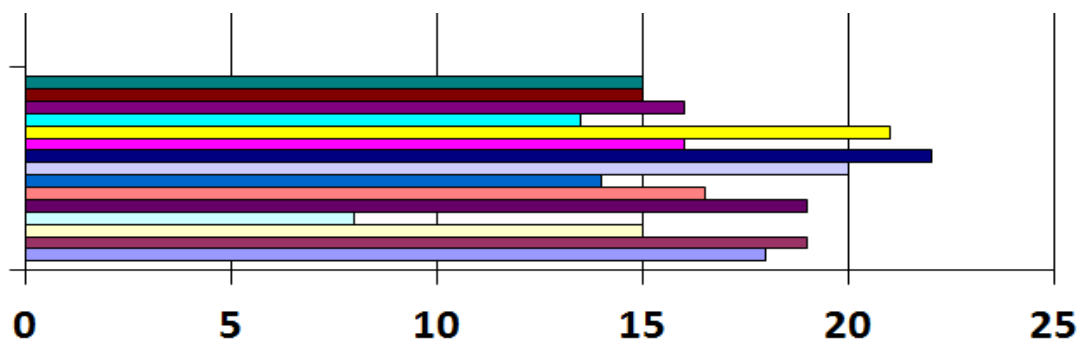
Аналіз кількості відведених годин на вивчення вищої математики у  
технічних ЗВО

Рисунок В.1. Аналіз кількості годин, що відведені для вивчення вищої математики у технічних ЗВО

## Додаток Г

Аналіз наповнення змісту математичної підготовки Массачусетського технологічного інституту (Massachusetts Institute of Technology – MIT)

«До складу Calculus I включено такі теми: диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної, їх застосування; неформальне уведення границь та нескінченності; диференціювання: означення, основні правила, застосування до побудови графіків функцій, швидкість зміни, наближення, екстремуми; невизначений інтеграл; диференціальні рівняння першого порядку з відокремлювальними змінними; визначений інтеграл, основна теорема аналізу; застосування інтегралів у геометрії та науці; елементарні функції; методи інтегрування; полярні координати; правило Лопіталя; невластні інтеграли; нескінченні ряди: геометричні, гармонійні, прості ознаки порівняння, степеневі ряди для деяких елементарних функцій. До складу Calculus II включено такі основні теми: числення декількох змінних; векторна алгебра в тривимірному просторі, визначники, матриці; вектор-функції однієї змінної, рух у просторі; скалярні функції декількох змінних: частинні похідні, градієнт, методи оптимізації; подвійні інтеграли та криволінійні інтеграли на площині; точні диференціали та потенційне векторне поле; теорема Гріна та її застосування, потрійні інтеграли, лінійні та поверхневі інтеграли у просторі, теорема дивергенції, теорема Стокса; застосування числення декількох змінних. Крім обов'язкових навчальних дисциплін (corecurriculum) на різних напрямках підготовки пропонується додатково певний список дисциплін для кожного напрямку підготовки.

---

Кіяновська Н. М. Засоби ІКТ навчання у фундаментальній підготовці майбутніх інженерів: досвід США. *Збірник наук. праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія : Педагогічна.* 2012. № 18. С. 203-207.

## Додаток Д

## АНКЕТА ЕКСПЕРТА

**Шановні колеги!**

**Просимо Вас взяти участь у педагогічному дослідженні.  
Будь-ласка, дайте відповідь на наступні запитання.**

1. Дисципліна, яку Ви викладаєте \_\_\_\_\_

2. Курс, на якому викладається дисципліна **1 2 3 4 5**.

3. Пропонуємо Вам перелік тем з вищої математики. Оцініть актуальність кожної із запропонованих тем відносно Вашої дисципліни

Тема 1. Основні класи чисел. Комплексні числа *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 2. Матриці, визначники та системи лінійних рівнянь *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 3. Вектори у просторі та на площині *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 4. Системи координат на площині *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 5. Площина у просторі *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 6. Пряма у просторі та на площині *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 7. Криві другого порядку *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 8. Функція однієї змінної *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 9. Границя послідовності та границя функції. *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 10. Похідна функції *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 11. Застосування похідної *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 12. Невизначений інтеграл *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 13. Визначений інтеграл	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 14. Функції багатьох змінних	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 15. Екстремуми функції багатьох змінних	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 16. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 17. Диференціальні рівняння вищих порядків	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 18. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 19. Подвійний інтеграл	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 20. Потрійний інтеграл	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 21. Криволінійні інтеграли	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 22. Поверхневі інтеграли	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 23. Теорія поля	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 24. Числові ряди	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 25. Функціональні ряди. Степеневі ряди	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 26. Ряди Фур'є	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>
Тема 27. Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ	<i>min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max</i>

Тема 28. Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 29. Операційне числення. Інтегральне перетворення Лапласа *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 30. Теорія множин *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 31. Комбінаторика *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 32. Математична логіка *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 33. Теорія графів *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

*Теорія імовірності*

Тема 34. Ймовірності випадкових подій

Тема 35. Випадкові величини *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 36. Основні поняття математичної статистики *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Тема 37. Оцінювання невідомих параметрів генеральної сукупності. Кореляційний та регресійний аналізи *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Які з перерахованих особливостей на Вашу думку впливають на успіх у вивченні Вашої дисципліни:

Талант *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Розум *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Наполегливість *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Вмотивованість *min 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 max*

Інша відповідь \_\_\_\_\_ -

*Дякуємо за Ваші відповіді!*

## Додаток Е

### Результати експертного оцінювання вагомості дисципліни «Вища математика» для дисципліни «Біофізика та біомеханіка»

За результатами анкетування загальна вагомість вищої математики для дисципліни «Біофізика та біомеханіка» складає 107 балів, що становить 71 % від загально можливої вагомості вищої математики для цієї дисципліни.

Результати експертного рейтингування тем з вищої математики викладачами дисципліни «Біофізика та біомеханіка» продемонстровано на рисунку 1.5.

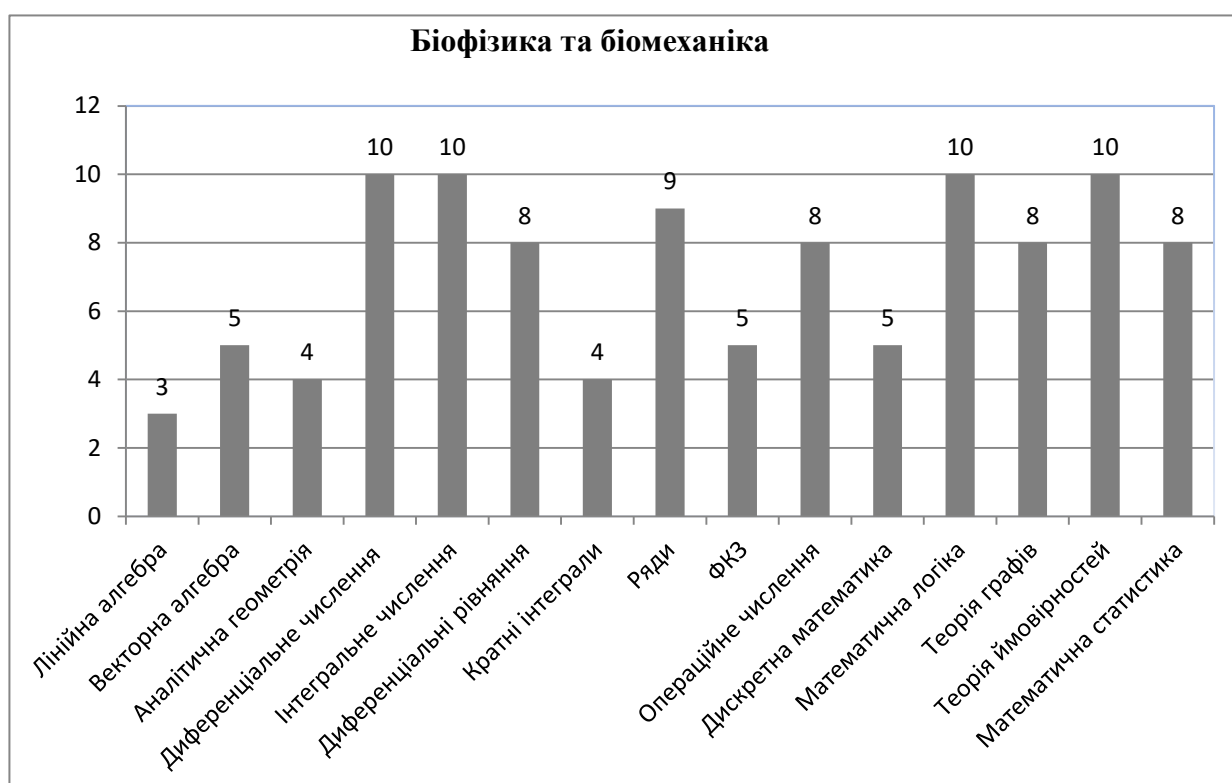


Рис. 1. Геометричне зображення результату анкетування викладачів дисципліни «Біофізика та біомеханіка» стосовно важливості тем з математики для цієї дисципліни



## Додаток Ж

## Робоча програма навчальної дисципліни «Вища математика»

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра вищої математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор з науково-педагогічної роботи по організації навчального процесу та його науково-методичного забезпечення

Васіленський О. М.

« 19 » 09 2019 року

**ВИЩА МАТЕМАТИКА**  
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки	бакалавра
галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування 16 Хімічна та біоінженерія 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	<u>153 Мікро- та наносистемна техніка</u> <u>163 - Біомедична інженерія</u> <u>171 Електроніка</u> <u>172 Телекомунікації та радіотехніка</u>
освітня програма	Біомедична інженерія Мікро- та наносистемна техніка Телекомунікації, Інформаційно-телекомунікаційні технології Телекомунікаційні системи та мережі, радіотехніка, Інформаційно-обчислювальні засоби радіоелектронних систем Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки

2019 рік

Робоча програма дисципліни «Вищої математики» для студентів спеціальностей  
 153 Мікро- та наносистемна техніка, 163 Біомедична інженерія, 171 Електроні-  
 ка, 172 Телекомунікації та радіотехніка 2019. – 29 с.

Розробник: Михалевич В. М., професор каф. ВМ, д.т.н., проф., Коломієць А. А.,  
доцент каф. ВМ, к.пед.н., доц., Абрамчук І.В., ст. викл. каф. ВМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри вищої математики

Протокол від « 03 » вересня 2019 року № 1

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ д.т.н., професор Михалевич В.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною комісією факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки  
 та наносистем

Протокол від « 16 » вересня 2019 року № 1

Голова Методичної комісії ФІРЕН \_\_\_\_\_ проф. В. М. Кичак

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено Методичною радою ВНТУ

Протокол від « 19 » 09 2019 року № 1

Голова \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. Васілевський О. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

© В.М. Михалевич

А.А. Коломієць

І.В. Абрамчук

© ВНТУ, 2019 рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
		денна форма навчання		
1 семестр Кількість кредитів – 6 2 семестр Кількість кредитів – 6 3 семестр Кількість кредитів – 6	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування 16 Хімічна та біоінженерія 17 Електроніка та телекомунікації	Нормативна		
Модулів – 3		<b>Рік підготовки:</b>		
Змістових модулів – 14		1	2	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. визначаються робочим навчальним планом чи рішенням кафедри)	Спеціальність 153 Мікро- та наносистемна техніка 163 - Біомедична інженерія 171 Електроніка 172 Телекомунікації та радіотехніка	Семестр		
Загальна кількість годин : 540		1	2	3
денна форма 1 семестр – 180 2 семестр – 180 3 семестр – 180		Лекції (год.)		
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>1 семестр</i> аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 4,5 <i>2 семестр</i> аудиторних – 5,5 самостійної роботи студента – 4,5 <i>3 семестр</i> аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 5	Рівень вищої освіти – перший (бакалавр)	54	45	45
		<b>Практичні (год.)</b>		
		45	54	45
		<b>Самостійна робота</b>		
		81	81	90
		Вид контролю: іспит в кожному семестрі		

**Примітка.** Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

*для денної форми навчання*

1 семестр – 55%

2 семестр – 55%

3 семестр – 50%

### **Передумови для вивчення дисципліни**

Базові знання елементарної математики та фізики.

### **Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мету викладання вищої математики** у вищій технічній школі з використанням інформаційних технологій можна сформулювати таким чином:

- формування особистості студентів, розвиток їх інтелекту, аналітичного та синтетичного мислення, відповідної математичної культури, інтуїції;
- оволодіння математичним апаратом, необхідним для вивчення загально інженерних та спеціальних дисциплін, розвиток здібностей свідомого сприйняття математичного матеріалу, характерного для спеціальності інженера;
- оволодіння основними математичними методами, необхідними для аналізу і моделювання пристроїв, процесів і явищ, пошуків оптимальних рішень з метою підвищення ефективності виробництва і вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання і аналізу результатів експериментів;
- оволодіння вмінням самостійно працювати з математичною літературою.

Завдання викладання вищої математики полягають в тому, щоб продемонструвати сутність наукового підходу до вивчення процесів і явищ оточуючого світу, роль математики у розвитку наукових досліджень і технічному прогресі. Необхідно навчити студентів прийомам дослідження і розв'язування математично формалізованих задач з використанням комп'ютера, виробити у студентів уміння аналізувати одержані результати, навички самостійного вивчення літератури з математики та її застосуванні.

Математична компетентність – це спроможність особистості бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, наприклад, моделювання комп'ютерних мереж,

будувати математичну модель, досліджувати її методами дискретної математики, інтерпретувати отримані результати, використовуючи матрицю суміжності та матрицю інцидентності, оцінювати похибку обчислень.

Складові математичної компетентності:

- процедурну – уміння розв'язувати типові математичні задачі;
- логічну – володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень;
- технологічну – володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності;
- дослідницьку – володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач;
- методологічну – уміння оцінювати доцільність використання математичних методів для розв'язування індивідуально і суспільно значущих завдань.

**В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:**

***вміти***

- виконувати дії з матрицями, знаходити обернену матрицю;
- обчислювати визначники довільних порядків;
- розв'язувати системи лінійних рівнянь методами Гаусса, Крамера, матричним методом та методом звичайних жорданівських виключень;
- виконувати в системі комп'ютерної математики дії з матрицями, що пов'язані з налаштуванням нейронних мереж Гопфілда, Кохонена та Хемінга. 1\*
- виконувати лінійні операції над векторами, знаходити скалярний та векторний добуток векторів;
- визначати тип кривої або поверхні за канонічним рівнянням і зображати її графічно;
- встановлювати характер взаємного розміщення прямих на площині та прямих і площин в просторі;
- знаходити границю функцій, похідну, проводити повне дослідження функції та будувати на основі дослідження графік функції;
- визначити та класифікувати точки розриву;
- знаходити частинні похідні та досліджувати функції багатьох змінних на екстремум;
- виконувати дії з комплексними числами;
- знаходити первісні, невизначені інтеграли;
- обчислювати визначені та невласні інтеграли;
- обчислювати кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли;
- знаходити загальний розв'язок звичайних диференціальних рівнянь та

- нормальних систем диференціальних рівнянь;
- визначати тип квазілінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними другого порядку та зводити їх до канонічного вигляду;
  - досліджувати числові ряди на збіжність, визначати область збіжності степеневому ряду;
  - розвивати функції в степеневі ряди, застосовувати ряди до наближених обчислень;
  - розв'язання в середовищі системи комп'ютерної математики прикладних задач, що пов'язані з використанням рядів Фур'є для аналізу сигналів та зображень; 1\*
  - обчислювати імовірності випадкових подій безпосередньо та за допомогою теорем і основних формул теорії ймовірностей;
  - складати ряд розподілу і функцію розподілу дискретної випадкової величини;
  - обчислювати основні числові характеристики випадкових величин;
  - застосовувати метод Монте-Карло до розв'язання прикладних задач; 1\*
  - проводити обробку експериментальних даних;
  - знаходити надійний інтервал математичного сподівання;
  - застосовувати набуті знання до вирішення прикладних задач.

### **знати**

- матриці, види матриць, дії з ними та їх застосування, зокрема, до налаштування нейронних мереж<sup>1\*</sup>;
- визначники та їх властивості;
- системи лінійних рівнянь та методи їх розв'язування;
- власні числа і вектори матриці та їх застосування; 1\*
- вектори і дії над ними;
- системи координат;
- канонічні рівняння прямої і площини;
- рівняння кривих і поверхонь другого порядку;
- основні поняття теорії границь;
- основні поняття теорії функцій багатьох змінних;
- основні поняття диференціального і інтегрального числень: функції, похідної, диференціалу, невизначеного інтегралу, визначеного інтегралу;
- поняття подвійного та потрійного, криволінійного та поверхневого інтегралів;
- поняття числового, степеневому та функціонального ряду;
- основні поняття теорії рядів: суми ряду, збіжності ряду, інтервалу збіжності степеневому ряду;
- ряди Тейлора та Маклорена;

- ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень; 1\*
- основні поняття теорії звичайних диференціальних рівнянь;
- основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах;
- поняття комплексного числа та форми його подання;
- операції над комплексними числами та їх властивості;
- поняття випадкової події та її ймовірності;
- основні теореми теорії ймовірностей;
- поняття випадкової величини;
- поняття ряду розподілу та функції розподілу випадкових величин;
- поняття щільності розподілу ймовірностей;
- числові характеристики випадкових величин та їх властивості;
- основні закони розподілу випадкових величин;
- граничні теореми теорії ймовірностей;
- метод Монте-Карло; 1\*
- поняття надійного інтервалу;
- критерій згоди.

**Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни.**

В результаті вивчення дисципліни студент повинен: набути базові знання розділів математики, в обсязі необхідному для володіння математичним апаратом теорії інформації, радіотехніки та теорії комунікацій, розуміння процесів під час передавання електричних сигналів лініями зв'язку; набути здатність застосовувати знання до спеціалізованих завдань та практичних проблем у галузі професійної діяльності; набути здатність аналізувати результати вимірювання параметрів та характеристик інформаційних та радіотехнічних систем прийому (з математичної точки зору), здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вміння застосовувати математичні знання в професійній діяльності.

Набути здатність до пошуку, оброблення інформації з різних джерел, здатність до системного мислення, набути вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми, здатність генерувати нові ідеї (креативність), здатність проводити дослідження на відповідному рівні, здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях, здатність брати участь в науково-дослідній діяльності при вирішенні інженерних і наукових задач, при розробці експериментальних моделей та прототипів штучних органів та систем.

Оволодіти уміннями сприймати та розуміти надану математичну інформацію у повному обсязі, застосовувати

математичні знання у процесі розв'язання професійних задач, побудови математичних моделей, оволодіти уміннями наполегливо досягати поставленої мети, уміннями відповідально ставитись до виконуваної роботи.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час 3 тематичних робіт, виконання та захисту ТР, іспитів.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до тематичних робіт, написання контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до практичних занять, тестування, іспитів.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Семестр 1**

#### ***Змістовий модуль 1. Лінійна та векторна алгебра***

**Тема 1. Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначних для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах Гопфілда і Кохонена.**<sup>1\*</sup>

Види матриць та їх розмірність. Квадратні, діагональні, скалярні та одиничні матриці різних порядків. Додавання та множення матриць.

**Тема 2. Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга.**<sup>1\*</sup>

Способи задання та дії з матрицями

**Тема 3. Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин.**<sup>1\*</sup>

Означення та способи знаходження власних чисел і векторів квадратної матриці. Застосування.

**Тема 4. Визначники та системи лінійних рівнянь.**

Визначники 2-го та 3-го порядків. Визначники вищих порядків та їх властивості. Обернена матриця. Системи лінійних алгебричних рівнянь (СЛАР). Теорема Кронекера – Капелі. Правило Крамера розв'язання СЛАР. Метод Гаусса розв'язання СЛАР. Матричний метод розв'язання СЛАР.

**Тема 5. Вектори та дії над ними.**

Означення вектора, модуль вектора, рівність векторів. Операції над векторами у геометричній формі: сума, різниця, добуток вектора на число. Лінійна комбінація векторів, лінійна незалежність векторів. Базис. Розкладення векторів за базисом. Координати вектора. Скалярний добуток векторів. Кут між векторами. Орієнтація трійки векторів. Векторний добуток



та його фізичний і геометричний зміст. Мішаний добуток векторів та його геометричний зміст.

## ***Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія***

### **Тема 6. Рівняння прямої на площині**

Різні види рівнянь прямої на площині. Відстань від точки до прямої..

### **Тема 7. Площина у просторі**

Рівняння площини у просторі: загальне рівняння площини; рівняння площини за нормаллю та точкою; рівняння площини, що проходить через три точки. Кут між площинами. Відстань від точки до площини.

### **Тема 8. Пряма у просторі**

Рівняння прямої у просторі: загальні рівняння прямої; канонічне рівняння прямої; рівняння прямої, що проходить через дві точки; векторне та параметричні рівняння прямої. Кут між прямими, кут між прямою та площиною. Відстань від точки до прямої у просторі.

### **Тема 9. Криві другого порядку**

Еліпс: означення, рівняння, форма еліпса, фокуси, ексцентриситет, директриси еліпса. Побудова еліпса. Гіпербола: означення, форма гіперболи, асимптоти, фокуси, ексцентриситет, директриси. Парабола: означення, форма, фокус, директриса. Оптичні властивості еліпса, гіперболи, параболи.

## ***Змістовий модуль 3. Диференціальне числення функцій однієї змінної***

### **Тема 10. Функція однієї змінної**

Означення функції однієї змінної. Способи завдання функції: табличний, графічний, явний, неявний. Основні елементарні функції. Обмежена функція. Складена функція. Обернена функція. Зростання та спадання функції. Опукла та увігнута функції.

### **Тема 11. Границя послідовності та функції. Неперервність функції**

Границя послідовності. Властивості границі послідовності. Границя функції. Односторонні границі. Нескінченно малі та нескінченно великі функції. Властивості нескінченно малих та нескінченно великих функцій. Властивості границі функції. Перша та друга чудові границі. Методи обчислення границь. Означення неперервної функції у точці та на множині. Властивості неперервних функцій. Точки розриву функції та їх класифікація. Асимптоти графіка функції.

### **Тема 12. Похідна функції**

Означення похідної. Геометричний та фізичний зміст похідної. Властивості похідної функції: похідна суми, різниці функцій; похідна добутку та частки функцій; похідна складної функції; похідна оберненої функції. Таблиця похідних елементарних функцій. Похідні вищих порядків.

### **Тема 13. Застосування похідної**

Точки локального екстремуму функції. Теорема Ферма. Теорема Ролля. Теорема Лагранжа. Інтервали монотонності функції. Опуклість, увігнутість функції, точки перегину. Схема побудови графіка функції. Диференціал функції та його геометричний зміст. Використання диференціалу функції для наближених обчислень. Формула Тейлора.

#### ***Змістовий модуль 4. Інтегральне числення функції однієї змінної***

##### **Тема 14. Комплексні числа. Многочлени.**

Форми запису комплексних чисел. Дії над комплексними числами. Многочлени. Основна теорема алгебри. Правильні, неправильні та елементарні раціональні дроби.

##### **Тема 15. Невизначений інтеграл**

Первісна та невизначений інтеграл. Властивості невизначеного інтегралу. Таблиця інтегралів основних елементарних функцій. Метод підстановки. Інтегрування частинами. Інтегрування найпростіших дробів. Інтегрування раціональних функцій. Інтегрування тригонометричних виразів. Тригонометричні підстановки. Інтегрування деяких ірраціональностей.

##### **Тема 16. Визначений інтеграл**

Означення визначеного інтегралу. Геометричний та фізичний зміст визначеного інтегралу. Властивості визначеного інтегралу. Інтеграл зі змінною верхньою межею. Формула Ньютона–Лейбниця. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування частинами у визначеному інтегралі. Застосування визначеного інтегралу у геометрії: обчислення площ фігур, довжини дуги кривої, об'ємів тіл. Невласні інтеграли I та II роду.

## **Семестр 2**

#### ***Змістовий модуль 5. Функції багатьох змінних (ФБЗ) Диференціальне числення ФБЗ***

##### **Тема 17. Функції багатьох змінних**

Поняття про функцію двох змінних, функцію багатьох змінних. Окіл точки. Приріст функції, границя ФБЗ. Неперервність ФБЗ. Графік функції двох змінних. Лінії рівня. Частинні похідні. Похідна за напрямком. Градієнт функції. Повний диференціал. Використання повного диференціалу у наближених обчисленнях.

##### **Тема 18. Екстремуми функції багатьох змінних**

Означення екстремуму ФБЗ. Необхідні умови екстремуму ФБЗ.

Достатні умови екстремуму функції двох змінних. Умовний екстремум функції двох змінних. Метод найменших квадратів.

## ***Змістовий модуль 6. Звичайні диференціальні рівняння***

### **Тема 19. Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку**

Означення диференціального рівняння, порядок диференціального рівняння. Інтегрування диференціальних рівнянь. Загальний розв'язок та загальний інтеграл диференціального рівняння. Задача Коші. Диференціальні рівняння першого порядку. Інтегральні криві. Типи диференціальних рівнянь першого порядку: рівняння з відокремленими змінними, однорідні диференціальні рівняння, лінійні диференціальні рівняння.

### **Тема 20. Диференціальні рівняння вищих порядків**

Лінійні диференціальні рівняння  $n$ -го порядку. Структура розв'язків лінійного диференціального рівняння  $n$ -го порядку. Лінійні диференціальні рівняння  $n$ -го порядку із сталими коефіцієнтами. Характеристичне рівняння. Методи розв'язання лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь 2-го порядку із сталими коефіцієнтами. Диференціальні рівняння, які допускають зниження порядку.

### **Тема 21. Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами**

Однорідні та неоднорідні системи. Метод варіації довільних сталих. Метод підстановки.

## ***Змістовий модуль 7. Інтегрування функцій декількох змінних***

### **Тема 22. Подвійний інтеграл**

Означення подвійного інтегралу та умови його існування. Властивості подвійного інтегралу. Оцінювання подвійного інтегралу. Теорема про середнє. Обчислення подвійного інтегралу у прямокутних координатах. Обчислення подвійного інтегралу у полярних та загальних криволінійних координатах. Застосування подвійного інтегралу.

### **Тема 23. Потрійний інтеграл**

Означення потрійного інтегралу та умови його існування. Властивості потрійного інтегралу. Оцінювання потрійного інтегралу. Обчислення потрійного інтегралу у прямокутних координатах. Циліндрична та сферична системи координат. Обчислення потрійного інтегралу у загальних криволінійних, циліндричних та сферичних координатах. Застосування потрійного інтегралу.

### **Тема 24. Криволінійні інтеграли**

Означення криволінійного інтегралу по довжині (першого роду), його властивості. Обчислення криволінійного інтегралу першого роду. Застосування криволінійного інтегралу першого роду у фізиці. Означення

криволінійного інтегралу по координатах (другого роду), його властивості. Обчислення та фізичний зміст. Формула Гріна та її наслідки, умови незалежності криволінійного інтегралу другого роду від шляху інтегрування у просторі  $R^2$ . Зведення криволінійного інтегралу другого роду до криволінійного інтегралу першого роду.

### **Тема 25. Поверхневі інтеграли**

Означення поверхневого інтегралу першого роду та його властивості, геометричний та фізичний зміст. Обчислення поверхневого інтегралу першого роду. Односторонні та двохсторонні поверхні. Означення поверхневого інтегралу по координатах (другого роду) та його властивості. Обчислення поверхневого інтегралу другого роду. Зведення поверхневого інтегралу другого роду до поверхневого інтегралу першого роду.

## ***Змістовий модуль 8. Теорія поля***

### **Тема 26. Теорія поля**

Скалярні та векторні поля. Градієнт, ротор та дивергенція. Циркуляція векторного поля, її фізичний зміст. Теорема Стокса, зв'язок з формулою Гріна, умови незалежності криволінійного інтегралу другого роду від шляху інтегрування у просторі  $R^3$ . Фізичний зміст оператора ротор. Потік векторного поля. Теорема Остроградського. Фізичний зміст оператора дивергенція. Потенціальні поля, потенціал поля. Соленоїдальні поля. Оператори Гамільтона і Лапласа.

## ***Змістовий модуль 9. Числові, функціональні та степеневі ряди***

### **Тема 27. Числові ряди**

Числовий ряд. Збіжність числового ряду. Необхідна умова збіжності. Абсолютна та умовна збіжності. Достатні ознаки збіжності. Знакопозначені ряди, теорема Лейбніца.

### **Тема 28. Функціональні ряди. Степеневі ряди**

Функціональний ряд. Поточкова та рівномірна збіжність ряду, область збіжності функціонального ряду. Диференціювання та інтегрування функціональних рядів. Степеневі ряди, радіус збіжності. Властивості степеневих рядів у колі збіжності. Розвинення функції в ряд Тейлора-Маклорена. Ряди Тейлора для основних елементарних функцій.

**Змістовий модуль 10. Ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень.**<sup>1\*</sup>

### **Тема 29. Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.**

Ортогональна система функцій. Ряд Фур'є по ортогональній системі функцій. Тригонометрична система функцій та її ортогональність. Збіжність

тригонометричного ряду до початкової функції. Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних та неперіодичних функцій. Перетворення Фур'є та його властивості.

**Тема 30.** Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.

**Тема 31.** Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.

Особливості обчислення коефіцієнтів Фур'є в системі символічної математики. Візуалізація апроксимації функцій рядами Фур'є.

**Тема 30.** Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.

Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних та неперіодичних функцій. Перетворення Фур'є та його властивості.

**Тема 31.** Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.

### Семестр 3

#### *Змістовий модуль 11. Теорія функцій комплексної змінної*

**Тема 32.** Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ

Основні множини точок комплексної площини. Функція комплексної змінної. Диференційовність ФКЗ. Умови Коші – Рімана. Елементарні аналітичні функції та їх властивості. Конформні відображення.

#### **Тема 33.** Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ

Інтегрування ФКЗ. Теорема Коші. Формула Коші. Ізольовані особливі точки. Ряди Тейлора і Лорана. Лишки, їх обчислення і застосування.

#### *Змістовий модуль 12. Операційне числення*

#### **Тема 34.** Інтегральне перетворення Лапласа

Інтегральне одностороннє перетворення Лапласа, достатні умови існування. Основні теореми операційного числення. Обернене перетворення Лапласа, зв'язок з інтегральним перетворенням Фур'є. Способи відновлення оригіналів. Згортка оригіналів, її властивості. Розв'язування задачі Коші системи диференціальних рівнянь операторним методом. Інтеграл Дюамеля, його застосування.

#### *Змістовий модуль 13. Основні поняття теорії ймовірностей*

#### **Тема 31.** Комбінаторика

Основні поняття. Перестановки. Розміщення. Комбінації. Розміщення та комбінації з повтореннями.

**Тема 36. Ймовірності випадкових подій.**

Основні поняття теорії ймовірностей. Подія, алгебра подій. Аксиоматичні основи імовірності, класичне та геометричне означення імовірності.

**Тема 37. Основні теореми та формули теорії ймовірностей.**

Сумісні та несумісні події, теорема додавання. Залежні та незалежні події, умовна імовірність, теорема множення. Формули повної імовірності і Байєса. Схема випробувань Бернуллі. Локальна та інтегральна теореми Лапласа. Теорема Пуассона. Теорема Я. Бернуллі.

**Змістовий модуль 14. Метод Монте – Карло <sup>1\*</sup>****Тема 38. Сутність метода Монте – Карло.**

Сутність та алгоритм розв'язування задачі методом Монте – Карло.

**Тема 39. Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона.**

Моделювання дискретних випадкових величин. Ряд розподілу та його статистичні характеристики.

**Тема 40. Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.**

Моделювання неперервних випадкових величин.

**Тема 41. Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.**

Задачі наближеного обчислення визначених інтегралів. Визначення статистичних характеристик й очікуваного відсотку браку при виробництві штучних імплантів.

**Змістовий модуль 15. Математична статистика****Тема 42. Основні поняття математичної статистики**

Генеральна сукупність та вибірка. Варіаційний ряд. Гістограма, емпірична функція розподілу, вибіркові середнє та дисперсія.

**Тема 43. Інтервальні оцінки.**

Оцінки параметрів розподілів за різних умов.

**Тема 44. Перевірка статистичних гіпотез.**

Нульова та альтернативна гіпотези. Порівнювання математичних сподівань та середньоквадратичних відхилень нормально розподілених випадкових величин. Критерій Пірсона.

**Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль 1. Лінійна та векторна алгебра</b>						
<b>Тема 1.</b> Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетероасоціативною пам'яттю та в нейронних мережах Гопфілда і Кохонена. <sup>1*</sup>	13	3	4			6
<b>Тема 2.</b> Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. <sup>1*</sup>	6	3				3
<b>Тема 3.</b> Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. <sup>1*</sup>	11	2	3			6
<b>Тема 4.</b> Визначники та системи лінійних рівнянь.	10	3	4	-	-	3
<b>Тема 5.</b> Вектори та дії над ними.	11	4	4	-	-	3
<b>Змістовий модуль 2. Аналітична геометрія</b>						

<b>Тема 6.</b> Рівняння прямої на площині.	7	2	2	-	-	3
<b>Тема 7.</b> Площина у просторі.	8	2	2	-	-	4
<b>Тема 8.</b> Пряма у просторі.	8	2	2	-	-	4
<b>Тема 9.</b> Криві другого порядку	6	1	2			3
<b>Змістовий модуль 3. Диференціальне числення функції однієї змінної</b>						
<b>Тема 10.</b> Функція однієї змінної.	8	1	4	-	-	3
<b>Модуль 2</b>						
<b>Тема 11.</b> Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	19	5	4	-	-	10
<b>Тема 12.</b> Похідна функції.	22	7	5	-	-	10
<b>Тема 13.</b> Застосування похідної.	13	4	3	-	-	6
<b>Змістовий модуль 4. Інтегральне числення функції однієї змінної</b>						
<b>Тема 14.</b> Комплексні числа. Многочлени.	8	2	2			4
<b>Тема 15.</b> Невизначений інтеграл.	18	6	4			8
<b>Тема 16.</b> Визначений інтеграл.	12	4	3			5
<b>Разом за 1 семестр</b>	180	54	45			81
<b>СЕМЕСТР 2. Модуль 3</b>						
<b>Змістовий модуль 5. Функції багатьох змінних (ФБЗ) Диференціальне числення ФБЗ</b>						
<b>Тема 17.</b> Функції багатьох змінних.	8	2	2			4
<b>Тема 18.</b> Екстремуми функції багатьох	10	2	2			6



змінних.						
<b>Змістовий модуль 6. Звичайні диференціальні рівняння</b>						
<b>Тема 19.</b> Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	24	6	8			10
<b>Тема 20.</b> Диференціальні рівняння вищих порядків.	17	6	4			6
<b>Тема 21.</b> Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	9	2	3			4
<b>Змістовий модуль 7. Інтегрування функцій декількох змінних</b>						
<b>Тема 22.</b> Подвійний інтеграл.	12	2	4			6
<b>Тема 23.</b> Потрійний інтеграл.	10	2	4			4
<b>За 3 модуль</b>	90	22	27			40
<b>Модуль 4</b>						
<b>Тема 24.</b> Криволінійні інтеграли.	14	3	4			5
<b>Тема 25.</b> Поверхневі інтеграли.	9	3	2			4
<b>Змістовий модуль 8. Теорія поля</b>						
<b>Тема 26.</b> Теорія поля.	12	3	4			5
<b>Змістовий модуль 9. Числові, функціональні та степеневі ряди</b>						
<b>Тема 27.</b> Числові ряди.	14	4	4			6
<b>Тема 28.</b> Функціональні ряди. Степеневі ряди.	14	3	5			6
<b>Змістовий модуль 10. Ряди Фур'є та їх використання для аналізу сигналів та зображень.<sup>1*</sup></b>						
<b>Тема 29.</b> Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.	11	2	4			5
<b>Тема 30.</b> Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних,	11	3	3			5

періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.						
<b>Тема 31.</b> Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	8	2	1			5
<b>Разом за 4-ий модуль</b>	91	23	27			41
<b>Разом за семестр 2</b>	180	45	54			81
<b>СЕМЕСТР 3. Модуль 5</b>						
<b>Змістовий модуль 11. Теорія функцій комплексної змінної</b>						
<b>Тема 32.</b> Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	21	6	5			10
<b>Тема 33.</b> Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ.	20	6	5			9
<b>Змістовий модуль 12. Операційне числення</b>						
<b>Тема 34.</b> Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	18	5	5			8
<b>Змістовий модуль 13. Основні поняття теорії ймовірностей</b>						
<b>Тема 35.</b> Комбінаторика.	8	3	1			4
<b>Тема 36.</b> Ймовірності випадкових подій.	1	1				
<b>Тема 37.</b> Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	22	7	5			10
<b>Разом за 5-ий модуль</b>	90	28	21			41
<b>Модуль 6</b>						
<b>Змістовий модуль 14. Метод Монте – Карло<sup>1*</sup></b>						
<b>Тема 38.</b> Сутність метода Монте – Карло.	3	1				3
<b>Тема 39.</b> Моделювання	11	2	3			6

дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона						
<b>Тема 40.</b> Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	10	2	2			6
<b>Тема 41.</b> Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.	11	2	3			5
<b>Змістовий модуль 15. Математична статистика</b>						
<b>Тема 42.</b> Основні поняття мат. статистики	18	3	5			10
<b>Тема 43.</b> Інтервальні оцінки.	20	4	5			11
<b>Тема 44.</b> Перевірка статистичних гіпотез.	17	3	6			8
<b>Разом за 6-ий модуль</b>	90	17	24			49
<b>Разом за семестр 3</b>	<b>180</b>	<b>45</b>	<b>45</b>			<b>90</b>
<b>Усього годин</b>	<b>540</b>	<b>144</b>	<b>144</b>			<b>252</b>

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетероасоціативною пам'ятю та в нейронних мережах	3
2.	Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. <sup>1*</sup>	3
3.	Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. <sup>1*</sup>	2
4.	Визначники та системи лінійних рівнянь.	3
5.	Вектори та дії над ними.	4
6.	Рівняння прямої на площині.	2
7.	Площина у просторі.	2
8.	Пряма у просторі.	2
9.	Криві другого порядку	1
10.	Функція однієї змінної.	1
11.	Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	5
12.	Похідна функції.	5
13.	Застосування похідної.	3
14.	Комплексні числа. Многочлени.	2
15.	Невизначений інтеграл.	4
16.	Визначений інтеграл.	3
<b>Разом годин за семестр 1</b>		<b>45</b>
17.	Функції багатьох змінних.	2
18.	Екстремуми функції багатьох змінних.	2
19.	Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	8

20.	Диференціальні рівняння вищих порядків.	4
21.	Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	3
22.	Подвійний інтеграл.	4
23.	Потрійний інтеграл.	4
24.	Криволінійні інтеграли.	4
25.	Поверхневі інтеграли.	2
26.	Теорія поля.	4
27.	Числові ряди.	4
28.	Функціональні ряди. Степеневі ряди.	5
29.	Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.	4
30.	Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.	3
31.	Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	1
<b>Разом годин за семестр 2</b>		<b>54</b>
32.	Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	5
33.	Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ.	5
34.	Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	5
35.	Комбінаторика.	1
36.	Ймовірності випадкових подій..	
37.	Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	5
38.	Сутність метода Монте –Карло.	
39.	Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона	3
40.	Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	2
41.	Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.	3

42.	Основні поняття мат. статистики	5
43.	Інтервальні оцінки.	5
44.	Перевірка статистичних гіпотез.	6
<b>Разом годин за семестр 3</b>		<b>45</b>
<b>Разом годин</b>		<b>144</b>

### *Самостійна робота*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b><i>Семестр 1</i></b>		
	<b>Тема 1.</b> Матриці та дії над ними. Застосування до налаштування нейронних мереж, призначених для вирішення задач з гетеросоціативною пам'яттю та в нейронних мережах Гопфідада і Кохонена. <sup>1*</sup>	6
	<b>Тема 2.</b> Робота з матрицями в системі комп'ютерної математики. Використання для задач розпізнавання за допомогою мережі Хемінга. <sup>1*</sup>	3
	<b>Тема 3.</b> Власні числа і вектори матриці. Застосування до побудови функцій належності нечітких множин. <sup>1*</sup>	6
	<b>Тема 4.</b> Визначники та системи лінійних рівнянь.	3
	<b>Тема 5.</b> Вектори та дії над ними.	3
	<b>Тема 6.</b> Рівняння прямої на площині.	3
	<b>Тема 7.</b> Площина у просторі.	4
	<b>Тема 8.</b> Пряма у просторі.	4
	<b>Тема 9.</b> Криві другого порядку	3
	<b>Тема 10.</b> Функція однієї змінної.	3
	<b>Тема 11.</b> Границя послідовності та функції. Неперервність функції.	10
	<b>Тема 12.</b> Похідна функції.	10
	<b>Тема 13.</b> Застосування похідної.	6
	<b>Тема 14.</b> Комплексні числа. Многочлени.	4
	<b>Тема 15.</b> Невизначений інтеграл.	8
	<b>Тема 16.</b> Визначений інтеграл.	5
<b>Разом годин за семестр 1</b>		<b>81</b>

	<i><b>Семестр 2</b></i>	
	<b>Тема 17.</b> Функції багатьох змінних.	4
	<b>Тема 18.</b> Екстремуми функції багатьох змінних.	6
	<b>Тема 19.</b> Основні поняття теорії диференціальних рівнянь. Рівняння першого порядку.	10
	<b>Тема 20.</b> Диференціальні рівняння вищих порядків.	6
	<b>Тема 21.</b> Системи лінійних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами.	4
	<b>Тема 22.</b> Подвійний інтеграл.	6
	<b>Тема 23.</b> Потрійний інтеграл.	4
	<b>Тема 24.</b> Криволінійні інтеграли.	5
	<b>Тема 25.</b> Поверхневі інтеграли.	4
	<b>Тема 26.</b> Теорія поля.	5
	<b>Тема 27.</b> Числові ряди.	6
	<b>Тема 28.</b> Функціональні ряди. Степеневі ряди.	6
	<b>Тема 29.</b> Ортогональність функцій. Ряди Фур'є.	5
	<b>Тема 30.</b> Розкладання в ряд Фур'є парних, непарних, періодичних функцій з довільним періодом та та неперіодичних функцій.	5
	<b>Тема 31.</b> Розв'язання прикладних задач в середовищі системи комп'ютерної математики.	5
<b><i>Разом годин за семестр 2</i></b>		<b><i>81</i></b>
	<i><b>Семестр 3</b></i>	
	<b>Тема 32.</b> Функції комплексної змінної (ФКЗ). Диференціальне числення ФКЗ.	10
	<b>Тема 33.</b> Інтегральне числення ФКЗ. Ряди ФКЗ.	9
	<b>Тема 34.</b> Інтегральне перетворення Лапласа. Основні теореми операційного числення.	8
	<b>Тема 35.</b> Комбінаторика.	4
	<b>Тема 36.</b> Ймовірності випадкових подій..	
	<b>Тема 37.</b> Основні теореми та формули теорії ймовірностей.	10
	<b>Тема 38.</b> Сутність метода Монте –Карло.	2
	<b>Тема 39.</b> Моделювання дискретних випадкових величин. Моделювання подій для окремих розподілів: біномний	6

	розподіл, геометричний розподіл, розподіл Пуассона	
	<b>Тема 40.</b> Моделювання неперервних випадкових величин. Рівномірний, нормальний та показниковий розподіли.	6
	<b>Тема 41.</b> Розв'язання прикладних задач. Статистичне моделювання властивостей штучних імплантів.	6
	<b>Тема 42.</b> Основні поняття мат. статистики	10
	<b>Тема 43.</b> Інтервальні оцінки.	11
	<b>Тема 44.</b> Перевірка статистичних гіпотез.	8
<b>Разом годин за семестр 3</b>		<b>90</b>
<b>Разом годин</b>		<b>252</b>

## Індивідуальні завдання

### 6.1. Типові розрахунки

Метою виконання індивідуальних завдань (контрольні роботи (КР), розрахунково-графічні роботи (ГР), тематичні контрольні роботи) є підвищення рівня засвоєння курсу вищої математики, інтенсифікації самостійної роботи, формування особистості студента. ГР передбачені із завдань трьох типів:

- індивідуальні теоретичні вправи;
- спільні для групи студентів теоретичні питання;
- індивідуальні задачі та приклади.

Типовою програмою передбачено такий обсяг завдань ГР, який зможе виконати середній студент протягом триместру за 24 годин (приблизно 1,5 години самостійної праці на тиждень). На 3 триместри передбачено не більше шести ГР і видаються вони студентам на першому тижні поточного модуля.

### *Семестр 1*

#### *Модуль 1*

**ГР1.** Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь, векторна алгебра.

Аналітична геометрія.



**ТР2.** Вступ до математичного аналізу. Техніка знаходження границь. Техніка диференціювання. Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків. Функції багатьох змінних. Дії над комплексними числами.

### ***Семестр 2***

#### *Модуль 2*

**ТР3.** Невизначені, визначені та кратні інтеграли.

**ТР4.** Поверхневі та криволінійні інтеграли. Числові та функціональні ряди.

### ***Семестр 3***

#### *Модуль 3*

**ТР5.** Основні класи рівнянь, які інтегруються в квадратурах. Лінійні ДР із сталими коефіцієнтами. Рівняння із правою частиною спеціального виду. Системи ДР. Визначення типу квазілінійного ДР з частинними похідними другого порядку та зведення його до канонічного вигляду

**ТР6.** Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики

## **6.2. Тематичні контрольні роботи**

### ***Семестр 1***

#### *Модуль 1*

**ТКР1.** Матриці, визначники, системи лінійних рівнянь. Векторна алгебра. Аналітична геометрія. Елементи теорії границь. Диференціальне числення функцій однієї змінної. Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків. Функції багатьох змінних.

### ***Семестр 2***

#### *Модуль 2*

**ТКР2.** Невизначений інтеграл: поняття, властивості та методи інтегрування. Визначені інтеграли та їх застосування. Кратні інтеграли та їх застосування. Поверхневі та криволінійні інтеграли. Числові та функціональні ряди.

### ***Семестр 4***

#### *Модуль 3*

**ТКР3.** ЗДР першого порядку та методи їх розв'язування. ДР вищих порядків,

ЛОДР, ЛНДР. Системи ДР та методи їх розв'язування. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики

### Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи.

### Засоби діагностування результатів навчання

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час практичних занять, тестування, тематичних контрольних робіт, захисту типових розрахунків, три іспити (по одному в кожному з триместрів).

### Розподіл балів, які отримують студенти

#### Для іспитів

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	25 балів	100
T1 ... T18		
75 балів		

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	26 балів	100
T19 ... T28		
74 балів		

Поточне тестування та самостійна робота	Підсумковий тест (іспит)	Сума
Модуль 1	26 балів	100
T29 ... T37		
74 балів		

T1, T2 ... T37 – теми змістових модулів.

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82 – 89	<b>B</b>	добре	
75 – 81	<b>C</b>		
64 – 74	<b>D</b>	задовільно	
60 – 63	<b>E</b>		
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Семестр	Кредити	Лекції (год.)	Практичні заняття (год.)	Типові розрахунки	Тематична контрольна робота
I	6	54	45	2	1
II	6	45	54	2	1
III	6	45	45	2	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль 1-6
<b>1. Виконання творчих завдань</b>	<b>12</b>
<b>2. Виконання та захист типових розрахунків</b>	<b>16</b>
<b>3. Тематична контрольна робота</b>	<b>46</b>
<b>Всього</b>	<b>74</b>

## 9. Методичне забезпечення

**Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:**

1. Навчальна програма дисципліни «Вища математика».
2. Робоча програма дисципліни «Вища математика».

3. Робочий план дисципліни на поточний триместр.
4. Комплект тестових завдань з курсу «Вищої математики».
5. Комплект тематичних контрольних робіт.
6. Комплект завдань для типових розрахунків.
7. Комплект екзаменаційних білетів.
8. Комплект комплексних контрольних робіт.
9. Дистанційні курси з «Вищої математики».
10. Литвинюк В.П. Диференціальні рівняння. Ряди. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2003. – 81 с.
11. Литвинюк В.П. Кратні та криволінійні інтеграли. Теорія поля. Операційне числення. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2002. – 71 с.
12. Абрамчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функцій однієї змінної: навчальний посібник /І.В. Абрамчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с.
13. Сачанюк-Кавецька Н.В. Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли :навчальний посібник – [Електронний ресурс]. / Н.В. Сачанюк-Кавецька, В. О. Краєвський, М.Б. Ковальчук, Г.О. Черноволик – Вінниця, 2012
14. Ключко В.І. Звичайні диференціальні рівняння:навчальний посібник /В.І. Ключко, А.А. Сироватка. – Вінниця:ВДТУ, 2001. – 100 с.
15. Педорченко Л.І. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Диференціальні рівняння Ч. 5 /Л.І. Педорченко, В.А. Петрук, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 162 с. 8.
16. Михалевич В.М. –Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в технічному вузі. Частина І. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія”. Навчальний посібник. /Вінниця, ВНТУ, 2004. – 111 с.
17. Краєвський В. О. Спецкурс математичного аналізу: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 178 с.
18. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с..
19. Хом'юк І. В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник / І. В. Хом'юк, В. В. Хом'юк, В. О. Краєвський. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 189 с.

**Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів**

Рівень компетентності	За нац. шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий) «5»	відмінно	А	Виставляється, якщо при відповіді на питання виявлено всебічні, систематизовані, глибокі знання матеріалу, який виноситься на контроль, уміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, знання основної і додаткової літератури, передбаченої програмою на рівні творчого використання.
III Достатній (конструктивний) «4»	добре «4+»	В	Повні знання з питань і задач, що стоять перед студентом. Уміння викладати основні ідеї. Вміння професійно відстоювати свою точку зору. Припускаються несуттєві неточності у викладенні матеріалу та у відповідях.
	добре «4»	С	Достатньо повні знання з поставлених питань і задач. Вміння викладати основні ідеї. Здатність самостійно застосовувати вивчений матеріал на рівні стандартних ситуацій, наводити окремі власні приклади на підтвердження власних тверджень. Вміння доводити правильність своїх рішень. Несуттєві неточності у відповідях та деякі нераціональності при програмуванні задач.

II Середній (репродуктивний) «3»	задовільно «3+»	D	Студент може відтворити значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання та розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати матеріал, робити висновки та розробляти програмні блоки. Пояснення неповні, нелаконічні, не завжди точні. Відповіді на питання неповні, містять неточності, при програмуванні застосовуються не найраціональніші рішення.
	задовільно «3»	E	Задовільні знання програмного матеріалу на рівні вищому за початковий. Здатність за допомогою викладача логічно відтворювати значну частину матеріалу. При відповіді на запитання виникають труднощі у деяких положеннях, відповіді не повні, програми пишуться нераціонально, не використовуються всі ефективні засоби програмування.
I Низький «2»	«незадовільно з можливістю повторного складання» 2	FX	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (40-60%), пояснення не до ладу. Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі. Програми не раціональні та неефективні, при програмуванні використовуються лише прості конструкції.
	«незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» 2	F	Теорією володіє на рівні фрагментів, викладає матеріал уривчасто. Утруднюється в обґрунтуванні рішень, на запитання викладача дає неправильні відповіді (60-100%). Самостійно, без допомоги викладача, не може сформулювати алгоритм рішення задачі.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Герасимчук В.С. Вища математика. Повний курс у прикладах і задачах у 3-х томах /В.С. Герасимчук, Г.С. Васильченко, В.І. Кравцов. – Київ: Знання, 2012.
2. Овчинников П.П. Вища математика: Підручник у 2-х томах /П.П. Овчинников, Ф.П. Яремчук, В.М. Михайленко, 3-е вид. – К: Техніка, 2008. – Ч.1. 600 с., Ч.2 – 792 с.
3. Абрамчук І.В. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне числення функцій однієї змінної: навчальний посібник /І.В. Абрамчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с
4. Клочко В.І. Звичайні диференціальні рівняння: навчальний посібник /В.І. Клочко, А.А. Сироватка. – Вінниця:ВДТУ, 2001. – 100 с.
5. Найко Д. А.Вища математика : лінійна алгебра :навчальний посібник / Найко Д.А., Краєвський В.О., Коломієць А.А. – Вінниця : ВНТУ, 2019. 111 с.
6. Педорченко Л.І. Збірник індивідуальних завдань з вищої математики. Диференціальні рівняння Ч. 5 /Л.І. Педорченко, В.А. Петрук, В.С. Петрунін. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 162 с.
7. Сачанюк-Кавецька Н.В. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник/Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 108 с.
8. Петрук В.А. Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Рівняння математичної фізики: навчальний посібник / В.А. Петрук, М.Б. Ковальчук, Н.В. Сачанюк-Кавецька. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 157 с.
9. Сачанюк-Кавецька Н.В. Елементи теорії поля: навчальний посібник / Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 100 с
10. Сачанюк-Кавецька Н.В. Теорія рядів: навчальний посібник / Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 138 с
11. Краєвський В. О. Спецкурс математичного аналізу: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 178 с.
12. Тичинська Л.М. Теорія функцій комплексної змінної: навчальний посібник / Л.М. Тичинська, М.Б. Ковальчук, Г.О. Черноволик. – Вінниця:ВНТУ, 2007. – 108 с.
13. Сачанюк-Кавецька Н.В. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 1. Навчальний посібник /Н.В. Сачанюк-Кавецька, Л.І. Педорченко, Н.Б. Дубова. – Вінниця:ВНТУ, 2008. – 108 с.
14. Клочко В.І. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 2. Навчальний посібник /В.І. Клочко, Н.В. Сачанюк-Кавецька, М.Б. Ковальчук, Н.Б. Дубова. – Вінниця:ВНТУ, 2012. – 168 с.
15. Самойленко А.М. Диференціальні рівняння в задачах /А.М. Самойленко, М.О. Перестюк, І.О. Парасюк. – Київ: Либідь, 2008. – 503 с.

16. Вища математика: спеціальні розділи: Підручник. У 2-х книгах /За ред. Г.Л. Кулініча. – К.: Либідь, 1996.
17. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с.
18. Михалевич В.М. –Maple. Комп'ютерна підтримка курсу вищої математики в техніч-ному вузі. Частина І. Лінійна й векторна алгебра. Аналітична геометрія”. Навчальний посібник. /Вінниця, ВНТУ, 2004. – 111 с.
19. Литвинюк В.П. Диференціальні рівняння. Ряди. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2003. – 81 с.
20. Литвинюк В.П. Кратні та криволінійні інтеграли. Теорія поля. Операційне числення. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2002. – 71 с.
21. Краєвський В. О. Функції комплексної змінної: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 143 с.
22. Тичинська Л.М. Теорія ймовірностей. ч. 1. Історичні екскурси та основні теоретичні відомості : навчальний посібник / Л. М. Тичинська, А. А. Черепашук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 112 с.
23. Ключко В. І. Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів : навчальний посібник / В. І. Ключко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 72 с.
24. Edwards C. Henr, Penney Davd E. Elementary differential equations, 2018, Pearson Education, Upper Saddle River, NJ.
25. Paul Dawkin. Calculus I. – Режим доступу: <http://tutorial.math.lamar.edu> (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.
26. Paul Dawkin. Calculus II. – Режим доступу: <http://tutorial.math.lamar.edu> (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.
27. Paul Dawkin. Calculus III. – Режим доступу: <http://tutorial.math.lamar.edu> (дата звернення 11.08.2019) – Paul's Online Notes.

### Допоміжна

1. Вища математика: спеціальні розділи: Підручник. У 2-х книгах /За ред. Г.Л. Кулініча. – К.: Либідь, 1996.
2. Дубовик В.П. Вища математика: Навчальний посібник. – К.: Видавництво А. С. К., 2003. – 648 с.
3. Кармелюк Г.І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач : Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576 с.

### 13. Інформаційні ресурси

1. Пакети прикладних програм *Maple*, *Maxima*, *MATLAB*, *MathCAD*.
2. Дистанційні курси із окремих розділів вищої математики.

Імплементовано в рамках проекту «Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc/MSc Degrees»



## Додаток 3

*Функціональні компоненти педагогічної системи фундаменталізації  
математичної підготовки МБГЕТК*

Таблиця Ж

	Викладач	Студент
Гностичний (Гностичні вміння)	<p>Вміння дослідити початковий рівень математичних знань та вмінь майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей (нульова контрольна робота, тестові завдання), знання загальної цілісної структури навчального процесу, та вміння до його корекції, що приводить до якісної математичної підготовки студентів. Вміння викладача підібрати такі задачі математичного та прикладного характеру, при розв'язанні яких студент набуде математичних вмінь та знань, у обсязі необхідному для інженерної діяльності. Вміння прогнозувати результати педагогічного процесу, застосованої методичної системи</p>	<p>Вміння виділяти головне із усього обсягу інформації, розуміти взаємозв'язки між на перший погляд різним математичним матеріалом. Вміння схематично зображати математичну інформацію. Вміння проводити аналіз, синтез математичної інформації, робити узагальнення та систематизацію математичної інформації. Вміння підбирати, конструювати розв'язки до різного типу задач дисципліни вища математика.</p>
Організаторський	<p>Організувати свій час та діяльність, що пов'язана із викладацькою роботою, щоб спланувати та структурувати власну роботу та роботу студентів. Організувати колективну та самостійну роботу студентів, з метою покращення якості математичних знань. Організувати та сприяти навчально-дослідницькій діяльності студентів.</p>	<p>Вміння до самоорганізації, вміння вчасно закінчувати розпочату діяльність, у тому числі проекти, виступи на гуртках, конференціях, вміння планувати свій час, в тому числі під час проведення рубіжних та семестрових контрольних-оцінювальних тестів.</p>

Конструктивний	Конструювати математичну навчальну інформацію з метою найкращої раціоналізації та поєднання видів діяльності студентів, що обумовлює якісну математичну підготовку.	Вміння конструювати розв'язки задач та будувати алгоритми покрокового розв'язання, вміння класифікувати типи задач і підбирати до них алгоритми розв'язання, будувати схеми, що відповідають алгоритму розв'язку задачі або допомагають при розв'язанні задачі.
Комунікативний	Передавати математичну інформацію у вербальній та письмовій формі, доступній для студентів, наводити життєві та професійні приклади застосування математичних знань. Будувати лекційний курс з акцентом на формування пізнавального інтересу та зацікавлення навчальним матеріалом у студентів.	Вміння чітко формулювати запитання стосовно незрозумілих частин математичної інформації та способів розв'язання математичних задач, виділяти із загальної інформації незрозумілі частини та чітко їх словесно описувати із застосуванням математичної мови.
Проектувальний	Проектувати навчальну діяльність студентів з урахуванням 1) індивідуальних особливостей студентів групи, 2) сучасних вимог до кваліфікаційного рівня інженера. Формулювати завдання для студентів у контексті формування пізнавального інтересу та розуміння прикладного значення начального математичного знання, а також розвитку дослідницьких вмінь студентів. Будувати процес вивчення математичних дисциплін відповідно до потреб спец кафедр та майбутньої професійної діяльності студентів.	Вміння окреслювати цілі розв'язання конкретних задач, розуміти прикладне застосування математичного апарату. Вміння виділяти «математичне ядро» та чітко його занотовувати, Вміння будувати логічні математичні повідомлення з висновками (доповіді на конференціях, гуртках). Вміння розробляти та виконувати проекти, планувати цілі закінчення проектів, розраховувати час на їх виконання.

(Сформовано автором)

## Додаток И

## Побудова матриці професійно спрямованої математичної компетентності (ПСМК)

Таблиця 3.1

	СК1	СК2	СК3	СК4	СК5	СК6	СК7	СК8	СК9	СК10	СК11	СК12
МЗ-1	+	+	+		+	+	+	+				
МЗ-2											+	+
МЗ-3	+				+	+	+					
МЗ-4		+				+			+			
МЗ-5									+		+	+
МЗ-6	+	+					+	+	+	+		
МЗ-7	+	+	+		+		+	+		+		
МЗ-8	+	+		+	+	+	+	+				+
МЗ-9						+		+			+	+
МЗ-10	+	+			+					+		
МЗ-11	+	+			+	+						+
МУ-1	+				+		+					
МУ-2	+				+		+					
МУ-3		+			+	+	+	+	+	+	+	+
МУ-4	+						+	+				+

МЗ – математичні знання

МУ – математичні уміння

СК – спеціальні (фахові) компетентності

Перелік математичні знань та умінь узяті із розробленої програми навчальної дисципліни «Вища математика» (Автори: Михалевич В. М., професор каф. ВМ, д.т.н., проф., Коломієць А. А., доцент каф. ВМ, к.пед.н., доц., Абрамчук І.В. ст. викл. каф. ВМ)

Перелік спеціальних (фахових) компетентностей для МБГЕТК взято із ОПП «Радіотехніка», галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації» розробленої у ВНТУ.

МЗ-1 – базові знання розділів математики, в обсязі необхідному для володіння математичним апаратом теорії інформації, радіотехніки та теорії комунікацій

МЗ- 2 – розуміння процесів під час передавання електричних сигналів лініями зв'язку;

МЗ-3 – здатність застосовувати знання до спеціалізованих завдань та практичних проблем у галузі професійної діяльності;

МЗ- 4 – здатність аналізувати результати вимірювання параметрів та характеристик інформаційних та радіотехнічних систем прийому (з математичної точки зору),

МЗ-5 – набути здатність аналізувати результати вимірювання параметрів та характеристик інформаційних та радіотехнічних систем прийому (з математичної точки зору),

МЗ-6 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, вміння застосовувати математичні знання в професійній діяльності.

МЗ-7 – здатність до пошуку, оброблення інформації з різних джерел, здатність до системного мислення, набути вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

МЗ-8 – здатність генерувати нові ідеї (креативність)

МЗ-9 – здатність проводити дослідження на відповідному рівні,

МЗ-10 – здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

МЗ-11 здатність брати участь в науково-дослідній діяльності при вирішенні інженерних і наукових задач, при розробці експериментальних моделей та прототипів штучних органів та систем.

МУ-1 – сприймати та розуміти надану математичну інформацію у повному обсязі,

МУ-2 – застосовувати математичні знання у процесі розв'язання професійних задач, побудови математичних моделей,

МУ-3 – уміннями відповідально ставитись до виконуваної роботи

МУ-4 – наполегливо досягати поставленої мети,

*Перелік Спеціальних (фахових) компетентностей (СК), взятих із  
ООП «Електроніка»*

СК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

СК2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки

СК3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.

СК4. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на ефективність та результати інженерної діяльності в галузі електроніки.

СК5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернет-ресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.

СК6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

СК7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

СК8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

СК9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

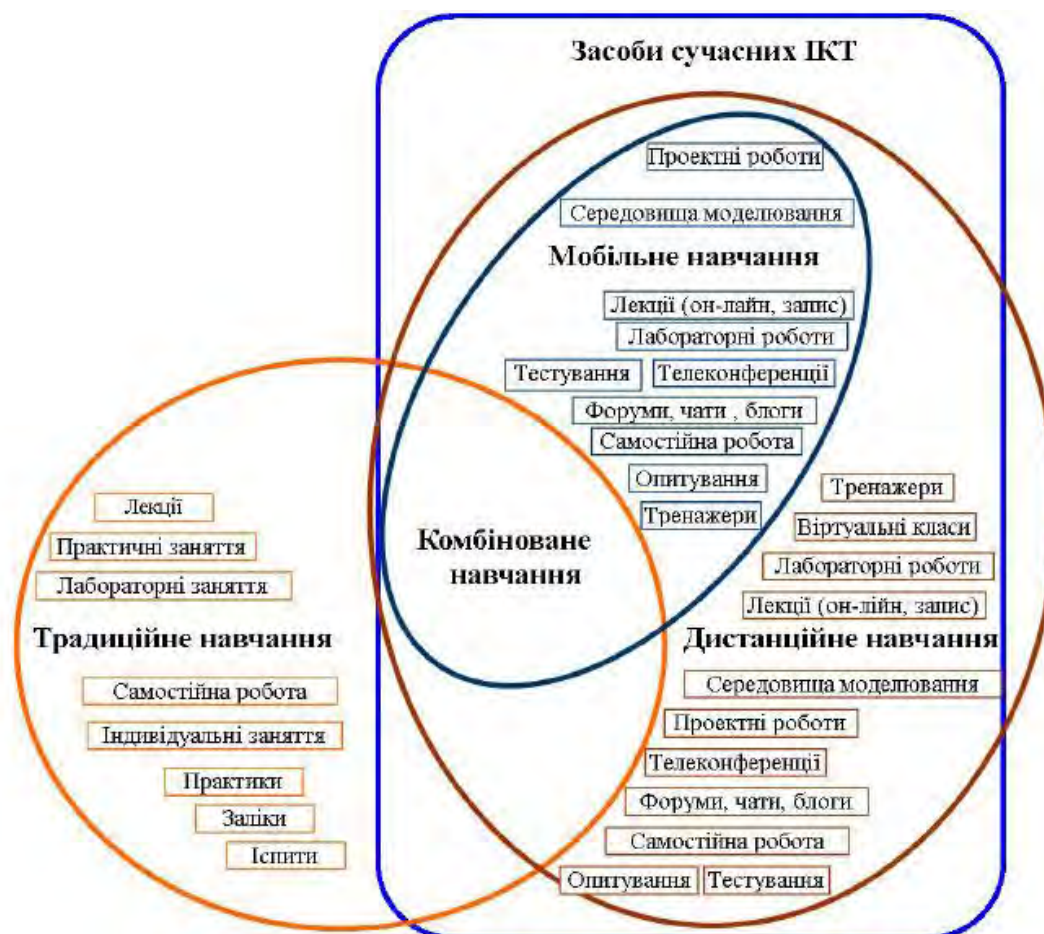
СК10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

СК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

СК 12. Здатність проводити за заданими алгоритмами і за допомогою ПК розрахунки прогнозованих параметрів та характеристик електронних приладів та пристроїв.

## Додаток I

Опис моделі комбінованого навчання запропонована О. Клочко



Схема, запропонована О. Клочко для опису ідеї комбінованого навчання, яка описує освітньо-інформаційне середовище [200, с. 336]

## Додаток І

Аналогічну задачу розв'язуємо щодо іншої функції двох змінних

$$g(x, y) := y^2 - x^3 + 2x^2$$

$$g(x, y) := y^2 - x^3 + 2x^2$$

$$\text{xlow} := -4$$

$$\text{xhigh} := 2$$

$$\text{xn} := 40$$

$$\text{ylo} := -4$$

$$\text{yhigh} := 2$$

$$\text{yn} := 40$$

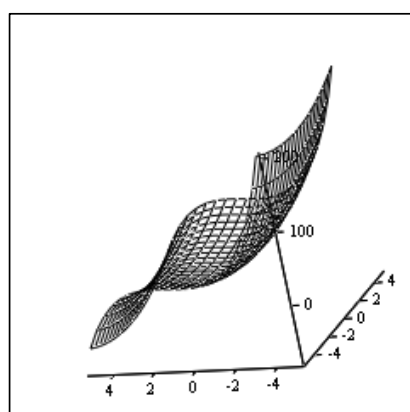
$$i := 0.. \text{xn} - 1$$

$$\text{xind}_i := \text{xlow} + i \cdot \frac{\text{xhigh} - \text{xlow}}{\text{xn} - 1}$$

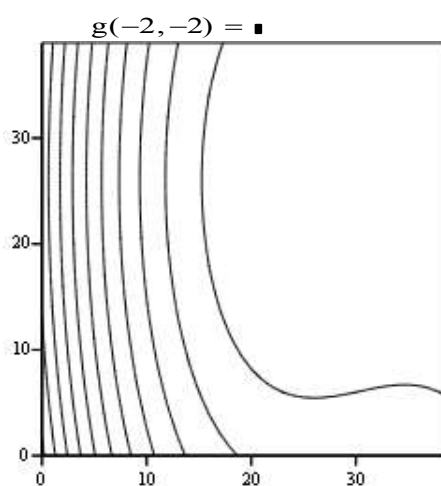
$$j := 0.. \text{yn} - 1$$

$$\text{yind}_j := \text{ylo} + j \cdot \frac{\text{yhigh} - \text{ylo}}{\text{yn} - 1}$$

$$N_{i, j} := g(\text{xind}_i, \text{yind}_j)$$



g



N



## Додаток Й

Приклад розв'язку професійно-спрямованого завдання із застосуванням  
СКМ

**Приклад.** Коливання в середовищі з опором  $h$ , частотою власних коливань системи  $\omega$ , частотою збурювальної сили  $\nu$ , коли збурювальна сила періодична і має вигляд  $f(x) = h \sin(\nu x)$  описується диференціальним рівнянням

$$\frac{d^2 y(x)}{dx^2} + 2h \frac{dy(x)}{dx} + \omega^2 y(x) = f(x).$$

Що можна сказати про амплітуду коливного руху, коли опір  $h$  достатньо малий, а частота  $\nu$  збурювальної сили наближається до частоти  $\omega$  власних коливань системи?

Проведемо дослідження, використавши математичний пакет MathCAD. Якщо  $h=0.2$ ,  $\omega=20$ ,  $\nu=5$ , то диференціальне рівняння коливного руху набуває вигляду:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2}{dx^2} y(x) + 0.4 \cdot \frac{d}{dx} y(x) + 400 \cdot y(x) &= 0.2 \sin(5x) \\ y(0) = 0 \quad y'(0) &= 0 \end{aligned} \right|$$

Застосувавши обчислювальний блок Given/Odesolve,

Given

$$\frac{d^2}{dx^2} y(x) + 0.4 \cdot \frac{d}{dx} y(x) + 400 \cdot y(x) = 0.2 \sin(5x)$$

$$y(0) = 0 \quad y'(0) = 0$$

$$y := \text{Odesolve}(x, 10)$$

побудуємо частинний розв'язок диференціального рівняння (рис. Й.1).

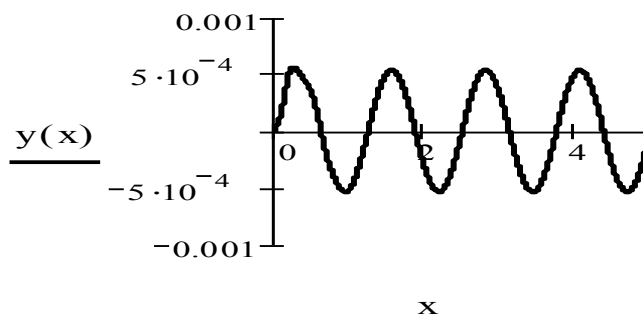


Рисунок Й.1 Частинний розв'язок диференціального рівняння

Якщо частоту  $\nu$  збурювальної сили наблизити до частоти  $\omega$  власних коливань системи, тобто прийняти  $\nu=15$ , то графік частинного розв'язку змінюється (рис. Й.15):

Given

$$\left( \frac{d^2}{dx^2} y(x) \right) + 0.4 \cdot \frac{d}{dx} y(x) + 400 y(x) = 0.2 \sin(15 \cdot x)$$

$$y(0) = 0 \quad y'(0) = 0$$

$$F := \text{Odesolve}(x, 10)$$

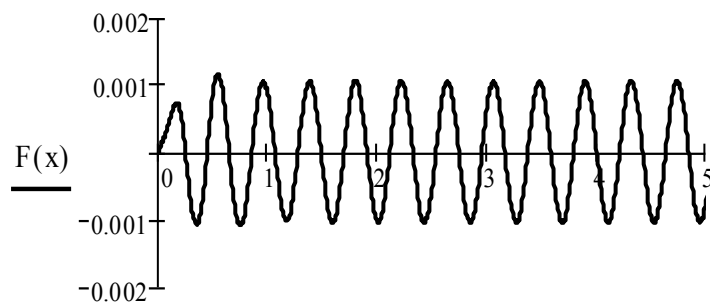


Рисунок Й.2 Змінений графік частинного розв'язку.

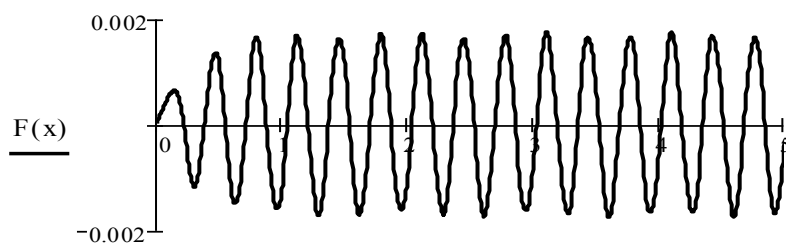
Наблизимо частоту  $\nu$  збурювальної сили до частоти  $\omega$  власних коливань системи, прийнявши  $\nu=19$  (рис. Й.3).

Given

$$\left( \frac{d^2}{dx^2} y(x) \right) + 0.4 \cdot \frac{d}{dx} y(x) + 400 y(x) = 0.2 \sin(19x)$$

$$y(0) = 0 \quad y'(0) = 0$$

F := Odesolve(x, 10)



<sup>x</sup>  
Рисунок Й.3

Проаналізувавши криві частинних розв'язків, можемо дійти висновку, що при наближенні частоти зовнішньої сили до частоти власних коливань системи амплітуда коливного руху зростає.

Взято із Ключко В. І., Бондаренко З.В. Вища математика. Диференціальні рівняння (з комп'ютерною підтримкою). Навчальний посібник. Вінниця. ПП «ТД Едельвейс і К». 2013. 252 с., с.112.

## Додаток К

## Анкета експерта

Шановні колеги!

Просимо Вас взяти участь у проведенні експертного оцінювання.

Будь ласка, дайте відповідь на запитання.

Назва установи \_\_\_\_\_

Пізвище, ім'я, по-батькові \_\_\_\_\_

Посада \_\_\_\_\_

Вчений ступінь, звання \_\_\_\_\_

Науково-педагогічний стаж \_\_\_\_\_

Дисципліни, які Ви викладаєте \_\_\_\_\_

Вкажіть ваш рівень поінформованості у досліджуваній сфері (фундаменталізація математичної підготовки майбутніх технічних фахівців) та ознайомленості із особливостями математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій

- високий рівень
- середній рівень
- низький рівень.

Вкажіть рівень Вашої обізнаності досліджень закордонних фахівців у сфері фундаменталізації (покращення якості) математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей

- високий рівень
- середній рівень
- низький рівень.

Вкажіть рівень Вашої особистої компетентності (наявність напрацювань, що стосуються досліджуваної сфери)

- високий рівень
- середній рівень
- низький рівень.

Визначте у балах від 1 до 10 (можна виділити іншим кольором чи підкреслити) важливість пропонованих педагогічних умов фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей (галузі електроніки та телекомунікацій) та формування професійно спрямованої математичної компетентності у результаті фундаменталізації математичної підготовки.

*Фундаменталізацію математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій визначаємо як педагогічну систему, у якій відбувається істотне підвищення якості і рівня математичної підготовки студентів за рахунок реалізації ідей компетентнісного підходу.*

*Запропоновані педагогічні умови*

1. Виокремлення фундаментальних розділів і тем вищої математики, що є базовими для майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
2. Регулярна систематизація і класифікація отриманих знань студентів, урахування структуризації навчального матеріалу.  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
3. Вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань.  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
4. Створення та впровадження у навчальний процес навчально-методичного комплексу забезпечення фундаменталізації математичну підготовку МБГЕТК.  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
5. Посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів;  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
6. Побудова структури навчального матеріалу на основі інтеграції класичної теорії з дисципліни та цікавих історичних фактів.  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
7. Застосування у процесі фундаменталізації математичної підготовки нестандартних, інтерактивних форм навчання з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
8. Урахування принципу диференціації під час математичної підготовки майбутніх технічних фахівців. **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
9. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК . **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
10. Регулярна систематизація та класифікація здобутих студентами знань. **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
11. Створення інтегрованих математичних курсів **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**
12. Визначення поля математичних понять, означення яких ґрунтується на абстрактній основі й емпіричному підході **1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**.

***Дякуємо за участь у дослідженні!***

## Додаток Л

## Вербально-числова шкала оцінювання кваліфікації експертів

Таблиця К.1

Науковий ступінь/посада	Без ступеня	Канд. наук	Канд. Наук, Доцент	Доктор наук	Доктор наук, доцент	Доктор наук, Проф.	Доктор наук, Проф. академік	Доктор наук, Проф. Академік, член.кор
асистент	1	1,5	1,75	2	2,25	2,75	3	4
Старший викладач	1,5	2,25	2,5	3	3,5	4	4,5	5
доцент	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5,5	6
професор	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7
Завідучач кафедри/заступник декана	3	4	4,5	5	5,5	6	7	8
Завідувач навчально-методичного відділу	3,5	4,5	5	6	7	8	9	10
Керівник (декан, ректор)	4	5	6	7	8	9	10	12

Складено на основі [108, с. 341].

## Додаток М

Таблиця М.1

Таблиця показників впливу джерела аргументації на експертів, коефіцієнт кваліфікації, коефіцієнт аргументації, коефіцієнт компетентності

№	Експерт	$\varphi_{ij}$	$K_{кв}$	Вплив джерела аргументації на експерта (кількісний показник)					$K_{арг}$	$K_i$
				1	2	3	4	5		
				1	Д.пед.н.	5	0,42	0,5		
2	Д.пед.н.	5	0,42	0,5	0,2	0,03	0,05	0,01	0,79	0,68
3	Д.пед.н.	5	0,42	0,5	0,2	0,03	0,05	0,05	0,83	0,67
4	Д.пед.н.	6	0,5	0,5	0,2	0,03	0,05	0,05	0,83	0,7
5	Д.пед.н.	5	0,42	0,5	0,2	0,05	0,1	0,05	0,9	0,71
6	Д.пед.н.	4,5	0,34	0,5	0,2	0,05	0,1	0,05	0,9	0,68
7	Д.пед.н.	9	0,75	0,5	0,2	0,03	0,05	0,03	0,81	0,86
8	Д.пед.н.	6	0,5	0,5	0,2	0,03	0,05	0,03	0,81	0,69
9	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,2	0,03	0,03	0,03	0,79	0,67
10	Д.пед.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,02	0,05	0,02	0,89	0,73
11	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,02	0,05	0,02	0,89	0,73
12	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,03	0,05	0,03	0,91	0,75
13	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,8
14	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,8
15	Д.т.н.	6	0,5	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,8
16	К.т.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,7
17	К.пед.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,7
18	К.т.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,03	0,05	0,03	0,91	0,65
19	К.пед.н.	4,5	0,38	0,5	0,3	0,03	0,05	0,03	0,91	0,7
20	К.пед.н.	4,5	0,38	0,5	0,3	0,03	0,05	0,03	0,91	0,7
21	К.т.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,7
22	К. фіз.-мат.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,7
23	К.т.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,05	0,1	0,05	1	0,7
24	К.пед.н.	3	0,25	0,5	0,3	0,03	0,05	0,03	0,91	0,7
25	К.т.н.	6	0,5	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,85	0,71
26	К.пед.н.	4,5	0,38	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,95	0,72

## Додаток Н

Таблиця Н.1

Результати оцінок експертами запропонованих педагогічних умов

	<i>Педагогічні умови</i>											
	ПУ 1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6	ПУ7	ПУ8	ПУ9	ПУ10	ПУ11	ПУ1 2
Експерт 1	10	10	9	9	8	4	5	6	8	9	6	4
Експерт 2	10	7	9	9	8	6	6	6	7	9	8	4
Експерт 3	9	6	9	7	7	5	6	4	6	7	5	6
Експерт 4	10	8	10	7	7	6	5	5	7	8	6	6
Експерт 5	6	7	9	7	6	4	5	6	6	9	5	2
Експерт 6	10	10	9	9	10	7	6	6	9	10	8	3
Експерт 7	10	8	8	8	9	6	6	5	10	8	8	6
Експерт 8	8	9	9	7	8	5	6	5	9	9	4	5
Експерт 9	10	6	4	7	6	4	6	5	6	6	5	4
Експерт 10	9	9	7	6	7	6	7	6	7	9	5	2
Експерт 11	10	7	8	8	8	4	6	4	9	8	6	4
Експерт 12	10	9	9	8	10	7	8	5	9	9	5	4
Експерт 13	10	10	10	7	9	7	7	6	9	10	8	2
Експерт 14	6	9	6	7	6	6	8	5	9	9	6	4
Експерт 15	8	8	10	7	9	7	8	7	8	8	7	5
Експерт 16	10	7	6	6	6	6	8	3	9	8	5	3
Експерт 17	9	10	9	7	8	7	8	6	8	9	3	4
Експерт 18	9	9	7	6	9	7	8	4	9	9	4	7



Эксперт 19	10	10	9	8	9	8	8	5	9	10	7	6
Эксперт 20	10	9	9	6	9	7	7	6	8	10	6	5
Эксперт 21	10	6	8	9	6	6	7	5	8	8	6	5
Эксперт 22	9	9	7	7	7	6	6	6	9	9	7	5
Эксперт 23	9	9	10	6	9	6	6	5	9	9	6	6
Эксперт 24	10	9	10	7	10	7	6	5	8	9	5	3
Эксперт 25	9	9	9	6	9	5	7	6	9	9	4	7
Эксперт 26	10	8	6	8	9	3	4	5	10	9	6	3
<b>Сума</b>	<b>241</b>	<b>218</b>	<b>216</b>	<b>189</b>	<b>209</b>	<b>152</b>	<b>170</b>	<b>137</b>	<b>215</b>	<b>227</b>	<b>151</b>	<b>115</b>
<b>Средне арифмет ичне</b>	<b>9,26</b>	<b>8,38</b>	<b>8,3</b>	<b>7,3</b>	<b>8,03</b>	<b>5,84</b>	<b>6,54</b>	<b>5,27</b>	<b>8,27</b>	<b>8,77</b>	<b>5,81</b>	<b>4,42</b>

Додаток О  
Узагальнена таблиця із вказаними «вибраними» та «невибраними»  
педагогічними умовами

Експерт/ Педагогічна умова	ПУ1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6	ПУ7	ПУ8	ПУ9	ПУ10	ПУ11	ПУ12
Експерт 1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 2	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-
Експерт 3	1	-	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-
Експерт 4	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 5	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Експерт 6	1	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	-
Експерт 7	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-
Експерт 8	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 9	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Експерт 10	1	1	1	-	1	-	1	-	1	1	-	-
Експерт 11	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 12	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	-
Експерт 13	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-
Експерт 14	-	1	-	1	-	-	1	-	1	1	-	-
Експерт 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Експерт 16	1	1	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-
Експерт 17	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	-	-
Експерт 18	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	-	1
Експерт	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	-

19												
Експерт 20	1	1	1	-	1	1	1	-	1	1	-	-
Експерт 21	1	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	-
Експерт 22	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	-
Експерт 23	1	1	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 24	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-
Експерт 25	1	1	1	-	1	-	1	-	1	1	-	1
Експерт 26	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	1
<b>Всього виборів</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
	<b>92,3</b> <b>%</b>	<b>92,3</b> <b>%</b>	<b>92,3</b> <b>%</b>	<b>76,9</b> <b>%</b>	<b>80,8</b> <b>%</b>	<b>30,7</b> <b>%</b>	<b>46%</b>	<b>8%</b>	<b>88,5</b> <b>%</b>	<b>96%</b>	<b>27%</b>	<b>11%</b>

## Додаток П

**Анкета 2 експертів**

Шановні колеги, будь ласка, поставте кожній педагогічній умові у відповідність номер, який ця педагогічна умова на Вашу думку, займає по важливості у загальному списку запропонованих педагогічних умов.

Педагогічна умова (скорочений запис)	Номер важливості
1. Виділення фундаментальних розділів і тем вищої математики – базових для майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»	
2. Регулярна систематизація та класифікація здобутих знань, урахування структуризації навчального матеріалу.	
3. Вплив на формування мотивації студентів до вивчення математичних дисциплін, мотиву набуття знань	
4. Упровадження в освітній процес навчально-методичного комплексу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації»	
5. Посилення науково-дослідної та самостійної роботи студентів	
6. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації».	

Ваші пропозиції до покращення процесу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій \_\_\_\_\_

***Щиро дякуємо Вам за допомогу!***

## Додаток Р

Таблиця Р.1

## Ранжування педагогічних умов експертами

Експерти	Педагогічні умови					
	ПУ 1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6
Експерт 1	1	3	1	3	4	2
Експерт 2	1	2	4	2	3	5
Експерт 3	1	1	2	2	3	4
Експерт 4	1	4	2	3	5	3
Експерт 5	1	2	1	3	4	5
Експерт 6	1	2	2	4	3	5
Експерт 7	2	3	1	4	3	5
Експерт 8	1	3	2	3	5	4
Експерт 9	1	2	3	4	5	6
Експерт 10	1	4	2	3	4	4
Експерт 11	1	2	3	4	6	5
Експерт 12	2	3	1	3	5	4
Експерт 13	1	2	3	4	5	6
Експерт 14	1	2	1	2	3	4
Експерт 15	1	2	2	1	3	3
Експерт 16	1	2	2	3	3	3
Експерт 17	1	2	1	2	4	3
Експерт 18	2	2	1	2	3	3
Експерт 19	1	1	2	3	2	3
Експерт 20	1	1	2	3	4	5
Експерт 21	1	2	1	3	4	5
Експерт 22	1	2	2	3	3	1
Експерт 23	1	4	2	3	3	2
Експерт 24	1	2	3	4	1	3
Експерт 25	1	2	2	3	3	2
Експерт 26	2	3	1	3	4	2

## Додаток С

Таблиця С.1

Таблиця стандартизованих рангів для педагогічних умов

Експерти	Педагогічні умови					
	ПУ 1	ПУ2	ПУ3	ПУ4	ПУ5	ПУ6
Експерт 1	1,5	4,5	1,5	4,5	4	2
Експерт 2	1	2,5	4	2,5	3	5
Експерт 3	1,5	1,5	3,5	3,5	3	4
Експерт 4	1	4	2	3,5	5	3,5
Експерт 5	1,5	2	1,5	3	4	5
Експерт 6	1	2,5	2,5	4	3	5
Експерт 7	2	3,5	1	4	3,5	5
Експерт 8	1	3,5	2	3,5	5	4
Експерт 9	1	2	3	4	5	6
Експерт 10	1	5	2	3	5	5
Експерт 11	1	2	3	4	6	5
Експерт 12	2	3,5	1	3,5	5	4
Експерт 13	1	2	3	4	5	6
Експерт 14	1,5	3,5	1,5	3,5	3	4
Експерт 15	1,5	3,5	3,5	1,5	5,5	5,5
Експерт 16	1	2,5	2,5	5	5	5
Експерт 17	1,5	3,5	1,5	3,5	4	3
Експерт 18	3	3	1	3	5,5	5,5
Експерт 19	1,5	1,5	3,5	5,5	3,5	5,5
Експерт 20	1,5	1,5	2	3	4	5
Експерт 21	1,5	2	1,5	3	4	5
Експерт 22	1,5	3,5	3,5	5,5	5,5	1,5
Експерт 23	1	4	2,5	4,5	4,5	2,5
Експерт 24	1,5	2	4,5	4	1,5	4,5
Експерт 25	1	3	3	5,5	5,5	3
Експерт 26	2,5	4,5	1	4,5	4	2,5
<b>Сума рангів</b>	<b>37</b>	<b>54,5</b>	<b>61,5</b>	<b>99</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
<b>Середнє значення 79,3</b>						
<b>Відхилення від середнього</b>	<b>-42,3</b>	<b>-24,8</b>	<b>-17,8</b>	<b>19,7</b>	<b>32,7</b>	<b>32,7</b>
<b>Квадрат відхилення</b>	<b>1789,29</b>	<b>615,04</b>	<b>316,84</b>	<b>388</b>	<b>1069,29</b>	<b>1069,29</b>

## Додаток Т

Патенти та свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір





УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **143131** (13) **U**  
 (51) МПК (2020.01)  
 G06F 7/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
 ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
 СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
 УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

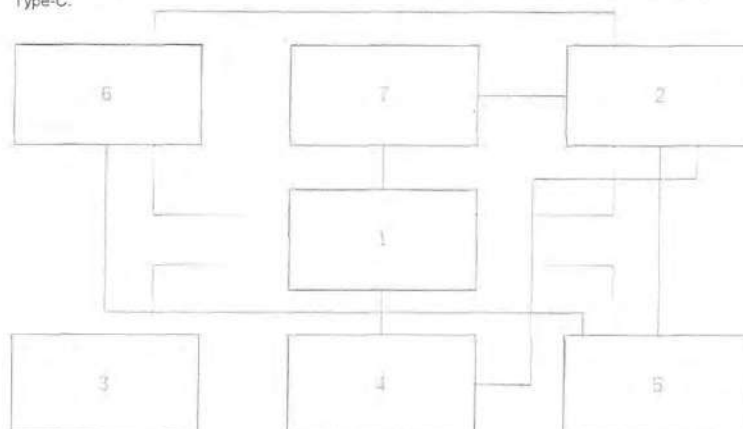
(21) Номер заявки: **u 2020 00952**  
 (22) Дата подання заявки: **14.02.2020**  
 (24) Дата, з якої є чинними  
 права на корисну  
 модель: **10.07.2020**  
 (46) Публікація відомостей  
 про видачу патенту: **10.07.2020, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):  
 Станіславенко Максим Михайлович (UA),  
 Коломісць Альона Анатоліївна (UA),  
 Ключко Віталій Іванович (UA),  
 Бондаренко Злата Василівна (UA)

(73) Власник(и):  
 ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
 ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
 Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021  
 (UA)

**(54) ПРОГРАМОВАНІЙ БЛОК КЕРУВАННЯ ДЛЯ ЦИФРО-АНАЛОГОВИХ ПРИСТРОЇВ****(57) Реферат:**

Програмований блок керування для аналого-цифрових пристроїв складається з розміщених на друкованій платі блока живлення, до якого під'єднані блок індикації, мікро-USB універсальний асинхронний приймач/передавач, блок конекторів та мікроконтролер, який сполучений з блоком кнопок, блоком конекторів та мікро-USB універсальним асинхронним приймачем/передавачем. Додатково в пристрій введено мікро-SD-роз'єм карти пам'яті, який підключений до блока живлення та мікроконтролера, який під'єднаний до блока індикації, що з'єднаний з мікро-USB універсальним асинхронним приймачем/передавачем, як такий використаний мікро-USB Type-C.



UA 143131 U



Корисна модель належить до галузі мікроелектроніки і може знайти використання в переносній і/та автономній електроніці, а також в пристроях інтернету речей.

Відома плата віддаленого керування комп'ютером, що містить блок комутації кнопок увімкнення і вимкнення системного блока комп'ютера, з'єднаний з роз'ємом для підключення до кнопок увімкнення і вимкнення системного блока комп'ютера, і роз'єм для зв'язку з комп'ютером, крім того, на ній розташовані GSM модуль, тримач SIM-карти, антена, при цьому GSM модуль з'єднаний з тримачем SIM-карти, антеною, блоком комутації кнопок увімкнення і вимкнення системного блока комп'ютера і інтерфейсним роз'ємом для зв'язку з комп'ютером (Патент РФ № 121610, м.кл. G06F 7/00) опубл. 27.10.2012, бюл. № 30).

Недоліком відомого пристрою є обмежені функціональні можливості через неможливість запису даних на мікро-SD-карту пам'яті, а також неможливість використання високошвидкісного роз'єму USB Type-C.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є пристрій, що складається з розміщених на друкованій платі блока живлення та з'єднаних з ним блока індикації, мікро-USB універсального асинхронного приймача/передавача, блока конекторів та мікроконтролера, який сполучений з блоком кнопок, блоком конекторів та мікро-USB універсальним асинхронним приймачем/передавачем <https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp32-devkitc/overview>. Недоліком пристрою, вибраного як найближчий аналог, є недостатня швидкодія та обмежені функціональні можливості, обумовлені неможливістю підключення потужної периферії до пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення програмованого блока керування для аналого-цифрових пристроїв, в якому за рахунок введення мікро-SD-роз'єму карти пам'яті та нових зв'язків досягається можливість полегшеного та зручного використання SD-карти пам'яті з платою, більш інформативне відображення індикації сигналів з мікро-USB універсального асинхронного приймача/передавача, крім того підвищується пропускна здатність живлення плати.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій, що складається з розміщених на друкованій платі блока живлення та з'єднаних з ним блока індикації, мікро-USB універсального асинхронного приймача/передавача, блока конекторів та мікроконтролера, який сполучений з блоком кнопок, блоком конекторів та мікро-USB універсальним асинхронним приймачем/передавачем, згідно з корисною моделлю, введено мікро-SD-роз'єм карти пам'яті, що підключений до блока живлення та мікроконтролера, під'єданого до блока індикації, що з'єднаний з мікро-USB універсальним асинхронним приймачем/передавачем, як такий використаний мікро-USB Type-C.

На кресленні наведено блок-схему пристрою, що заявляється.

Пристрій складається з розміщених на друкованій платі блока живлення 2, до якого під'єднані блок індикації 6, мікро-USB універсальний асинхронний приймач/передавач 5, як такий використаний мікро-USB Type-C, блок конекторів 4 та мікроконтролер 1. Мікроконтролер 1 сполучений з блоком кнопок 3, блоком конекторів 4 та мікро-USB Type-C універсальним асинхронним приймачем/передавачем 5. Крім цього, пристрій містить мікро-SD-роз'єм карти пам'яті 7, який підключений до блока живлення 2 та мікроконтролера 1, що під'єднаний до блока індикації 6, що з'єднаний з мікро-USB Type-C універсальним асинхронним приймачем/передавачем 5.

Пристрій працює наступним чином.

Від блока живлення 2 струм одночасно надходить на мікроконтролер 1, блок індикації 6, мікро-USB універсальний асинхронний приймач/передавач, як такий використаний мікро-USB Type-C 5, та мікро-SD-роз'єм карти пам'яті 7. При подачі живлення на мікроконтролер 1 відбувається запуск програми з flash-пам'яті мікроконтролера 1. В залежності від програми мікроконтролер 1 відправляє або приймає сигнали з мікро-SD-роз'єму карти пам'яті 7 та з мікро-USB універсального асинхронного приймача/передавача, як такий використаний мікро-USB Type-C 5, а також передає сигнали на блок індикації 6. При натисканні кнопки BOOT блока і короткому натисканні кнопки RCT блока кнопок 3 мікроконтролера 1 відсилає відповідно короткий сигнал низького рівня і логічний сигнал низького рівня. Під час перезавантаження мікроконтролера 1 вмикається режим перезавантаження його програми. Всі сигнали з мікроконтролера передаються і приймаються з блока конекторів 4, всі зовнішні пристрої, під'єднані до блока конекторів 4, і передають цифрові або аналогові сигнали на мікроконтролер 1. Мікро-USB Type-C універсальний асинхронний приймач/передавач 5 передає цифрові дані до мікроконтролера 1 та передає сигнали до блока індикації 6, індикатори якого сигналізують про передачу і отримання даних.















## Додаток У

## Фрагмент доповіді студента на конференції

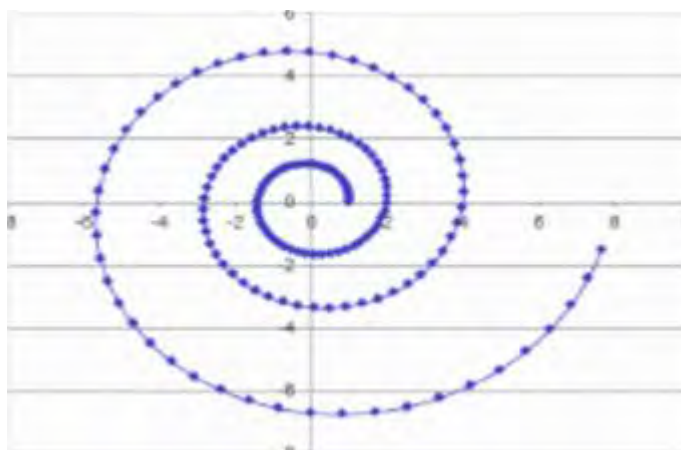
## ДЕЯКІ ФАКТИ ПРО КОМПЛЕКСНІ ЧИСЛА

Розглянемо приріст по складній відсотковій ставці:  $FV = PV(1+r)^t$ , де початкова сума  $PV$  нарощується протягом часу  $t$  по ставці  $r$ . Завжди вважалось, що  $r$  — дійсне число. Якщо покласти, що  $r = a + bi$  — є комплексним числом, то при аналізі властивостей фінансової операції можна вимірювати два параметри: дійсну та уявну частину ставки  $r$ . Якщо подати число у тригонометричній формі, то по формулі Муавра отримаємо:

$$FV = PV(\sqrt{(1+a)^2 + b^2})^t (\cos(t\alpha) + i \sin(t\alpha)).$$

Отже, при нарощуванні капіталу спостерігаються синусоїдальні коливальні явища, які досить часті в економіці. Прикладом таких явищ є сезонні коливання.

Відмітимо, що графік приросту капіталу в комплексній площині являє собою



спіраль (Рис.У.1).

Рис.У.1. Графік приросту в комплексній площині ( $r = a + 1,09i$ ).

Дійсна частина приросту має вигляд

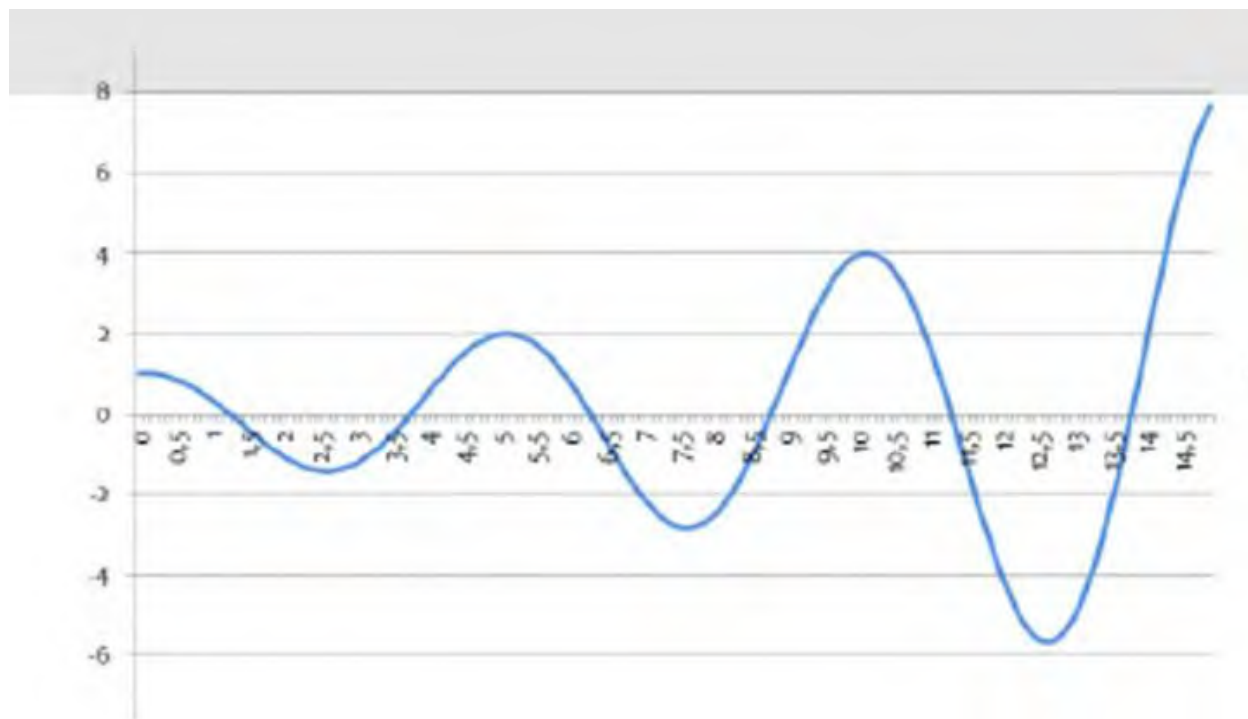


Рис.У.2. — Графік дійсної частини приросту ( $r = a + 1,09i$ ).

Останній графік можна інтерпретувати так: після початку фінансової операції в певні проміжки часу нарощена сума є додатною: можна перервати операцію з прибутком. Через деякий час вихід з операції приведе до значних збитків, однак, з часом, знову можна отримати значний прибуток. Таким чином, комплексна ставка приросту є гнучким регулятором фінансових операцій.

### Висновки

Виникнувши суто теоретично математичним шляхом, комплексні числа поступово знайшли своє застосування в різних науках (аеродинаміці, картографії, геодезії, електротехніці та ін.). Сьогодні сучасні дослідники знаходять комплексним числам досить цікаві застосування, зокрема в фінансових розрахунках, при побудові математико-економічних моделей та ін.

*Радзіховський Дмитро Юрійович* — студент групи 2БС-18Б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький

національний технічний університет, Вінниця, e-mail:  
Dimaradvin@gmail.com.

**Науковий керівник: Коломієць Альона Анатоліївна**, к. пед. наук, доцент кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет

### Бібліографічний опис тез виступів студентів на конференціях

1. Соколовський О.О., Кропивянський Є.О., **Коломієць А.А.** Мікро- та наносистемна техніка в сонячній енергетиці. *Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем (СПРН-2019): матеріали I міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 14-16 листопада 2019 р.* Вінниця. С183-185.
2. Гнатенко А.Ю., Козюк А. А., **Коломієць А. А.** Математична обробка сигналів. *Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем (СПРН-2019): матеріали I міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 14-16 листопада 2019 р.* Вінниця. С 44-46.
3. Степовий Б. С., **Коломієць А. А.** Ада Лавлейс – англійський математик та перший програміст. *Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2018): збірник доповідей.* – Вінниця : ВНТУ, 2018. URL: [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu\\_2018\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2018_netpub.pdf). 1318-1324
4. Куклій Д.В., Ушинський Ю.І., **Коломієць А. А.** Комплексне число та його графічні інтерпретації *Матеріали L науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2021): збірник доповідей.* – Вінниця : ВНТУ, 2021.... 1071-1074 URL: [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu\\_2021\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2021_netpub.pdf)
5. **Коломієць А. А., Сухоребра А. С.** Математика та криптографія. *Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2018): збірник*



доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2018.

Режим доступу [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu\\_2018\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2018_netpub.pdf) с. 1324-1325

6. Радзіховський Д.Ю. Деякі факти про комплексні числа (наук.кер. **Коломієць А.А.**). *Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2019): збірник доповідей.* – Вінниця : ВНТУ, 2019.с 952-955  
URL: [https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu\\_2019\\_netpub.pdf](https://conferences.vntu.edu.ua/public/files/1/vntu_2019_netpub.pdf)

7. Красносельський В. В., Тушківський Б. А., Худаско Д.В. Розширення наукового кругозору студентів вищих навчальних закладів через вивчення фактів історії розвитку науки. *Історія науки у вищій та середній школі : Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції, 10-11 квітня 2014 року.* Умань С. 205-207. Науковий керівник – к пед.н., доц. Коломієць А.А.

8. Алексєєв М. А., Гладищенко О. С., Червоний В. В. Фундаментальність в працях М. В. Остроградського та М. П. Кравчука. *Розвиток науки на теренах України: збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. 14-15 травня 2016 р.* Умань С. 10-12. Науковий керівник – к.пед.н., доц. Коломієць А.А.

9. Василевич О.О., Коломієць А. А. Про деякі можливості застосування векторної алгебри у процесі створення комп'ютерних програм С. 1330-1335. Гавура, К. М., «Ефективні конструкції підпирних стінок,» в *Матеріали конференції »XLIX Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2020)»,* Вінниця, 2020.

URL: : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/allvntu/index/pages/view/zbirn2020>.

## Додаток Ф

## Побудова систематизувальної таблиці

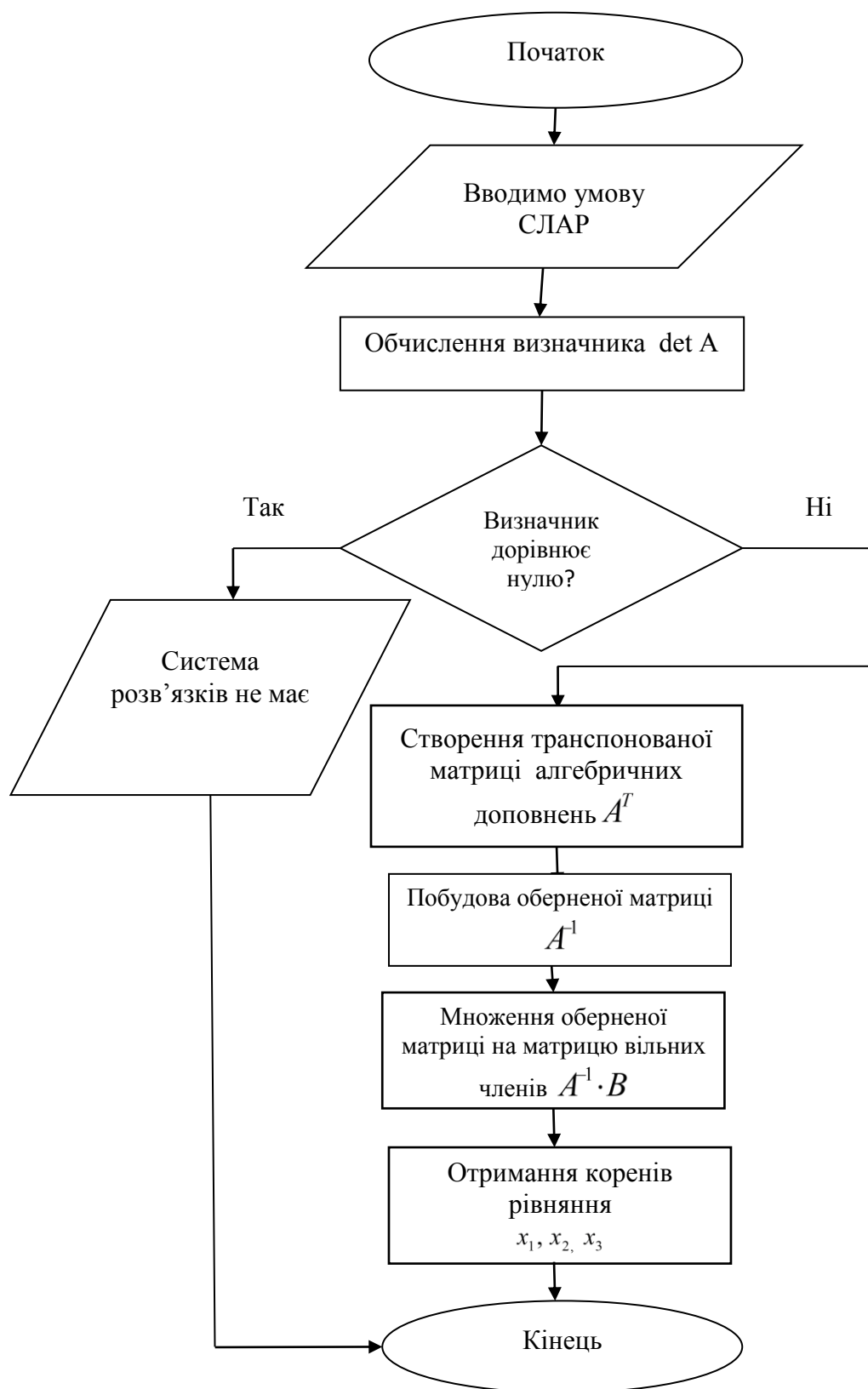
Класифікація основних невизначеностей  
при розкритті границь та шляхи їх розв'язання

	Вигляд границі	Метод розв'язання	Приклад
Умова $x \rightarrow a$	$\lim_{x \rightarrow a} P_m(x)$  $P_m(x) =$	Замість змінної в підграничний вираз підставляємо значення, до якого прямує змінна $x$  $\lim_{x \rightarrow a} P_m(x) = P(a)$	$\lim_{x \rightarrow 2} x^3 - 3x + 1 =$ $= 2^3 - 3 \cdot 2 + 1 =$ $= 8 - 6 + 1 = 3$
	$\lim_{x \rightarrow a} \frac{P_m(x)}{Q_k(x)} = \left\{ \frac{0}{0} \right\}$  Маємо невизначеність $\left\{ \frac{0}{0} \right\}$	У чисельнику і знаменнику дробу виділяємо множник $x-a$ . Для цього можна застосувати одну із формул: $ax^2 + bx + c = a(x-x_1)(x-x_2)$ де $x_1$ і $x_2$ – корені квадратного рівняння $ax^2 + bx + c = 0$ $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$ $a^3 - b^3 = (a-b)(a^2 + ab + b^2)$ $a^3 + b^3 = (a+b)(a^2 - ab + b^2)$  Потім чисельник і знаменник дробу скорочуємо на $x-a$  $\lim_{x \rightarrow a} \frac{P_m(x)}{Q_k(x)} = \left\{ \frac{0}{0} \right\} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{\frac{P_m(x)}{x-a}}{\frac{Q_k(x)}{x-a}} =$ $= \lim_{x \rightarrow a} \frac{P_{m-1}(x)}{Q_{k-1}(x)}$  Якщо після ділення знову отримаємо невизначеність $\left\{ \frac{0}{0} \right\}$ , то знову виділяємо у чисельнику і знаменнику $x-a$ і здійснюємо ділення на $x-a$	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^3 - 8}{x - 2} = \left\{ \frac{0}{0} \right\} =$ $= \lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x^2 + 2x + 4)}{(x-2)} =$ $= 12$  Розклали на елементарні множники і скоротили на $x-2$  $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 7x + 10}{x^2 - 8x + 12} = \left\{ \frac{0}{0} \right\} =$ $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{(x-2)(x-5)}{(x-2)(x-6)} = \lim_{x \rightarrow 2} \frac{x-5}{x-6} = \frac{3}{4}$

<b>Умова</b> $x \rightarrow a$	$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \left\{ \frac{0}{0} \right\}$ <p>Відношення нескінченно малих функцій (н. м. ф)</p>	<p>Застосовуємо таблицю еквівалентностей для нескінченно малих функцій</p> $\sin \alpha(x) \approx \alpha(x)$ $1 - \cos \alpha(x) \approx \frac{(\alpha(x))^2}{2}$ $\operatorname{tg} \alpha(x) \approx \alpha(x)$ $\operatorname{ctg} \alpha(x) \approx \alpha(x)$ $\arcsin \alpha(x) \approx \alpha(x)$ $b^{\alpha(x)} - 1 \approx \alpha(x) \ln b$	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{8^x - 1}{5x} = \left\{ \frac{0}{0} \right\}$ $= \{8^x \approx x \ln 8\} =$ $= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x \ln 8}{5x} = \frac{\ln 8}{5}$
<b>Умова</b> $x \rightarrow a$	$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x) - p(x)}{g(x)} = \left\{ \frac{0}{0} \right\}$ <p>Відношення нескінченно малих функцій (н. м. ф)</p> <p>Вираз під знаком границі містить різницю (суму) тригонометричні х функцій</p>	<p>Застосовуємо одну із формул</p> $\sin x + \sin y = 2 \sin \frac{x+y}{2} \cdot \cos \frac{x-y}{2}$ $\sin x - \sin y = 2 \cos \frac{x+y}{2} \cdot \sin \frac{x-y}{2}$ $\cos x + \cos y = 2 \cos \frac{x+y}{2} \cdot \cos \frac{x-y}{2}$ $\cos x - \cos y = -2 \sin \frac{x+y}{2} \cdot \sin \frac{x-y}{2}$	$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 10x - \sin 4x}{\sin 2x} = \left\{ \frac{0}{0} \right\} =$ $= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(2 \cos \frac{10x+4x}{2} \sin \frac{10x-4x}{2})}{\sin 2x} =$ $= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 \cos 7x \sin 3x}{\sin 2x} =$ $= \left\{ \begin{array}{l} \text{застосуємо таблицю} \\ \text{еквівалентних функцій} \end{array} \right\} =$ $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 \cos 7x \cdot 3x}{2x} = \frac{2 \cdot 3}{2} = 2$
<b>Умова</b> $x \rightarrow \infty$	<p>Границя відношення многочленів</p>	<p>Чисельник і знаменник дробу ділимо на змінну в найбільшому показнику степеня</p> $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{P_k(x)}{Q_m(x)} \quad \text{якщо} \quad k > m$ $\frac{x^k}{x^k}$ <p><math>m &gt; k</math></p>	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 + x - 4}{7x^3 + x - 2} =$ $= \left\{ \begin{array}{l} \text{чисельник і} \\ \text{знаменник} \\ \text{дробу ділимо} \\ \text{на } x^3 \end{array} \right\} =$ $= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2 + \frac{1}{x} - \frac{4}{x^3}}{7 + \frac{1}{x} - \frac{2}{x^2}} = \frac{2}{7}$

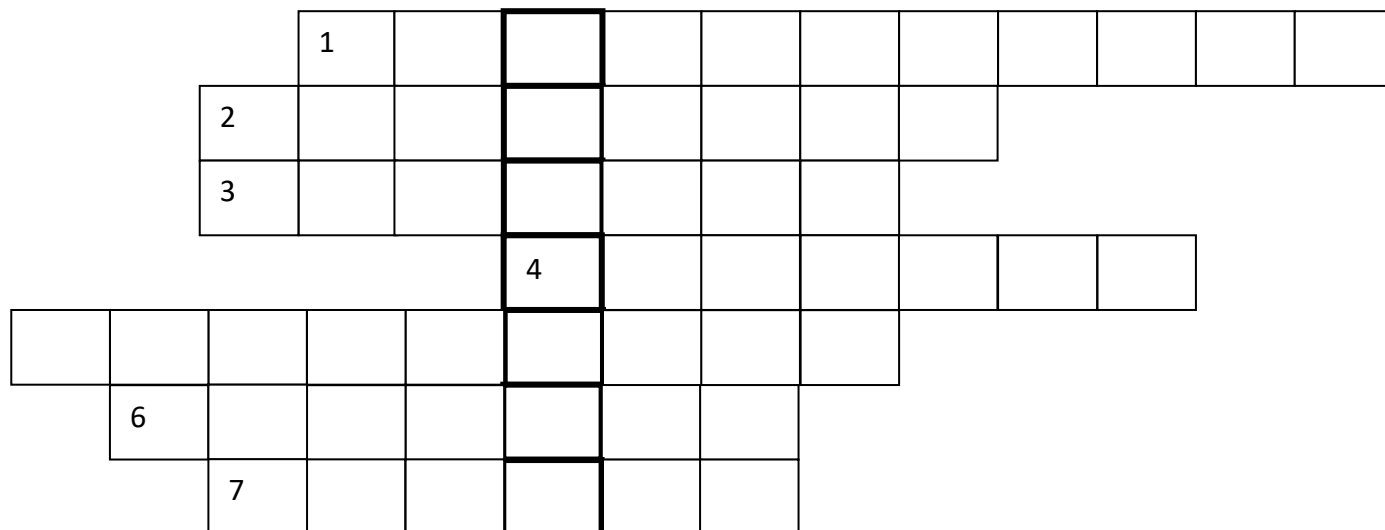
<b>Умова</b> $x \rightarrow \infty$	$\lim_{x \rightarrow \infty} (P_p(x) - Q_n(x))$ маємо невизначеність $\infty - \infty$ типу	Зводимо дробі до спільного знаменника. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{P_k(x)}{Q_m(x)}$ При чому може утворитися невивзначеність типу $\left\{ \frac{\infty}{\infty} \right\}$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x^3 + 3x^2}{x^2 + 1} - x \right) =$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{21x^2 - 2x}{3x} - 7x \right) =$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{21x^2 - 2x - 21x^2}{3x} =$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( -\frac{2x}{3x} \right) = -\frac{2}{3}$
<b>Умова</b> $x \rightarrow \infty$	$\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{P_k(x)} - \sqrt{Q_k(x)})$ Маємо невизначеність $\infty - \infty$ типу	Домножуємо і ділимо на спряжений вираз $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{P_k(x)} - \sqrt{Q_k(x)})(\sqrt{P_k(x)} + \sqrt{Q_k(x)})}{\sqrt{P_k(x)} + \sqrt{Q_k(x)}}$	$\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x-2} - \sqrt{x+4}) =$ $= \{\infty - \infty\} =$ $= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{x-2} - \sqrt{x+4})(\sqrt{x-2} + \sqrt{x+4})}{(\sqrt{x-2} + \sqrt{x+4})} =$ $= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x-2-x-4}{(\sqrt{x-2} + \sqrt{x+4})} = \left\{ \frac{-6}{\infty} \right\} = 0$
<b>Умова</b> $x \rightarrow \infty$	$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)^{g(x)}$ Невивзначеність типу $\left\{ 1^\infty \right\}$	Застосовуємо правило другої чудової границі $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n = e$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{3x-1}{3x+2} \right)^{x-3} = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{3x+2-3}{3x+2} \right)^{x-3} =$ $= \lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{3}{3x+2} \right)^{x-3} =$ $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( 1 - \frac{3}{3x+2} \right)^{\frac{3x+2}{3} \cdot (x-2) \cdot \left( -\frac{3}{3x+2} \right)} =$ $= e^{\lim_{x \rightarrow \infty} \left( -\frac{3x-6}{3x+2} \right)} = e^{-1}$

**Додаток X**  
**Побудова алгоритму розв'язування СЛАР методом оберненої матриці**



## Додаток Ц

## Приклад математичного кросворду для повторення та систематизації знань з теми «Похідна функції»



1. Головна лінійна частина приросту функції або відображення, приріст залежної змінної.
2. Незалежна змінна, від значень якої залежать значення функції.
3. Число, до якого прямує значення функції, якщо її аргумент прямує до заданої точки.
4. Постійна величина (скаляр) в математиці, фізиці, хімії.
5. Знайти  $y'(0)$ , якщо  $y = x^2 + 11x$ . Записати число буквами.
6. Нехай функція  $y=f(x)$  визначена в точках  $x_0$  і  $x_1$ . Різницю  $x_1 - x_0$  називають приростом аргументу (при переході від точок  $x_0$  до точки  $x_1$ ), а різницю  $f(x_1) - f(x_0)$  називають \_\_\_\_\_ функції.
7. Задано формулу переміщення тіла.  $s(t) = t^3 + 4t^2$ . Знайти миттєву швидкість тіла в момент часу  $t = 1$ .

Відповіді

1. диференціал
2. аргумент
3. границя
4. константа
5. одинадцять
6. приріст
7. дев'ять

### Додаток Ш

#### Система професійно спрямованих задач з вищої математики для майбутніх інженерів-електромеханіків

Розділ вищої математики	Типова професійно спрямована задача
Типова професійно спрямована задача	1. Розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь, складену на основі законів Кірхгофа
	2. Виконати дії над векторами примітивних трансляцій в оберненій решітці, які виражаються через вектори в решітці Браве заданими формулами
	3. Записати рівняння перерізу електричного проводу як кривої другого порядку
Вступ до математичного аналізу	1. Швидкість охолодження тіла пропорційна різниці температур тіла та оточуючого середовища. Записати залежність температури тіла від часу
	2. Задано тангенс кута діелектричних втрат. Знайти точки екстремуму та визначити характер екстремуму в кожній з них
Функції багатьох змінних. Функція комплексної змінної	1. Повна енергія решітки циліндричного магнітного домену виражається певною залежністю від швидкості домену та величини, оберненої до часу згасання сигналу. Знайти частинні похідні заданої функції
	2. Знайти модуль та аргумент струму, що проходить у ланцюзі
	3. Для заданої схеми записати вираз для обчислення комплексного опору електричного ланцюга
Невизначений інтеграл	1. Записати вираз для повного заряду пластини, заданої кривими, що її обмежують
	2. Знайти залежність, якою задається сила, з якою певна маса притягує точкову масу
Визначений інтеграл	1. Знайти моменти інерції однорідних дуг
	2. Знайти амплітудно-частотний спектр періодичної

	функції, що описує послідовність імпульсів сталого струму з заданою амплітудою
	3. На плоскій пластині, обмеженій кривими, розподілено електричний заряд з поверхневою щільністю. Знайти повний заряд пластини
Диференціальні рівняння	1. Сила струму в ланцюзі задається диференціальним рівнянням першого порядку. Знайти силу струму в певний момент часу
	2. Контур підключено до джерела струму. Знайти струм, що встановився, та перехідний струм при ввімкненні рубильника
	3. Знайти фазову траєкторію автономної динамічної системи, що задається системою диференціальних рівнянь
Випадкові події. Випадкові величини. Математична статистика	1. Знайти ймовірність того, що з $m$ електропристроїв протягом обмеженого часу вийде з ладу $n$ пристроїв
	2. Скласти закон розподілу випадкової величини – кількості працюючих електричних блоків у технічному пристрої
	3. Побудувати гістограму використання електричної енергії різними споживачами протягом певного часу
Ряди	1. Застосовуючи ряди, розв'язати диференціальне рівняння, що описує струм у ланцюзі

Взято: М. А. Кислова М. А. Професійна спрямованість навчання вищої математики майбутніх інженерів-електромеханіків Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 2016, № 2 (56) 280-278-284. [https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2\\_16.pdf](https://library.sspu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/2_16.pdf) (дата зв 24.10.2018) С. 279-280.



## Додаток Ш

### Зразки професійно-орієнтованих завдань

**Завдання.** Матеріальна точка коливається по колу біля свого середнього положення за законом  $x = A \cdot e^{-k \cdot t} \cdot \sin \omega \cdot t$ , де  $A$  – амплітуда. Знайдіть  $\lim_{t \rightarrow \infty} x$ .

Переформулюйте умову завдання математичною мовою. Знайдіть границю функції  $\lim_{t \rightarrow \infty} A \cdot e^{-k \cdot t} \sin \omega \cdot t$  за допомогою СКМ.

Відповідь:  $\lim_{t \rightarrow \infty} x = 0$  – коливання згасають.

**Завдання** Розрахунок робочого колеса турбіни приводить до рівняння, де  $\ln y = -k^2 \cdot x^2 + \ln y_0$   $y$  – товщина колеса на відстані  $x$  від осі обертання,  $y_0$  – значення  $y$  при  $x = 0$ .

Знайдіть  $\lim_{x \rightarrow 0} e^{-k^2 \cdot x^2}$

Вказівка. Переформулюйте умову завдання математичною мовою. Скористайтесь основною логарифмічною тотожністю та властивостями степеня для вираження відношення:  $y = e^{-k^2 \cdot x^2 + \ln y_0} = e^{-k^2 \cdot x^2} \cdot e^{\ln y_0} = e^{-k^2 \cdot x^2} \cdot y_0$ .

Знайдіть границю функції  $\lim_{x \rightarrow 0} e^{-k^2 \cdot x^2}$  за допомогою СКМ.

Відповідь:  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{y}{y_0} = 1$ .

**Завдання.** Висота частини вертикального струменя фонтану наближено виражається формулою  $h = \frac{H}{1 + \varphi \cdot H}$ , де  $H$  – величина напору води в насадках (у метрах водяного стовпа),  $\varphi$  – коефіцієнт, що визначається діаметром  $d$  (мм) вихідного перерізу насадки.

Побудуйте графіки залежності  $h(H)$  при різних значеннях  $\varphi$ :  $\varphi = 0,023$ ,  $\varphi = 0,009$ ,  $\varphi = 0,004$ ; дослідіть та порівняйте поведінку відповідних функцій.

Переформулюйте задачу математичною мовою, тобто знайдіть  $\lim_{H \rightarrow \infty} \frac{H}{1 + \varphi \cdot H}$  за допомогою СКМ.

Значення цієї границі  $\frac{1}{\varphi}$  вказує на існування горизонтальної асимптоти

$h = \frac{1}{\varphi}$  (при  $\varphi = 0,23$ ,  $h = 43,48$ , тобто необхідно побудувати лінію  $y(x) = 43,48$ ).

Для інтерпретації результатів порівняння отриманих залежностей побудуйте за допомогою ППЗ графіки залежностей при різних значеннях  $\varphi$ , з урахуванням того, що за змістом задачі  $h$  обмежено відрізком  $[0; H]$ .

Відповідь: при збільшенні  $\varphi$  висота струменя зменшується, причому зміна величини напору при збільшенні  $\varphi$  майже не впливає на висоту струменя; при зменшенні  $\varphi$   $\lim_{\varphi \rightarrow 0} \frac{H}{1 + \varphi \cdot H} = H$ , тобто висота струменя прямує до  $H$ .

**Завдання.** Динамічна самоіндукція антени при постійному подовженні хвилі на одиницю довжини виражається формулою

$L = L_0 \frac{\operatorname{tg}(\pi l / \lambda)}{2\pi l / \lambda}$ , де  $L$  – динамічна самоіндукція;  $L_0$  – статична

самоіндукція;  $l$  – діюча довжина антени;  $\lambda$  – довжина хвилі антени. Знайти  $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} L$ .

Переформулюйте умову завдання математичною мовою. Знайдіть границю послідовності  $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} L_0 \frac{\operatorname{tg}(\pi \cdot l / \lambda)}{2 \cdot \pi \cdot l / \lambda}$  за допомогою ППЗ.

Відповідь:  $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} L = L_0 \cdot \sqrt{2}$ .

Взято: Власенко К. В. Вища математика для майбутніх інженерів : навчальний посібник. Донецьк : –Ноулідж” (донецьке відділення), 2010. 429 с.

**Завдання.**

Задано схему (рис Щ.1).

Поряд із кожним компонентом схеми задано номінальне значення опору для резисторів та напруги для джерел е.р.с. Знайти значення контурних струмів.

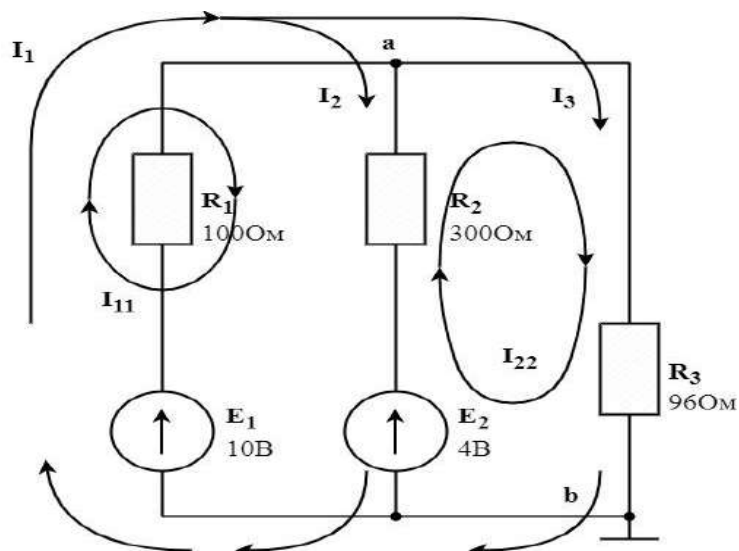


Рисунок Щ.1. Схема електричного кола

## Додаток Ю

Так, при вивченні основних методів обчислення похідних функцій студенти спеціальності «Комп'ютерна інженерія», поступили на навчання після закінчення коледжа, помітили аналогію між обчисленням похідних складених функцій та принципами блочної верстки сайтів. Для цієї групи студентів, які вже мають базові знання з математики та вищої математики, одержані в коледжі, а також теоретичні знання і практичні навички програмування, поглиблене вивчення матеріалу з теми диференціювання функцій викликало асоціації з принципом блочної верстки сайтів. Цей цікавий приклад аналогії, запропонований студентами, ми вирішили навести.

Наведемо схематично основні моменти цієї ідеї.

Верстання веб-сторінки включає в себе 3 пункти:

1) розмітку сторінки за допомогою мови розмітки (не програмування!)

Html;

2) Додання стилів(колір, висоту, ширину і т.д. веб-сторінки) через css;

Верстання «в стилі матрьошок» має вигляд розмітки сторінки за допомогою HTML блочним методом. Існує два методи: табличний і блочний. На даний момент використовуються блочна верстка, так як таблична є застаріла.

Розмітка блоками виглядає як сукупність боксів для їжі, матрьошок, коробочок одна в одній. Відмінність від матрьошок полягає в тому, що в блокові може бути більше ніж 1 такий самий блок або інший елемент веб-сторінки.

Розглянемо функцію  $y = \cos(x^3 \cdot \ln x) \cdot \operatorname{tg}(x \cdot \sin x^8) + \operatorname{arctg} x$

Обчислення похідної цієї функції обумовлює розуміння того, що ця функція є добутком декількох складених функцій. Паралельно можна розглянути наступну схему (рисунок Ю.8).

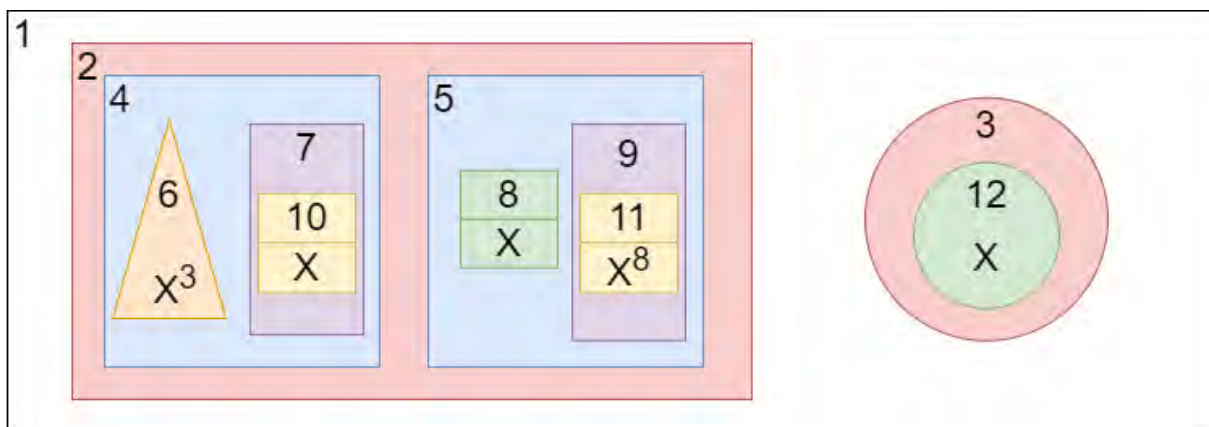


Рисунок Ю.1

На схемі ми бачимо один великий блок (1), всередині якого розміщено два менші блоки(2,3) і ще деякий елемент, наприклад параграф (4). В блоці 2 ми бачимо ще елементи позначені номерами 4 і 5. Під номером 7 зображено елемент який містить елемент 10. Опишемо фігури, що позначені номерами на рисунку. Введемо такі позначення : «3» -  $\arctg x$ , «4» -  $\cos(x^3 \cdot \ln x)$ , «5» -  $tg(x \cdot \sin x^8)$ , «7» -  $\ln x$ , «9» -  $\sin x^8$ .

Аналогічно в контейнері під №5 міститься «менший» контейнер №8 та №9 і схожий №7 з своїм вмістом : параграфами під №11. Параграф – певний текст, який має певні стилістичні і функціональні параметри.

Розглянемо цей приклад на мові Html.

`<div>`тут знаходиться вміст блоку`</div>` - це синтаксис запису будь-якого блоку. Будь який блок, тобто `div`, починається з `<div>` і закінчується `</div>`. Все, що знаходиться між ними і є вмістом блоку.

`Class=" 1"` – це деякий атрибут блоку чи іншого елемента який показує його «назву». Назва може бути унікальною ,тобто лише один елемент може мати таку назву(в цьому випадку назва буде задаватись як `id=" "`) або не унікальною, тобто декілька елементів можуть мати однакову «назву». «Назва» - насправді є ідентифікатором.

Одним кольором відзначено початок і кінець елемента.

```
<div class="1">
  <div class="2">
```

```

<div class="4">
  <div class="6">
    <p>X3</p>
  </div>
  <div class="7">
    <div class="10">
      <p>X</p>
    </div>
  </div>
</div>
<div class="5">
  <div class="8">
    <p>X</p>
  </div>
  <div class="9">
    <div class="11">
      <p>X8</p>
    </div>
  </div>
</div>
</div>
<div class="3">
  <div class="12">
    <p>X</p>
  </div>
</div>
<p class="4"> Це є параграф і тут розміщується його вміст</p>
</div>

```

Обчислюючи похідну функції  $y = \cos(x^3 \cdot \ln x) \cdot \operatorname{tg}(x \cdot \sin x^8) + \operatorname{arctg} x$  можна уявити що функція косинуса, яка є складеною, як контейнер містить містить інші контейнери, так само функція тангенс містить «контейнер» – змінну  $x$  та контейнер – функцію синус, яка у свою чергу також містить контейнери.

Наведений підхід для групи студентів-молодших спеціалістів виявився дуже влучним, оскільки переважна більшість студентів групи працюють у напрямку програмування сайтів. Проте наведений приклад буде доцільний лише за умови, коли студенти мають елементарні знання блочної верстки сайтів.

## Додаток Я

**Тест на визначення креативності та творчого мислення  
(діагностика за методикою Дж. Брунера)****Інструкція**

**У кожної людини переважає певний тип мислення. Цей опитувальник допоможе вам визначити тип свого мислення. Якщо згодні з висловлюванням, у бланку поставте «+», якщо немає «-».**

**Тестовий матеріал.**

1. Мені легше щось зробити, ніж пояснити, чому я так зробив (ла).
2. Я люблю налаштовувати програми для комп'ютера.
3. Я люблю читати художню літературу.
4. Я люблю живопис (скульптуру).
5. Я не вважаю, що легше виконувати ту роботу, у якій усе чітко визначено.
6. Мені простіше засвоїти щось, якщо я маю змогу маніпулювати предметами.
7. Я люблю грати в шахи, шашки.
8. Я легко висловлюю свої думки як в усній, так і в письмовій формі.
9. Я хотів (ла) би займатися колекціонуванням.
10. Я люблю й розумію живопис.
11. Я більше хотів (ла) би бути слюсарем, ніж інженером.
12. Для мене алгебра цікавіша, ніж геометрія.
13. У художній літературі для мене важливіше не те, що сказано, а як це сказано.
14. Я люблю відвідувати видовищні заходи.
15. Мені не подобається регламентована робота.
16. Мені подобається що-небудь робити своїми руками.
17. У дитинстві я любив (ла) створювати свою систему слів / знаків / шифрів для листування з друзями.

18. Я надаю великого значення формі вираження думок.
19. Мені важко передати зміст розповіді без його образного уявлення.
20. Не люблю відвідувати музеї, бо всі вони однакові.
21. Будь-яку інформацію я сприймаю як керівництво до дії.
22. Мене більше приваблює товарний знак фірми, ніж її назва.
23. Мене приваблює робота коментатора радіо, телебачення.
24. Знайомі мелодії викликають у моїй уяві певні картини.
25. Люблю фантазувати.
26. Коли я слухаю музику, мені хочеться танцювати.
27. Мені цікаво розбиратися в кресленнях і схемах.
28. Мені подобається художня література.
29. Знайомий запах викликає всю картину подій, що відбулися багато років тому.
30. Різноманітні захоплення роблять життя людини багатшим.
31. Істинна – це тільки те, що можна помацати руками.
32. Я надаю перевагу точним наукам.
33. Я за словом до кишені не лізу.
34. Я люблю малювати.
35. Один і той самий спектакль / фільм можна переглядати багато разів, головне – гра акторів, нова інтерпретація.
36. Мені подобалося в дитинстві збирати механізми з деталей конструктора.
37. Мені здається, що я зміг (ла) би вивчити стенографію.
38. Мені подобається читати вірші вголос.
39. Я згоден (а) із твердженням, що краса врятує світ.
40. Я волів (ла) би бути закрійником, а не кравцем.
41. Краще зробити табуретку руками, ніж проектувати її.
42. Мені здається, що я зміг (ла) би оволодіти професією програміста.
43. Люблю поезію.
44. Перш ніж виготовити якусь деталь, спочатку я роблю креслення.



45. Мені більше подобається процес діяльності, ніж її кінцевий результат.
46. Для мене краще попрацювати в майстерні, ніж вивчати креслення.
47. Мені цікаво було б розшифрувати древні тайнописи.
48. Якщо мені потрібно виступити, то я завжди готую свою промову, хоча впевнений (а), що знайду необхідні слова.
49. Більше люблю виконувати завдання з геометрії, ніж з алгебри.
50. Навіть у налагодженій справі намагаюся творчо змінити щось.
51. Я люблю вдома займатися рукоділлям, майструвати.
52. Я зміг (ла) би опанувати мови програмування.
53. Мені неважко написати твір на задану тему.
54. Мені легко уявити образ предмета чи явища, які не існують.
55. Я іноді сумніваюся навіть у тому, що для інших очевидно.
56. Я волів (ла) би сам (а) відремонтувати праску, ніж віднести її до майстерні.
57. Я легко засвоюю граматичні конструкції мови.
58. Люблю писати листи.
59. Сюжет кінофільму можу представити як низку образів.
60. Абстрактні картини спонукають до роздумів.
61. У школі мені найбільше подобалися уроки праці, домоведення.
62. Вивчення іноземної мови не становить для мене труднощів.
63. Я охоче щось розповідаю, якщо мене просять друзі.
64. Я легко можу уявити в образах зміст почутого.
65. Я не хотів (ла) би підкоряти своє життя певній системі.
66. Я частіше спочатку зроблю, а потім думаю про правильність, рішення.
67. Думаю, що зміг (ла) би вивчити китайські ієрогліфи.
68. Не можу не поділитися щойно почутою новиною.
69. Мені здається, що робота сценариста / письменника цікава.
70. Мені подобається робота дизайнера.
71. У ході розв'язання якоїсь проблеми мені легше застосовувати метод проб і помилок.

72. Вивчення дорожніх знаків не було / не буде для мене складним.
73. Я легко знаходжу спільну мову з незнайомими людьми.
74. Мене приваблює робота художника-оформлювача.
75. Не люблю ходити одним і тим самим шляхом.

***Ключ до тесту на мислення і креативність***

**Отримані дані обробляють й аналізують через підрахування суми «+» у кожному стовпчику.**

Предметне мислення	Символічне мислення	Знакове мислення	Образне мислення	Креативність
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	52	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
сума =	сума =	сума =	сума =	сума =

*Інтерпретація результатів.* Рівень креативності та базового типу мислення розбивають на три інтервали: низький рівень (від 0 до 5 балів); середній рівень (від 6 до 9 балів); високий рівень (від 10 до 15 балів).

*Предметне мислення.* Люди з практичним складом розуму володіють предметним мисленням, для якого характерні нерозривний зв'язок із предметом у просторі та часі, перетворення інформації за допомогою предметних дій, послідовне виконання операцій. Існують фізичні обмеження на перетворення. Результатом такого типу мислення стає думка, утілена в новій конструкції.

*Образне мислення.* Люди з художнім складом розуму володіють подібним типом мислення. Це віддалення від предмета в просторі та часі, перетворення інформації за допомогою дій з образами. Немає фізичних обмежень на перетворення. Операції можуть відбуватися як послідовно, так і одночасно. Результатом стає думка, утілена в новому образі.

*Знакове мислення.* Особистості з гуманітарним складом розуму володіють знаковим мисленням. Для нього характерне перетворення інформації за допомогою умовиводів. Знаки об'єднуються в більші одиниці за правилами єдиної граматики. Результатом є думка у формі поняття чи висловлювання, що фіксує істотні відносини між позначуваними предметами.

*Символічне мислення.* Люди з математичним складом розуму надають перевагу символічному мисленню, коли відбувається перетворення інформації за допомогою правил виводу (зокрема, алгебраїчних правил чи арифметичних знаків та операцій). Результатом є думка, виражена у вигляді структур і формул, що фіксують істотні відношення між символами.

*Креативність* – творчі здібності людини. Такі особи вирізняються готовністю до створення принципово нових ідей. На думку П. Торренса, креативність охоплює підвищену чутливість до проблем, дефіциту або до суперечливості знань, дії за визначенням цих питань, із пошуку рішень на основі формулювання гіпотез, із перевірки та зміни гіпотез, окреслення результату рішення. Для розвитку творчого мислення використовують навчальні ситуації, які вирізняються незавершеністю або відкритістю для включення нових елементів, заохоченням до формулювання безлічі питань.

*Джерело:* Яланська С. П. Психологія творчості: навчальний посібник. Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2014. – 180 с. URL: <https://studfile.net/preview/5258160/page:5/>.

## Додаток А.1

Діагностичні тести на перевірку сформованості мотивації

**Методика “Мотивація навчання у ЗВО”**

(Автор методики Т. І. Ільїна).

Для створення даної методики автор використала низку інших відомих методик. У ній є три шкали: –набуття знань” (прагнення до отримання знань, допитливість); –оволодіння професією” (прагнення оволодіти професійними знаннями і сформувати професійно важливі якості); –отримання диплома” (прагнення отримати диплом при формальному засвоєнні знань, прагнення до пошуку обхідних шляхів при складанні екзаменів і заліків). У запитальник, для маскування, автор методики включила низку фонових тверджень, котрі надалі не опрацьовуються.

**Інструкція.**

Позначте свою згоду знаком “+” або незгоду – знаком “–” із поданими нижче твердженнями.

**Текст запитальника.**

1. Найкраща атмосфера на занятті – атмосфера вільних висловлювань.
2. Зазвичай я працюю з великим напруженням.
3. У мене рідко буває головний біль після пережитих хвилювань і неприємностей.
4. Я самостійно вивчаю низку предметів, які, на мою думку, необхідні для моєї майбутньої професії.
5. Яку з притаманних вам якостей ви цінуєте найбільше? (Напишіть відповідь поруч).
6. Я вважаю, що життя слід присвятити обраній професії.
7. Я отримую задоволення від розгляду на занятті важких проблем.
8. Я не бачу сенсу в більшості робіт, які ми виконуємо у ВНЗ.

9. Велике задоволення мені приносить розповідь знайомим про мою майбутню професію.
10. Я досить посередній студент, ніколи не буду цілком добрим, а тому немає сенсу докладати зусиль, аби стати кращим.
11. Я вважаю, що в наш час необов'язково мати вищу освіту.
12. Я твердо переконаний у правильності вибору професії.
13. Який притаманних вам якостей ви хотіли б позбутися? (Напишіть відповідь поруч).
14. За зручних обставин я використовую на екзамені допоміжні матеріали (конспекти, шпаргалки, записи, формули).
15. Найкращий період життя – студентські роки.
16. У мене надзвичайно неспокійний і переривчатий сон.
17. Я вважаю, що для повного оволодіння професією всі навчальні дисципліни слід вивчати однаково глибоко.
18. При нагоді я поступи в би в інший ВНЗ.
19. Я зазвичай спочатку беруся за легші завдання, а складніші залишаю на кінець.
20. Для мене було важко у виборі професії зупинитися на одній з них.
21. Я можу спокійно спати після будь-яких неприємностей.
22. Я твердо переконаний, що моя професія дасть мені моральне задоволення і матеріальний достаток у житті.
23. Мені здається, що мої друзі здатні навчатися краще за мене.
24. Для мене дуже важливо мати диплом про вищу освіту.
25. З певних практичних міркувань це найбільш зручний для мене ВНЗ.
26. У мене достатньо сили волі, щоб навчатися без нагадувань адміністрації.
27. Життя для мене майже завжди пов'язане з надзвичайним напруженням.
28. Екзамени слід складати, витрачаючи максимум зусиль.

29. Є чимало ВНЗ, в яких я міг би навчатися з неменшим інтересом.
30. Яка з притаманних вам властивостей найбільше заважає вам навчатися? (Напишіть відповідь поруч).
31. Я дуже захоплива людина, але всі мої захоплення так чи інакше пов'язані з моєю майбутньою роботою.
32. Стурбованість щодо екзамену або роботи, яка не виконана вчасно, часто заважає мені спати.
33. Висока зарплата по закінченню ВНЗ для мене не головне.
34. Мені потрібно бути в доброму настрої, щоб підтримати спільне рішення групи.
35. Я змушений був поступити у ВНЗ, щоб зайняти бажане становище в суспільстві, уникнути служби в армії.
36. Я вивчаю матеріал, щоб стати професіоналом, а не для екзамену.
37. Мої батьки добрі професіонали, і я хочу бути схожим на них.
38. Для просування по службі мені потрібно мати вищу освіту.
39. Яка з ваших властивостей допомагає вам навчатися? (Напишіть відповідь поруч).
40. Мені дуже важко змусити себе вивчати як слід дисципліни, які безпосередньо не стосуються моєї майбутньої спеціальності.
41. Мене досить тривожать можливі невдачі.
42. Краще я займаюсь, коли мене періодично стимулюють, спонукають.
43. Мій вибір даного ВНЗ остаточний.
44. Мої друзі мають вищу освіту, і я не хочу від них відставати.
45. Щоб переконати в чомусь групу, мені доводиться самому працювати дуже інтенсивно.
46. В мене зазвичай рівний і добрий настрій.
47. Мене привертає зручність, чистота, легкість майбутньої професії.
48. До вступу у ВНЗ я давно цікавився даною професією, багато про неї читав.

49. Професія, яку я отримую, найголовніша і найперспективніша.
50. Мої знання про цю професію були достатніми для впевненого вибору цього ВНЗ.

Чи достатньо шкільного рівня знань з математики для навчання на першому курсі у ВНЗ?

Чи були знання та високі результати ЗНО з математики критерієм вибору вузу?

#### **Обробка результатів. Ключ до запитальника**

Шкала «набуття знань» – за згоду («+») з погодженням із п. 4 ставиться 3,6 бала; по п. 17 – 3,6 бала; по п. 26 – 2,4 бала; за незгоду («—») з твердженням по п. 28 – 1,2 бала; по п. 42 – 1,8 бала. Максимум – 12,6 бала.

Шкала «володіння професією» – за згоду по п. 9 – 1 бал; по п. 31 – 2 бала; по п. 33 – 2 бала; по п. 43 – 3 бала; по п. 48 – 1 бал; по п. 49 – 1 бал. Максимум – 10 балів.

Шкала «отримання диплома» – за незгоду по п. 11 – 3,5 бала; за згоду по п. 24 – 2,5 бала; по п. 35 – 1,5 бала; по п. 38 – 1,8 бала; по п. 44 – 1 бал. Максимум – 10 балів.

Питання по пп.. 5, 13, 30, 39 є нейтральними щодо цілей запитальника і в обробку не включаються.

#### **Висновки.**

Переважання мотивів по першим двом шкалам свідчить про адекватний вибір студентом професії і задоволеність нею.

Додаток Б.1  
Діагностичний матеріал

***Шановний студенте! Просимо взяти участь в анкетуванні!***

Дайте відповідь на запитання або поставте оцінку від 1 до 10 запронованому  
твердженню

Назва навчального закладу \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_

Академічна група \_\_\_\_\_

Код імені \_\_\_\_\_

1. До навчання мене найбільше мотивує:

- а) викладач (як особистість), який проводить заняття;
- б) отримання диплому;
- в) бажання мати знання;
- г) бажання бути кваліфікованим спеціалістом;
- д) не хочу мати проблем з адміністрацією, батьками.
- е) власна відповідь \_\_\_\_\_

2. Чи плануєте Ви займатися науково-дослідною роботою

- так;
- ні;
- не знаю.

3. Вища математика є важливою фундаментальною дисципліною для моєї  
майбутньої професії 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Назвіть три основних причини навчатися у  
ЗВО \_\_\_\_\_

5. Я впевнена в собі людина 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Дайте оцінку за 10 бальною шкалою важливості і користі особисто для  
Вас побудови систематизувальних таблиць з теми

Диференціальні рівняння      Границі функції      Ряди

- а) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10      б) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10      в) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



7. Оцініть важливість створення власноруч узагальнювальних систематизувальних таблиць для глибшого усвідомлення вивченої теми

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. При підготовці до контрольної роботи мені найкраще допомагає (Поставте у пріоритетному для вас порядку):

- а) опорні систематизувальні таблиці навчального матеріалу;
- б) приклади розв'язаних на лекції чи практичному занятті вправ;
- в) блокнот із основними формулами, правилами та схемами, який я веду протягом семестру;
- г) інформація з Інтернету;
- д) власна відповідь.

9. Оцініть Ваше розуміння взаємозв'язку між вивченими розділами вищої математики (Як на Вашу думку пов'язані розділи вищої математики)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. На Вашу думку, чи доцільно робити у кінці вивчення кожної теми з дисципліни опорні, узагальнювальні таблиці ?

- а) це необхідно;
- б) так, доцільно при можливості часу.
- в) це не доцільно
- г) не знаю, не можу дати однозначної відповіді.

11. Оцініть важливість вивчення розділів дисципліни «Вища математика» для вивчення спеціальних дисциплін Вашого напрямку 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

12. Чи брали ви участь у конференціях (яких саме) \_\_\_\_\_

13. Оцініть цінність проектів/ конференцій для вашої освіти і самоосвіти 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

14. Я розумію важливість вивчення вищої математики для таких спеціальних дисциплін, які я вивчаю

1 \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

15. Я навчаюся в університеті тому що

- а) це престижно;
- б) для отримання диплому;
- в) хочу опанувати професію;
- г) власна відповідь \_\_\_\_\_

16. Задачі прикладного характеру допомагають краще зрозуміти важливість математичних понять 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

17. Як часто на заняттях фізико-математичного циклу Ви задаєте питання викладачу? Рідко 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 часто

18. Оцініть важливість застосування інформаційних технологій під час вашого навчання у ЗВО 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10.

19. У якому вигляді вам зручніше застосовувати навчальні ресурси?

- а) у паперовому вигляді, друковану навчально-методичну літературу;
- б) навчально-методичну літературу в електронному вигляді;
- в) однаково використовую як друковану, так і електронну навчально-методичну літературу».

20. Які системи комп'ютерної математики Ви застосовували під час навчання?

---

21. Назвіть декілька пунктів, що покращили б якість вивчення предметів фізико-математичного циклу

## Додаток В. 1

**Технологічна карта педагогічного експерименту  
фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК**

<i>№</i>	<i>Назва етапу</i>	<i>Зміст роботи</i>	<i>Методи дослідження</i>
1	<i>Підготовчий</i>	Визначення траєкторії педагогічного експерименту, визначення і обґрунтування організаційно-педагогічних умов	Аналіз наукової літератури, аналіз тенденцій фундаменталізації освітнього процесу, що описані в науковій літературі, узагальнення теоретичних розвідок, формування критеріїв, показників та рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК
	<i>Констатувальний</i>	Проведення пілотного проєкту педагогічного експерименту	Анкетування за розробленими тестами для визначення рівня сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК, спостереження, бесіди, установлення однорідності вибірок з використанням критеріїв Фішера, Пірсона.
	<i>Формувальний етап експерименту</i>	Впровадження структурно функціональної моделі фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК  Обґрунтування позитивного результату реалізації запропонованої методичної системи фундаменталізації математичної підготовки МБГЕТК, встановлення статистичної значущості отриманих результатів.	Анкетування за розробленими тестами для визначення рівня сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності МБГЕТК, спостереження, бесіди, установлення однорідності вибірок з використанням критеріїв Фішера, Пірсона. Кількісне оцінювання отриманих результатів, їх графічна інтерпретація.  Аналіз та узагальнення отриманих даних.

## Додаток Г.1

Зразок завдань екзаменаційного білету з вищої математики для перевірки знань за перший семестр

1. Границя функції. Лівостороння та правостороння границі функції. Правила обчислення границь функції.

2. Записати кроки розв'язання системи лінійних рівнянь матричним методом та розв'язати систему лінійних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} 3x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 2, \\ 4x_1 - 5x_2 + 2x_3 = 1, \\ 5x_1 - 6x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}$$

3. Знайти елемент  $d_{23}$ , якщо  $D = A \cdot B$ , де  $A = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 2 \\ 3 & -4 & 1 \\ 2 & -5 & 3 \end{pmatrix}$ ,  $B = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 5 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ :

4. Встановити відповідність між інтегралами та методами їх розв'язання

1. $\int x \cdot \cos 5x dx$	А	Внесення функції під знак диференціалу	1	→
2. $\int x^3 dx$	Б	Інтегування частинами	2.	→
3. $\int 4x^3 e^{x^4} dx$	В	Універсальна тригонометрична підстановка	3	→
4. $\int \frac{2 + \sin x}{\cos x} dx$	Г	Табличне інтегрування	4	→

5. Обчислити похідну функції  $y = (\arccos x)^{\sqrt[3]{x}}$

## Додаток Д.1

Зразок завдань на визначення сформованості вмінь систематизувати та класифікувати навчальний матеріал (Пілотний проект)  
Встановіть ознаку збіжності ряду та обґрунтуйте її вибір

Ряд	Ознака	Обґрунтування вибору ознаки
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n!)^2}{2^{n^2}}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n \ln^2(2n+1)}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n}{n^2 + 1}$		
$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2}{4n^2 + 8n + 3}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 4 \cdot 7 \dots (3n-2)}{7 \cdot 9 \cdot 11 \dots (2n+5)}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!(2n+1)!}{(3n)!}$		

Визначити до якого виду належить ДР / Вказати метод його розв'язання

	Вид (тип) ДР	Метод розв'язання
1. $y'' = \cos x$		
2. $y'' - 5y' + 4y = (5x-1)e^{4x}$		
3. $\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 6y = 0$		
4. $(x^2 + 1)dy = xy dx$		
5. $y' + 4y - 2 = 0$		
6. $x^2 y' - 2xy = 3x^2$		
7. $y' = \frac{y}{x} + \cos \frac{y}{x}$		
8. $y'' = x$		

## Додаток Е.1

*Початковий тест на перевірку сформованості компонент математичної компетентності (до початку експерименту)*

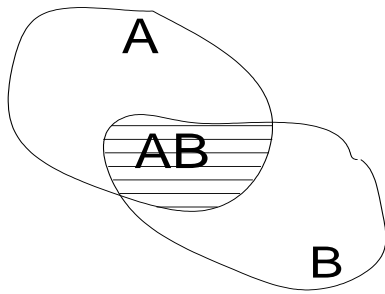
Дайте відповідь на наступні запитання

1. Виберіть правильне твердження, що відповідає запису  $A \cup B = C$

- а) А належить Б
- б) А в перетині з Б утворює С
- в) А в об'єднанні з Б утворює С
- г) А і Б тотожні С.

2. Вибрати рівність, що описує рисунок

а)  $A \cup B = C$ , б)  $A \cap B = C$ , в)  $A \subset C$ ,  $A \subset B = C$



3. У заданій рівності  $f(x+T) = f(x)$  число Т є:

- а) періодом;
- б) змінною;
- в) циклічною частотою;
- г) визначити не можливо.

4. Скільки коренів має рівняння  $(x^2 - 5)(x + \sqrt{-x}) = 0$

1) Один 2) два 3) жодного 4) чотири

5.  $2^x \cdot 2^y = 32$ , тоді  $x + y = ?$

- а) 1,
- б) 5,
- в) 84,
- г) 4.

6. Рівність  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$  описує твердження:

- а) число  $A$  є границею функції,
- б) значення функції дорівнює  $A$ ,
- в)  $A$  вказує на непевність функції,
- г) число  $A$  не відрізняється від значення функції в точці  $A$ .

7. Дано  $a \neq 0$ ,  $\frac{b^2}{a^2} = a^2 + 5$ . Чому дорівнює  $b^2$

- а)  $4a^2 + 5a$ ,
- б)  $4a^2 + 5a^2$ ,
- в)  $4a^4 + 5a^2$ ,
- г)  $4a^2 + 29a^2$ .

8. Вказана рівність  $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  визначає

- а) приріст функції,
- б) похідну функції,
- в) приріст аргументу,
- г) границю константи?

9. Квадратне рівняння  $ax^2 + bx + c = 0$  матиме один корінь, якщо

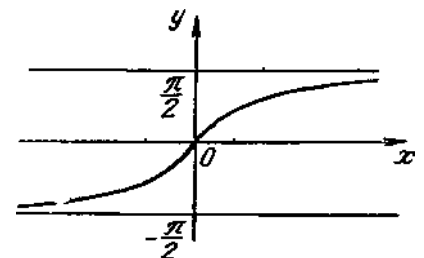
- а)  $D \geq 0$ , б)  $D < 0$ , в)  $D = 0$

10. Вказати комплексно-спряжений вираз до виразу  $\sqrt{x+5} - \sqrt{x-4}$

- а)  $\sqrt{x-5} + \sqrt{x+4}$ ,
- б)  $\sqrt{x+5} - \sqrt{x+4}$ ,
- в)  $\sqrt{x-5} - \sqrt{x-4}$ ,
- г)  $\sqrt{x+5} + \sqrt{x-4}$ .

11. На рисунку зображено графік функції

- а)  $y = \arctg x$ ,
- б)  $y = \text{arcctg} x$ ,
- в)  $y = \arccos x$ ,
- г)  $y = \arcsin x$ .

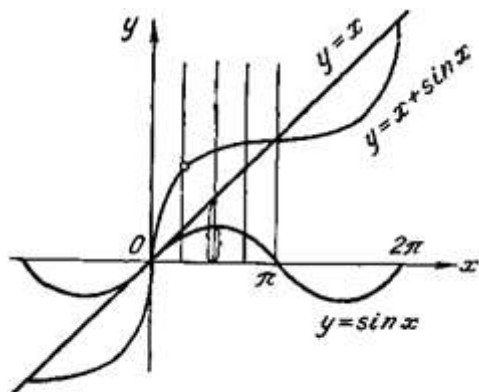


12. Викресліть зайве:

Похідна, синус, диференціал, границя.

13. По заданому рисунку вказати кроки побудови графіка

- 1.
- 2.
- 3.

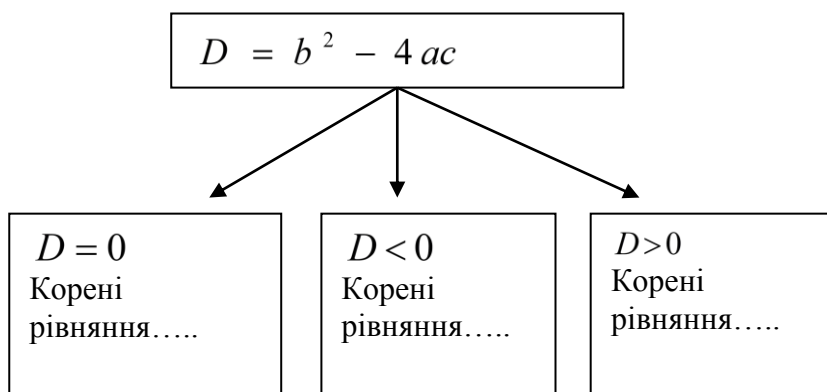


14. Вставте число

196 (25) 324

325 ( ) 137

15. Задано квадратне рівняння  $ax^2 + bx + c = 0$ , для кожного випадку вказати кількість коренів рівняння



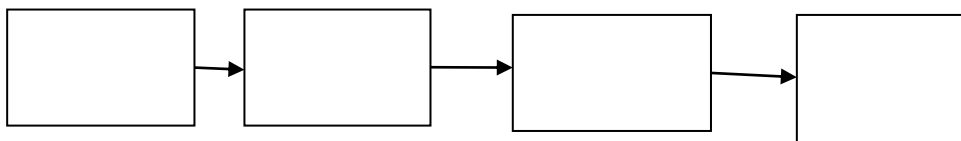
16. Розчин містить 75% солі. Коли до нього додали ще певну кількість 20% розчину солі, то отримали 65% розчин. Яку кількість 75%-го і 20%-го розчинів потрібно взяти?

17. Записати елементи алгоритму розв'язку задачі в правильному порядку

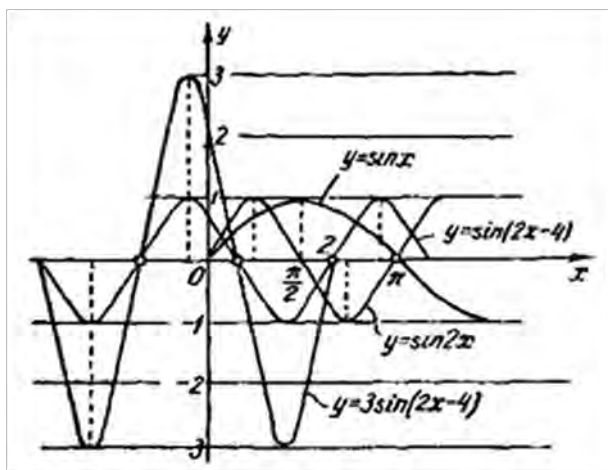
- а) Чистої солі в новоутвореному розчині  $0,65(x + y)$
- б) чистої солі в 75%-му розчині –  $0,75x$  г, а у 20%-му розчині  $0,2y$  уг.
- в) Нехай узяли  $x$  грам 75%-го розчину, і  $y$  грам 20%-го розчину.



г) Рівняння  $0,75x + 0,2y = 0,65(x + y)$



18. Вказати кроки побудови графіка функції  $y = 3\sin(2x - 4)$ , вказаної на рисунку



19. Установіть відповідність між виразами (1-4) та виразами, які їм відповідають

Дано		Встановити відповідність	
1. $\sin 740^\circ$	A $\cos 50^\circ$	1.	
2. $\cos 560^\circ$	Б $\sin 50^\circ$	2.	
3. $\cos 220^\circ$	В $\sin 20^\circ$	3.	
4. $2\sin 20^\circ \cos 20^\circ$	Г $-\sin 45^\circ$	4.	
	Д $-\cos 20^\circ$		

20. Знайти закономірність побудови числового ряду і вписати потрібні числа  
24, 21, 19, 17, 15, 13, \_\_\_\_, \_\_\_\_, 7

21. Викреслити зайве

Темний, світлий, блакитний, яскравий, тьмянний.

22. Об'єднати функції за їх характеристиками, розділивши на дві групи, і вказати характеристики, за якими виконано об'єднання.

1)  $y = \sqrt{x}$ , 2)  $y = \frac{1}{x}$ , 3)  $y = -\frac{1}{x^3}$ , 4)  $y = 2x$ , 5)  $y = 2x$  6)  $y = \frac{1}{x^3}$  7)  $y = 3 - 4x$

23. Олег збирає за 21 хвилину 48 апельсинів, а Юра збирає 36 апельсинів за 84 хв. Скільки апельсинів збере Олег, поки Юра збере 54 апельсина?

(застосування пропорції)

1) 72, 2) 144, 3) 192, 4) 288.

24. Середнє арифметичне трьох чисел  $x$ ,  $y$ ,  $z$  це  $xy$ . Чому дорівнює  $z$  ?

- а)  $3xy - x - y$ ;
- б)  $xy - x - y$ ;
- в)  $3xy + x + y$ ;
- г)  $3xy - (x - y)$ .

25. Кишеньковий калькулятор зламався: в ньому працює лише дві дії: додавання і клавіша із цифрою 7. Яке із наведених тверджень не може бути результатом дій на цьому калькуляторі 1) 28, 2) 91, 3) 106, 4) 483.

26. 8 друзів вирішили піти пообідати в ресторан і заплатити за обід порівну. В кінці обіду їм видали рахунок в  $X$  гривень. В цей час один із друзів згадав, що у 2 присутніх в цей день День народження. І запропонував решті присутнім заплатити. На скільки гривень збільшилася сума, яку заплатили за обід кожен із шістьох друзів у порівнянні із тією яку кожен повинен був заплатити?

- а)  $\frac{X}{8}$ ;
- б)  $\frac{X}{24}$ ;
- в)  $\frac{6X}{8}$ ;
- г)  $\frac{X-2}{6}$ .

27. Ціна кожного тома енциклопедії вдвічі вища за ціну попереднього тома.

Відомо, що ціна першого тома дорівнює  $n$  гривень. Яка ціна тома  $k$  тома?

1)  $nk$ , 2)  $2n^{k-1}$  3)  $n2^{k-1}$  4)  $2n^k$  (прогресія геометрична).

**Когнітивна компонента:** запитання 1-12.

**Конструкторсько-алгоритмічна компонента:** 12-22.

**Операційно-діяльнісна компонента:** 23-27.

## Додаток Ж.1

## Компоненти ПСМК, їх критерії сформованості, методики перевірки сформованості компонент ПСМК

Таблиця Ж.1

Компоненти ПСМК	Критерій	Характеристика критерію	Методики перевірки сформованості компонент
Мотиваційна	Мотиваційно-ціннісний,	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ мотивація отримання математичних знань,</li> <li>✓ стійкий інтерес до пізнання математичної та наукової інформації,</li> <li>✓ відповідальне ставлення до набуття математичних знань та вмінь.</li> </ul>	Анкетування за методикою методики Т. Ільїної, розроблені тести
Когнітивна	Теоретико-логічний	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ розуміння математичних символів, визначень понять,</li> <li>✓ здібності до їх застосування,</li> <li>✓ знання теоретичного матеріалу, відсутність помилок у відповідях,</li> </ul>	Анкетування, спеціально розроблені завдання теоретичного та практичного характеру, діагностика результатів навчання (поточний, семестровий контроль)

Конструкторсько-алгоритмічна	Абстрактно – конструкторський	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ вміння побудови схематичного розв'язку задачі,</li> <li>✓ побудови алгоритму виконання дій,</li> <li>✓ вміння до систематизації та класифікації навчального матеріалу,</li> <li>✓ вміння встановлювати відповідності</li> </ul>	Анкетування, спеціально розроблені завдання теоретичного та практичного характеру, діагностика результатів навчання (поточний, семестровий контроль)
Операційно-діяльнісна	Процесуальний	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ вміння до виконання завдання без помилок,</li> <li>✓ вміння підбирати метод розв'язування завдання,</li> <li>✓ вміння застосовувати математичні знання до розв'язування прикладних завдань професійного змісту.</li> </ul>	Спеціально розроблені тестові завдання, письмові контрольні роботи, колоквиуми, діагностика результатів навчання (поточний, семестровий контроль)

## Додаток 3.1

**Завдання для визначення рівнів сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності**

Завдання для кожного семестру

**Семестр 1****Когнітивна компонента – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 23, 26****Операційно-діяльнісна – 6, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 25****Конструкторсько-алгоритмічна – 8, 9, 14, 16, 18, 21, 22, 24, 27**1. Матриці  $A$  і  $B$  можна додати, якщо вони:

- а) узгоджені,
- б) спряжені,
- в) однакової розмірності,
- г) подібні.

Відповідь \_\_\_\_\_

2. Матриці  $A$  і  $B$  можна перемножити, якщо вони: а) узгоджені, б) спряжені, в) однакової розмірності, г) подібні

Відповідь \_\_\_\_\_

3. Записати означення визначника 2 порядку.

Відповідь \_\_\_\_\_

4. Записати означення визначника 3 порядку (через розклад за елементами рядка).

5. Відповідь \_\_\_\_\_

6. Записані формули  $x_1 = \frac{\Delta_1}{\det A}$ ;  $x_2 = \frac{\Delta_2}{\det A}$ ;  $x_3 = \frac{\Delta_3}{\det A}$ ,

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}, \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}, \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}.$$

є формулами

- а) Гаусса,
- б) Крамера,
- в) оберненої матриці
- г) визначити не можливо.

Відповідь \_\_\_\_\_

7. Задано матрицю

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -1 & -2 \\ -8 & 1 & -6 \\ -3 & 0 & -3 \end{pmatrix};$$

Знайти алгебраїчне доповнення  $A_{23}$  до елемента  $a_{23}$

Відповідь \_\_\_\_\_

8. Записати формулу оберненої матриці для матриці розмірності  $2 \times 2$

Відповідь \_\_\_\_\_

Коли обернена матриця існує?

Відповідь \_\_\_\_\_

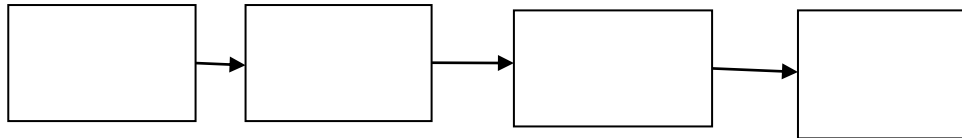
9. Записати алгоритм відшукування оберненої матриці.

- 1.
- 2.
- 3.

10. Дано систему лінійних рівнянь.

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + 2x_3 = 0 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 3 \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 = -3 \end{cases}$$

Записати елементи алгоритму розв'язку задачі в правильному порядку



А) знайдемо алгебраїчні доповнення

$$A_{11} = 5 \quad A_{21} = -4 \quad A_{31} = -3$$

$$A_{12} = 1 \quad A_{22} = -2 \quad A_{32} = 0$$

$$A_{13} = -7 \quad A_{23} = 5 \quad A_{33} = 3$$

Б)

$$X = A^{-1} \cdot B = \frac{1}{-3} \begin{pmatrix} 5 & -4 & -3 \\ 1 & -2 & 0 \\ -7 & 5 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix} = \frac{1}{-3} \begin{pmatrix} 5 \cdot 0 + (-4) \cdot 3 + (-3) \cdot (-3) \\ 1 \cdot 0 + (-2) \cdot 3 + 0 \cdot 3 \\ -7 \cdot 0 + 5 \cdot 3 + 3 \cdot (-3) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}$$

В) Запишемо відповідне матричне рівняння  $A \cdot X = B$ , де

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ -3 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

та його розв'язання  $X = A^{-1}B$

Г)  $\det A = -3 \neq 0$

11 Правило  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$  називається

а) першою чудовою границею

Б) границею функції в точці

В) другою чудовою границею

Г) ексцентриситетом

Відповідь \_\_\_\_\_

12. Невизначеність типу

$\{\infty - \infty\}$ , з ірраціональними виразами під знаком границі ( $x \rightarrow \infty$ )

$\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x^2 + 3x + 8} - \sqrt{x^2 - 5x + 7})$  розкривають шляхом (записати дії, які потрібно зробити) \_\_\_\_\_

Відповідь \_\_\_\_\_

13. Число  $A$  називається \_\_\_\_\_ функції  $y = f(x)$  при  $x \rightarrow a$ , якщо для будь-якого  $\varepsilon > 0$  існує число  $\delta(\varepsilon) > 0$  таке, що при  $0 < |x - a| < \delta(\varepsilon)$  виконується нерівність  $|f(x) - A| < \varepsilon$ . В цьому випадку записують  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$ .

14. Заповнити таблицю

Умова	Вигляд границі	Метод розв'язання	Приклад
$x \rightarrow a$	$\lim_{x \rightarrow a} \frac{P_m(x)}{Q_k(x)} = \left\{ \frac{0}{0} \right\}$ <p>Маємо невизначеність <math>\left\{ \frac{0}{0} \right\}</math>  <math>a</math>            - корінь чисельника і знаменника</p>		

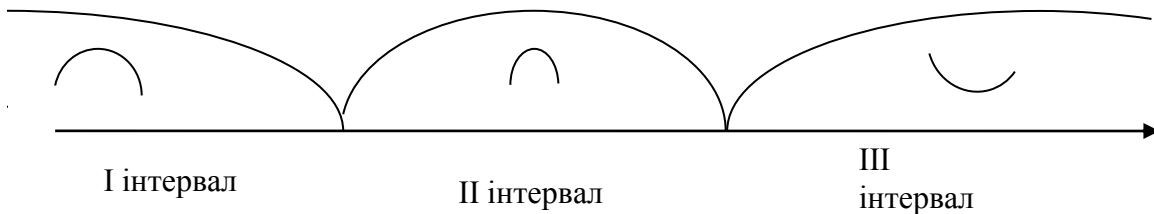
15. Вказана рівність  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$  визначає \_\_\_\_\_

16. Вказати відповідності між заданими функціями та правилами обчислення їх похідних

1) $y = \frac{x^3 + x + 10}{x^2 + 9}$	А) $\ln y = v(x) \cdot \ln u(x)$	1 →
2) $y = \ln \cos 3x$	Б) $\left(\frac{U}{V}\right)'$	2 →
3) $y = \ln x \cos 3x$	В) $(U \cdot V)'$	3 →
4) $y = \cos 3x^{5x^2}$	Г) $(U(V(x)))'$	4 →

17. При переході через деяку точку похідна змінює знак з „+” на „-”, то ця точка є точкою локального \_\_\_\_\_

Вказати знаки другої похідної  $y''$  на інтервалах.



Інтервал	I інтервал	II інтервал	III інтервал
Знак похідної $y''$			

18. Розв'язати за допомогою методу Крамера систему рівнянь, складену на основі законів Кіргхофа ( $i_1, i_2, i_3$  – величини сталих струмів у різних гілках ланцюга)

$$\begin{cases} 11i_1 + 6i_2 - 5i_3 = 10; \\ 6i_1 + 26i_2 + 10i_3 = 15; \\ -2i_1 + 4i_2 + 11i_3 = 2. \end{cases}$$



19. Заданий закон руху точки в прямокутній системі координат:  $x = 3t^2$ ,  $y = 4t^2$ .  
Визначити момент часу  $t$ , коли криволінійна координата точки  $s = 100$  м, якщо при  $t_0 = 0$   $s_0 = 0$  і точка рухається в додатньому напрямку координати  $s$ .

20. Два тіла почали рух в один і той же момент по прямій з однієї тієї ж точки в одному напрямі. Одне тіло рухається зі швидкістю  $v = 5t^2 + 2t$ , інше – зі швидкістю  $v = 2t$ . Через скільки секунд відстань між ними дорівнюватиме 135 м.

21. Динамічна самоіндукція антени при постійному подовженні хвилі на одиницю довжини виражається формулою

$$L = L_0 \frac{\operatorname{tg}(\pi l / \lambda)}{2\pi l / \lambda}$$
 - де,  $L$  – динамічна самоіндукція;  $L_0$  - статична самоіндукція;  $l$  - діюча довжина антени;  $\lambda$  - довжина хвилі антени. Знайти  $\lim_{\lambda \rightarrow \infty} L$

22. Матеріальна точка коливається по колу біля свого середнього положення за законом  $x = A \cdot e^{-kt} \cdot \sin \omega \cdot t$ , де  $(A, k, \omega > 0)$ . Знайдіть  $\lim_{t \rightarrow \infty} x$

23. Функція  $\varphi(x)$  така, що  $\varphi'(x) = f(x)$ . називається

а) похідною б) первісною, в) інтегралом, г) визначити неможливо

24. Встановити відповідність між інтегралами та методами їх розв'язання:

1. $\int x \cdot \cos 5x dx$	А    Внесення функції під знак диференціалу Б    Інтегування частинами В    Універсальна тригонометрична підстановка Г    Табличне інтегрування	1	→
2. $\int x^3 dx$		2.	→
3. $\int 4x^3 e^{x^4} dx$		3	→
4. $\int \frac{2 + \sin x}{\cos x} dx$		4	→

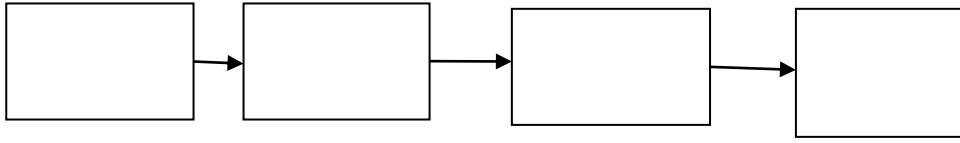
25. Обчислити інтеграл  $\int \sqrt{x} dx$

26. Вказати назву методу інтегрування

$$\int u(x) dv(x) = \int d[u(x)v(x)] - \int v(x) du(x)$$


---

27. Записати алгоритм розв'язку:  $\int \frac{2x^2 - 3x - 3}{(x-1)(x^2 - 2x + 5)} dx$



А) Розкриємо дужки та зробимо зведення подібних членів.

$$2x^2 - 3x - 3 = A(x^2 - 2x + 5) + (Bx + C)(x - 1).$$

$$2x^2 - 3x - 3 = Ax^2 - 2Ax + 5A + Bx^2 - Bx + Cx - C.$$

$$2x^2 - 3x - 3 = (A + B)x^2 + (-2A - B + C)x + (5A - C).$$

Запишемо рівність коефіцієнтів при однакових степенях  $x$ .

$$2x^2 - 3x - 3 = (A + B)x^2 + (-2A - B + C)x + (5A - C).$$

$$x^2: 2 = A + B.$$

$$x: -3 = -2A - B + C.$$

$$x^0: -3 = 5A - C.$$

Маємо  $A=1, B=1, C=8$ .

Б) Підінтегральний вираз розкладаємо на суму елементарних дробів

$$f(x) = \frac{A}{x-1} + \frac{Bx+C}{x^2-2x+5}$$

Проінтегруємо кожен дріб.

В) перевіряємо, чи можна розкласти квадратичний тричлен, що міститься у знаменнику, на множники:  $x^2 - 2x + 5$  має від'ємний дискримінант,  $D = (-2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 5 = 4 - 20 = -16$ , тому знаменник даної функції далі не розкладається.

Г) останню суму зведемо до спільного знаменника.

$$f(x) = \frac{A}{x-1} + \frac{Bx+C}{x^2-2x+5} = \frac{A(x^2-2x+5) + (Bx+C)(x-1)}{(x-1)(x^2-2x+5)}, \text{ прирівнюємо чисельники}$$

дробів.

Семестр 2

Когнітивна компонента – 2, 5, 7, 10

Операційно-діяльнісна – 1, 4, 6, 9,

Конструкторсько-алгоритмічна – 3, 8, 11, 12

1. Для функції  $z = x \cos y^3$  похідна  $z'_x =$ 

а)  $z'_x = \cos y^2$ , б)  $z'_x = 2 \cos y^2$  в)  $z'_x = 2x \cos y^2$  г)  $z'_x = 2x$

2. Записати окреслене твердження символами «відшукування похідної функції  $z$  по змінній  $x$ , вважаючи решту змінних константами» \_\_\_\_\_

3. Визначити до якого виду належить ДР / Вказати метод його розв'язання

	Вид (тип) ДР	Метод розв'язання
1. $\operatorname{tg} x \sqrt{y} dx = xy^2 dy$		
2. $y'' - 5y' + 4y = (5x - 1)e^{4x}$		
3. $\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 6y = 0$		
4. $(x^2 + 1)dy = xy dx$		
5. $y' + 4y - 2 = 0$		
6. $x^2 y' - 2xy = 3x^2$		
7. $y' = \frac{y}{x} + \cos \frac{y}{x}$		
8. $y'' = x$		

4. Якщо корінь характеристичного рівняння співпадає з характеристичним числом, то  $y_{\text{чн}}$  домножимо на \_\_\_\_\_5. Задано ЛНДР  $y'' - 5y' + 4y = x^2 + 10x - 7$ .У якому вигляді шукаємо  $y_{\text{чн}}$ 

А)  $y_{\text{чн}} = Ax^2 + Bx + C$

Б)  $y_{\text{чн}} = (Ax^2 + Bx + C) \cdot x$

В)  $y_{\text{чн}} = (Ax^2 + Bx + C) \cdot e^x$

Г)  $y_{\text{чн}} = A \cos x + B \sin x$

6. Визначте, чи буде розв'язком функція для диференціального рівняння (функція вказана поряд):  $xy' = 2y$ ;  $y = 5x^2$ .

- Так;
- Ні.

7. Рівняння Бернуллі розв'язується підстановкою \_\_\_\_\_

8. Встановити відповідність між коренями характеристичного рівняння та розв'язками ЛОДР:

Корені відповідного характеристичного рівняння	Вигляд розв'язку ЛОДР	1. →
1) $k_1 \neq k_2$ , дійсні різні числа	А) $y = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x}$	2. →
2) $k_1 = k_2$ дійсні рівні числа	Б) $y = e^{k x} (C_1 x + C_2)$	3. →
3) $k_{1,2} = \alpha + i\beta$	В) $y = e^{\alpha x} (C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x)$	4. →

10. Швидкість охолодження тіла у повітрі пропорційна різниці між температурою тіла і температурою повітря. Температура повітря  $20^\circ\text{C}$ , тіло протягом 20 хвилин охолоджується від  $100^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$ . Знайти залежність температури від часу, та час, через який температура тіла знизиться до  $30^\circ\text{C}$ .

11. Вказати ознаку, за якою досліджуємо на збіжність ряд.

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 4 \cdot 7 \cdot \dots \cdot (3n-2)}{2^{n+1} n!}$$

12. Заповнити таблицю

Ряд	ознака	обґрунтування вибору ознаки
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5}{25n^2 + 5n - 6}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \dots (2n+1)}{2 \cdot 5 \cdot 8 \dots (3n-1)}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 4 \cdot 7 \dots (3n-2)}{2^{n+1} n!}$		

13. Записати алгоритм відшукування розв'язку однорідного диференціального рівняння.

### Семестр 3

**Когнітивна компонента – 1, 2, 3, 4,9**  
**Операційно-діяльнісна – 5, 6, 8, 10, 11, 12**  
**Конструкторсько-алгоритмічна – 7, 11, 13, 14, 15**

1. Властивості інтеграла ФКЗ. Назвати будь-які 2 властивості.
2. Класифікація особливих точок (полюс це- \_\_\_\_\_, усувна особлива точка це - \_\_\_\_\_, ізольована особлива точка це - \_\_\_\_\_).
3. Умови  $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$  називаються \_\_\_\_\_, за допомогою цих умов перевіряємо функцію на \_\_\_\_\_.
4. Комплексним числом  $z$  – називається \_\_\_\_\_.
5. Для комплексного числа  $\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}i$  записати тригонометричну та показникову форми.
6. Побудувати зображення фігури  $|z - z_0| = r$  на площині.
7. Встановити відповідність

1. Число всіх можливих розміщень із $n$ елементів по $k$	А) $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$	1. →
2. Число всіх сполучень із $n$ елементів по $k$ ,	Б) $P_n = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot (n-1) \cdot n$	2. →
3. Число перестановок із $n$ елементів.	В) $A_n^k = \frac{n!}{(n-k)!} = \frac{P_n}{P_{n-k}}$	3. →

8. Наведена формула  $M = \sum_{i=1}^n x_i p_i = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n$  є формулою

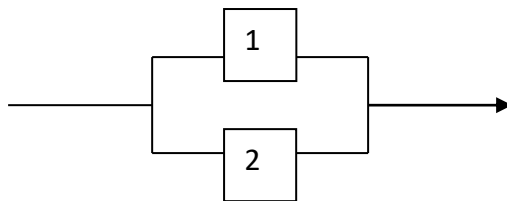
- 1) дисперсії;
- 2) повної ймовірності;
- 3) математичного сподівання;
- 4) перестановки.

9. Відношення числа випадків, що сприяють появі події А, до загального числа всіх випадків в даному експерименті називається

- 1) випадком,
- 2) ймовірністю випадкової події,
- 3) простором подій,
- 4) експериментом.

10. Пристрій може працювати в нормальному і посиленому режимах. Нормальний режим зберігається в 80% часу роботи, посилений — в 20%. Ймовірність виходу пристрою з ладу за один тиждень в нормальному режимі дорівнює 0,1, а в посиленому — 0,7. Знайти ймовірність виходу пристрою з ладу за один тиждень.

11. Електричне коло зібрано за схемою, поданою на рисунку



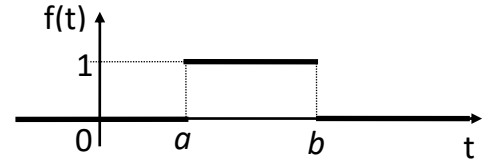
Елементи 1 і 2 схеми виходять з ладу незалежно один від одного. Надійність елементів дорівнює  $p_1, p_2$  відповідно. Знайти надійність даної схеми. Записати схему (алгоритм) розв'язку задачі.

12. Система складається з 30 мікросхем. Мікросхеми виходять з ладу незалежно одна від одної. Надійність роботи кожної мікросхеми дорівнює 0,97.

Визначити надійність роботи всієї системи за умови, що система виходить з ладу, якщо вийдуть з ладу хоча б дві мікросхеми.

13. Знайти зображення кусково-неперервних функції (за теоремою запізнювання):

$$f(t) = \begin{cases} 0, & t < a, t > b, \\ 1, & a < t < b. \end{cases}$$



14. Записати алгоритм обчислення ротора вектора  $\vec{H}$  напруженості магнітного поля.

$$\vec{H}(x, y, z) = \frac{2j}{p^2} (-y\vec{i} + x\vec{j}).$$

15. Джерело е.д.с. що лінійно змінюється у часі за законом  $e(t) = 3 * 10^6 t$  В, підключено до зовнішніх ланцюгів ідеальним комутатором, що спрацьовує у момент  $t_0 = 2$  мкс. Записати математичну модель для напруги на виході цієї системи (напруженість).

## Додаток И.1

*Тест на встановлення загального рівня сформованості компонент професійно спрямованої математичної компетентності після завершення вивчення вищої математики*

**Когнітивна компонента – 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9** (визначення за теоретико-логічним критерієм)

**Операційно-діяльнісна компонента – 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21** (визначення за процесуальним критерієм)

**Конструкторсько-алгоритмічна компонента – 5, 7, 12, 16, 17, 18, 19** (визначення за абстрактно-конструкторським критерієм)

1. Матриці А і Б можна перемножити, якщо вони: а) узгоджені, б) спряжені, в) однакової розмірності, г) подібні

2. Число  $A$  називається \_\_\_\_\_ функції  $y = f(x)$  при  $x \rightarrow a$ , якщо для будь-якого  $\varepsilon > 0$  існує число  $\delta(\varepsilon) > 0$  таке, що при  $0 < |x - a| < \delta(\varepsilon)$  виконується нерівність  $|f(x) - A| < \varepsilon$ . В цьому випадку записують  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A$ .

3. Якщо інтеграл має вигляд  $\int f(\varphi(x)) \cdot \varphi'(x) dx$ , то його обчислюють (вказати метод) \_\_\_\_\_

4. Якщо у диференціальному рівнянні корінь характеристичного рівняння співпадає з характеристичним числом, то  $y_{\text{чн}}$  домножуємо на \_\_\_\_\_

5. Встановити відповідність

Корені відповідного характеристичного рівняння	Вигляд розв'язку ЛОДР	
1) $k_1 \neq k_2$ , дійсні різні числа	А) $y = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x}$	1 →
$k_1 = k_2$ дійсні рівні числа	Б) $y = e^{k x} (C_1 x + C_2)$	2 →
$k_{1,2} = \alpha + i\beta$	В) $y = e^{\alpha x} (C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x)$	3. →

6. Задано ЛНДР  $y'' - 5y' + 4y = x^2 + 10x - 7$ .

У якому вигляді шукаємо  $y_{\text{чн}}$



А)  $y_{\text{ун}} = Ax^2 + Bx + C$       Б)  $y_{\text{ун}} = (Ax^2 + Bx + C) \cdot x$   
 В)  $y_{\text{ун}} = (Ax^2 + Bx + C) \cdot e^x$       Г)  $y_{\text{ун}} = A \cos x + B \sin x$

7. Встановити потрібну ознаку для дослідження ряду на збіжність та обґрунтувати її вибір

Ряд	ознака	обґрунтування вибору ознаки
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{5}{25n^2 + 5n - 6}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3 \cdot 5 \cdot 7 \dots (2n+1)}{2 \cdot 5 \cdot 8 \dots (3n-1)}$		
$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 4 \cdot 7 \dots (3n-2)}{2^{n+1} n!}$		

8. Умови  $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$  називаються \_\_\_\_\_,

за допомогою цих умов перевіряємо функцію на \_\_\_\_\_,  
 елементи                                      цієї                                      рівності                                      визначають

9. Зображенням оригіналу  $f(t)$  називається \_\_\_\_\_

10. Розв'язати за допомогою методу Крамера систему рівнянь, складену на основні законів Кірхгофа ( $i_1, i_2, i_3$  – величини сталих струмів у різних гілках ланцюга)

$$\begin{cases} 11i_1 + 6i_2 - 5i_3 = 10; \\ 6i_1 + 26i_2 + 10i_3 = 15; \\ -2i_1 + 4i_2 + 11i_3 = 2. \end{cases}$$

11. Два тіла почали рух в один і той же момент по прямій з однієї тієї ж точки в одному напрямі. Одне тіло рухається зі швидкістю  $v = 5t^2 + 2t$ , інше – зі швидкістю  $v = 2t$ . Через скільки секунд відстань між ними дорівнюватиме 135 м.

12. Встановити залежність між інтегралами та методами їх розв'язання

1. $\int x \cdot \cos 5x dx$	А Б В Г	Внесення функції під знак диференціалу	1 → 2. → 3 → 4 →
2. $\int x^3 dx$		Інтегрування частинами	
3. $\int 4x^3 e^{x^4} dx$		Універсальна тригонометрична підстановка	
4. $\int \frac{2 + \sin x}{\cos x} dx$		Табличне інтегрування	

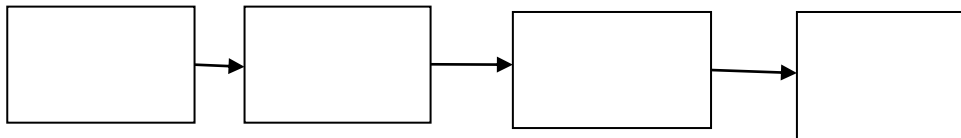
13. Знайти похідну функції  $z = x^2 y^7$  за  $x$ .

14. Система складається з 30 мікросхем. Мікросхеми виходять з ладу незалежно одна від одної. Надійність роботи кожної мікросхеми дорівнює 0,97. Визначити надійність роботи всієї системи за умови, що система виходить з ладу, якщо вийдуть з ладу хоча б дві мікросхеми.

15. Знайти ротор вектора  $\vec{H}$  напруженості магнітного поля

$$\vec{H}(x, y, z) = \frac{2j}{p^2} (-y\vec{i} + x\vec{j}).$$

16. Записати алгоритм розв'язку:  $\int \frac{2x^2 - 3x - 3}{(x-1)(x-2x+5)} dx$



А) Розкриємо дужки та зробимо зведення подібних членів.

$$2x^2 - 3x - 3 = A(x^2 - 2x + 5) + (Bx + C)(x - 1).$$

$$2x^2 - 3x - 3 = Ax^2 - 2Ax + 5A + Bx^2 - Bx + Cx - C.$$

$$2x^2 - 3x - 3 = (A + B)x^2 + (-2A - B + C)x + (5A - C).$$

Запишемо рівність коефіцієнтів при однакових степенях  $x$ .

$$2x^2 - 3x - 3 = (A+B)x^2 + (-2A-B+C)x + (5A-C).$$

$$x^2: 2=A+B.$$

$$x: -3 = -2A - B + C.$$

$$x^0: -3 = 5A - C.$$

Маємо  $A=1, B=1, C=8$ .

Проінтегруємо кожен дріб.

Б) Підінтегральний вираз розкладаємо на суму елементарних дробів

$$f(x) = \frac{A}{x-1} + \frac{Bx+C}{x^2-2x+5}$$

В) перевіряємо, чи можна розкласти квадратичний тричлен, що міститься у знаменнику, на множники:  $x^2 - 2x + 5$  має від'ємний дискримінант,  $D = (-2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 5 = 4 - 20 = -16$ , тому знаменник даної функції далі не розкладається.

Г) останню суму зведемо до спільного знаменника.

$$f(x) = \frac{A}{x-1} + \frac{Bx+C}{x^2-2x+5} = \frac{A(x^2-2x+5) + (Bx+C)(x-1)}{(x-1)(x^2-2x+5)}, \text{ прирівняємо чисельники}$$

$$2x^2 - 3x - 3 = A(x^2 - 2x + 5) + (Bx + C)(x - 1).$$

дробів.

17. Визначити до якого виду належить ДР / Вказати метод його розв'язання

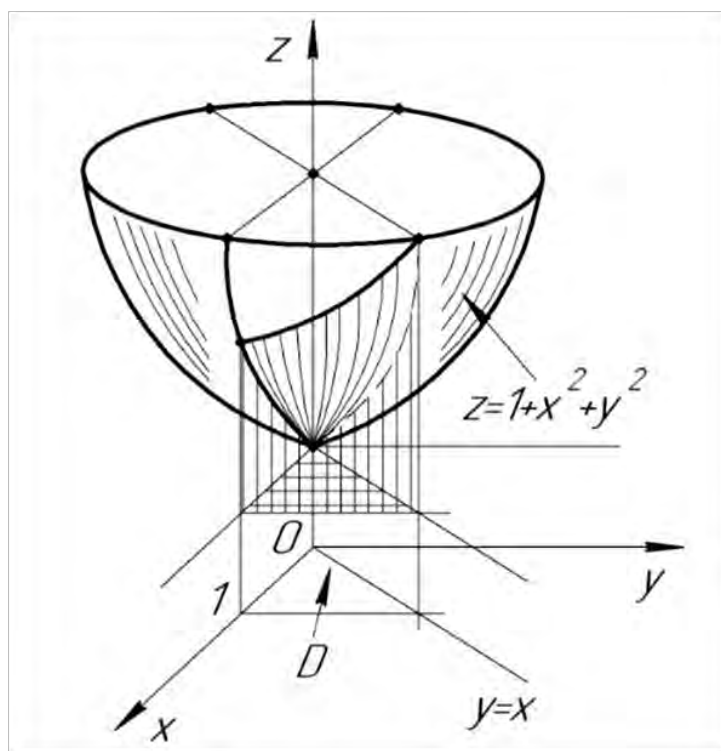
	Вид (тип) ДР	Метод розв'язання
1. $\operatorname{tg}x \sqrt{y} dx = xy^2 dy$		
2. $y'' - 5y' + 4y = (5x-1)e^{4x}$		
3. $\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 6y = 0$		
4. $(x^2 + 1)dy = xy dx$		
5. $y' + 4y - 2 = 0$		
6. $x^2 y' - 2xy = 3x^2$		
7. $y' = \frac{y}{x} + \cos \frac{y}{x}$		
8. $y'' = x$		

18. Визначити тип диференціального рівняння  $L \frac{d^2q}{dt^2} + R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{c} = E(t)$  та вказати кроки його розв'язання

a) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

в) \_\_\_\_\_



19. Знайти об'єм тіла, що обмежений лініями  $z = 1 + x^2 + y^2$ ,  $y = x$ ,  $x = 1$  (рисунок), побудувати алгоритм розв'язку завдання та за складеним алгоритмом розв'язати інтеграл.

20. Визначте, чи буде розв'язком функція для диференціального рівняння (функція вказана поряд):  $xy' = 2y$ ;  $y = 5x^2$ .

21. Для комплексного числа  $-5 + \frac{1}{4}i$  записати тригонометричну та показникову форми.

## Додаток І.1

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ***Праці, у яких опубліковано основні результати дослідження**Монографії*

1. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій: монографія / за наук. ред. В. І. Клочка. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 360 с.

*Статті, опубліковані у наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science та (або) Scopus*

2. Kolomiets A., Kraievska O., Krupskiy Y., Tiutyunnyk O., Klieopa I., Kalashnikov I. Formation of the Cognitive Component of Professionally-Oriented Mathematical Competence of Future Radio Specialists in the Context of Neuroplasticity of the Human Brain. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*. 2020. Vol. 11, issue 3. P. 15–28. URL: <https://lumenpublishing.com/journals/index.php/brain/article/view/3454/2562>.

3. Kolomiets A., Tiutyunnyk O., Stakhova O., Fonariuk D., Dobraniuk Yu, Hensitska-Antoniuk N. Professional orientation of fundamentalization of mathematical training of future technical specialists. *AD ALTA: Journal of Research*. 2021. Vol. 194 p. P. 39–46. URL: [http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A\\_07.pdf](http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/110222/papers/A_07.pdf).

4. Sashnova M., Zahorulko A., Liulchak S., Shabelnyk T., Kolomiets A., Yermakova S. Detection of accessibility and quality of websites of the leading universities of the world. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2021. 30-th June. Vol. 99. № 12. P. 2845–2857. URL: <http://www.jatit.org/volumes/Vol99No12/6Vol99No12.pdf>.

*Статті у наукових фахових виданнях України*

5. Клочко В. І., Коломієць А. А. Комп'ютерне моделювання як основа фундаментальної підготовки менеджерів. *Наукові записки Вінницького*

державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія. 2013. Вип. 39. С. 175–179.

6. Клочко В. І., Коломієць А. А., Коцюбівська К. І. Навчально-дослідницька робота студентів як засіб опанування фундаментальними знаннями. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*: зб. наук. пр. 2013. Вип. 36. С. 291–295.

7. Клочко В. І., Коломієць А. А. Професійно спрямована фундаменталізація навчання математики. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. Вип. 41. С. 184–187.

8. Коломієць А. А. Вивчення окремих розділів вищої математики при формуванні наукового світогляду студентів в умовах співпраці університетів. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 120. С. 135–136.

9. Коломієць А. А. Використання прикладних задач при вивченні теми «Диференціальні рівняння» як шлях до фундаменталізації навчального процесу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2014. № 42 (1). С. 37–40.

10. Коломієць А. А. Застосування інтегративного підходу в системі інженерної освіти на прикладі навчання лінійної алгебри. *Педагогічний дискурс*. 2014. Вип. 17. С. 87–91.

11. Коломієць А. А. Інтегративний підхід в процесі формування змісту фундаментальної підготовки з математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т. 3. № 10. С. 13–17.

12. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки як один із аспектів формування математичної культури студентів технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 2 (3). С. 45–51.

13. Коломієць А. А. Фундаменталізація вищої технічної освіти за кордоном: проблеми та перспективи. *Педагогіка безпеки*. 2018. Т. 3. № 1. С. 69–75.

14. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Краєвський В. О., Клеопа І. А., Дубова Н. Б. Застосування систем комп'ютерної математики у процесі фундаментальної математичної підготовки майбутніх інженерів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського. Серія: Педагогіка і психологія*. 2019. № 58. С. 101–108.

15. Коломієць А. А., Клочко В. І., Стахова О. А. Професійно-орієнтовані задачі як компонент фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів та коледжів. *Педагогічний дискурс: зб. наук. пр. Хмельницький*, 2019. Вип. 26. С. 85–93.

16. Коломієць А. А. Теоретичні засади впровадження компетентнісного підходу у процесі фундаментальної математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2019. Т. 4. № 1. С. 25–32.

17. Коломієць А. А. Феномен фундаменталізації освітнього процесу як філософська проблема сучасності. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський зб. наук. пр. молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2020. Вип. № 30. Т. 4. С. 61–67.

18. Коломієць А. А. Математичне моделювання як засіб поглиблення фундаментальної математичної освіти інженера. *Педагогічна освіта: теорія і практика: зб. наук. пр.* 2020. Вип. 29. С. 285–294.

19. Коломієць А. А. Структурно-функціональна модель фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців-радіотехніків. *Наукові записки. Серія: Педагогіка і психологія*. 2020. Вип. 64. С. 77–84.

20. Бондаренко З. В., Кирилащук С. А., Коломієць А. А. Особливості тестування студентів під час дистанційної форми навчання вищої математики в технічному університеті. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*: зб. наук. пр. Запоріжжя: КПУ, 2020. Вип. 73. Т. 1. С. 182–186.

21. Kolomiets A. Methodological aspects of fundamentalization of mathematical knowledge of future specialists in the field of electronics and telecommunications. *Zhytomyr Ivan Franko state university journal. Pedagogical sciences*. 2021. Vol. 3 (106). P. 62–70.

22. Коломієць А. А. Фундаментальна математична підготовка майбутніх бакалаврів галузі електроніки і телекомунікації на засадах випереджувального навчання. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*. 2021. № 2. С. 81–87.

23. Коломієць А. А. Побудова педагогічної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей. *Молодь і ринок*. 2021. № 10 (196). С. 84–92.

***Опубліковані праці, що додатково відображають наукові  
результати дисертації***

24. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти як чинник впливу на реформування вищої освіти в Україні. *Міжнародна діяльність університетів як фактор інноваційного розвитку вищої школи: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. заочної конфр., м. Маріуполь, 18 вересня 2015 р.* 385 с.

25. Коломієць А. А. Інтегративний підхід в процесі формування змісту фундаментальної підготовки з математики майбутніх інженерів. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2016. Т. 3. № 10. С. 13–17. URL: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/nz-pmfmtto/article/view/1065>.



26. Коломієць А. А. Метод проектів як засіб фундаменталізації освітнього процесу у ВНЗ. *XLV науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 2–11 берез. 2016 р. Вінниця, 2016. С. 1111–1113.

27. Клочко В. І., Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів як чинник розвитку їх логічного мислення. *Economics, science, education: integration and synergy: materials of international scientific and practical conference*, Bratislava, 18–21 January 2016. P. 62–63.

28. Коломієць А. А. Реалізація системотвірної функції фундаменталізації математичної підготовки фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*. 2017. № 1 (2). С. 65–70.

29. Коломієць А. А. Пріоритетні методики навчання фундаментальних дисциплін у вищих навчальних закладах. *XLVI науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 15–24 берез. 2017 р. Вінниця, 2017. С. 1223–1226.

30. Коломієць А. А. Формування змістової лінії вищої математики в технічних університетах на основі компетентнісного підходу. *Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності*: матеріалами Всеукр. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 18–19 травня 2017 р. Вінниця. С. 138–144.

31. Коломієць А. А. Систематизація як засіб фундаменталізації математичної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей. *Математика у технічному університеті XXI сторіччя*: зб. наук. праць за матеріалами дистанційної Всеукр. наук. конф., м. Краматорськ, 15–16 трав. 2017 р. Краматорськ : ДДМА, 2017. С. 121–123.

32. Коломієць А. А. Нейропластичність мозку як фактор формування математичних компетентностей у студентів технічних спеціальностей. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності: матеріали конференції*. Вінниця, 2018. С. 416–419.

33. Коломієць А. А. Фундаменталізація математичної підготовки майбутнього інженера як складова фундаменталізації освітнього процесу. *XLVII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 14–23 берез. 2018 р. Вінниця, 2018. С. 1307–1310.

34. Коломієць А. А., Клочко В. І. Метод аналогії як засіб поглиблення фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали II Міжнарод. наук.-практ. Інтернет-конф., м. Тернопіль, 8–9 листопада 2018 р. Тернопіль. С. 204–207. URL: [http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets\\_Klochko.pdf](http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/15318/1/Kolomiets_Klochko.pdf)

35. Коломієць А. А. Вивчення історичних аспектів у процесі навчання як педагогічна умова фундаменталізації математичної підготовки студентів технічних спеціальностей. *Історія науки – майбутньому вчителю 2018*: зб. матеріалів Всеукр. студент. наук.-практ. конф., м. Умань, 19–20 квіт. 2018 р. Умань. С. 15–16.

36. Клочко В. І., Коломієць А. А. Теорія ймовірностей. Ч. 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2018. 72 с.

37. Коломієць А. А., Клочко В. В. Формування деяких фундаментальних понять курсу вищої математики в технічних ЗВО. *XLVIII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету*: матеріали конф., м. Вінниця, 13–15 берез. 2019 р. Вінниця, 2019. С. 945–948.

38. Коломієць А. А. Про деякі аспекти впровадження СКМ в процесі фундаментальної математичної підготовки. *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі*: матеріали наук.-практ. конф., м. Київ: Видавничий центр КНУКіМ, 2019. Ч. 2. С. 68–71.

39. Найко Д. А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. Вища математика: лінійна алгебра: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2019. 161 с.

40. Коломієць А. А. Інформаційні технології як інструмент процесу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх інженерів. Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. м. Київ, 22–23 квіт. 2020 р. Київ, 2020. Ч. 2. С. 45–48.

41. Коломієць А. А., Клочко В. І., Краєвський В. О. Практикум з вищої математики: обчислення границь. Вінниця: ВНТУ, 2020. 59 с.

42. Kolomiets A., Klochko V., Stakhova O. Formation of competences of students of technical specialties in the process of their fundamental mathematical training. *Society. Integration. Education: proceedings of the International Scientific Conference. Rezekne, May 22<sup>th</sup>-23<sup>th</sup>2020, 2020. Vol. I. P. 443–453.*

43. Коломієць А. А., Крупський Я. В., Тютюнник О. І., Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2021. 628 с. URL: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645>.

44. Краєвський О. В., Добранюк Ю. В., Коломієць А. А. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2022. 142 с.

45. Клочко В. І., Коломієць А. А. Вища математика. Збірник прикладних задач: збірник задач. Вінниця: ВНТУ, 2021. 105 с.

#### ***Патенти, свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір***

46. Програмований блок керування для цифро-аналогових пристроїв: пат. 143131 UA. МПК G06F 7/00. № у 2020 00952; заявл. 14.02.2020; опубл. 10.07.2020, Бюл. № 13. 4 с.

47. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103133 від 12.03.2021 р. Комп'ютерна програма «Математичний калькулятор» / С. В. Набережний, А. А. Коломієць, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк, В. І. Клочко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 64. С. 112.

48. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 103139 від 12.03.2021 р. Комп'ютерна програма «Калькулятор трикутників» / Козиряй І. А., Коломієць А. А., Тютюнник О. І., Клеопа І. А., Добранюк Ю. В. *Авторське право і суміжні права*. Бюл. 64. 2021. С. 114.

49. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 104531 від 13.05.2021 р. Комп'ютерна програма «Коледж» / А. В. Гонца, А. А. Коломієць, В. М. Михалевич, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, Ю. В. Добранюк. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 65. С. 37.

50. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 110687 від 30.12.2021 р. Комп'ютерна програма «Знаходження числа Фібоначчі» / О. Д. Дідич, А. А. Коломієць, В. І. Клочко, О. І. Тютюнник, І. А. Клеопа, З. В. Бондаренко. *Авторське право і суміжні права*. 2021. Бюл. 68. С. 735.

## Додаток І. 1

## ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Коломієць Альони Анатоліївни

Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» зі спеціальності 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

Основні положення та результати дисертаційної роботи представлено в доповідях на наукових, науково-практичних, науково-методичних конференціях та семінарах різного рівня, зокрема:

***Міжнародних:***

1. Міжнародна науково-практична заочна конференція «Міжнародна діяльність університетів як фактор інноваційного розвитку вищої школи» (Маріуполь, Маріупольський державний університет, 18 вересня 2015 року). Форма участі – публікація на тему «Фундаменталізація математичної освіти як чинник впливу на реформування вищої освіти в Україні».

2. Міжнародна науково-практична конференція «Ідеї академіка Івана Зязюна в працях його учнів і соратників» (Харків, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 14-15 травня 2015 року). Форма участі – публікація на тему «Методологія педагогічної діяльності викладача як чинник впливу на самоорганізацію самостійної роботи майбутніх інженерів».

3. International scientific and practical conference Economics, science, education : integration and synergy : materials of international scientific and practical conference (Bratislava, 18-21 January 2016). Форма участі – публікація на тему «Фундаменталізація математичної освіти майбутніх економістів як чинник розвитку їх логічного мислення».

4. III Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Сучасні тенденції навчання природничо-математичних та технологічних дисциплін у загальноосвітній та вищій школі» (Кропивницький, 17-22 жовтня 2016 року). Форма участі – публікація на тему «Застосування інтегративного підходу у процесі навчання фундаментальних розділів вищої математики у технічних університетах».

5. 14-th International Scientific and Conference »Society. Integration. Education» (Rezekne, 22-23 May 2020). Форма участі – публікація на тему «Building competence of technical specialties students in the process of their fundamental mathematical training».

6. X Міжнародна науково-методична конференція «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання» (Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія, 14–15 листопада 2018 року 2018). Форма участі - публікація на тему «Підвищення якості сучасної математичної підготовки в технічних університетах шляхом формування ядра математичних знань».

7. Міжнародна науково-методична Інтернет-конференція «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 17-18 травня 2018). Форма участі – публікація на тему «Теоретико-методологічні засади впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес вищої технічної школи».

8. II Міжнародна науково-практична Інтернет-конференція «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи». (Тернопіль, 8-9 листопада 2018 року) Форма участі – публікація на тему «Метод аналогії як засіб поглиблення фундаментальної математичної підготовки студентів технічних університетів».

9. I Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні проблеми інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем» (Вінниця, 14-16 листопада 2019 року). Форма участі – публікація на тему «Математична обробка

сигналів».

10. IV Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі» (Київ, 18-19 квітня 2019 р.) Фома участі – публікація на тему «Про деякі аспекти впровадження СКМ в процесі фундаментальної математичної підготовки».

11. V Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі» (Київ, 22-23 квітня 2020 року). Фома участі – публікація на тему «Інформаційні технології як інструмент процесу фундаменталізації математичної підготовки майбутніх інженерів».

***Всеукраїнських:***

12.»Математика та інформатика у вищій школі: виклики сучасності» (Вінниця, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, 18–19 травня 2017 р.) Фома участі – доповідь на секційному засіданні на тему «Формування змістової лінії вищої математики в технічних університетах на основі компетентнісного підходу»

13.Всеукраїнська студентська науково-практична конференція «Наука та її творці» (19-20 квітня 2018, Умань). Фома участі – публікація на тему «Вивчення історичних аспектів у процесі навчання як педагогічна умова фундаменталізації математичної підготовки студентів технічних спеціальностей».

14.Дистанційна всеукраїнська наукова конференція «Математика у технічному університеті XXI сторіччя» (Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія, 15-16 травня 2017 року),

15.XLV науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 02-11 березня 2016 року). Фома участі – доповідь на

секційному засіданні на тему «Метод проектів як засіб фундаменталізації освітнього процесу у ВНЗ».

16. XLVI науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 15-24 березня 2017 року). Фома участі – доповідь на секційному засіданні на тему «Пріоритетні методики навчання фундаментальних дисциплін у вищих навчальних закладах»

17. Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 14-23 березня 2018 року). Фома участі – публікація на тему на тему «Фундаменталізація математичної підготовки майбутнього інженера як складова фундаменталізації освітнього процесу».

18. XLVIII науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 13-15 березня 2019 року). Фома участі – доповідь на секційному засіданні на тему «Формування деяких фундаментальних понять курсу вищої математики в технічних ЗВО».

19. XLIX науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 18-29 травня 2020 року). Фома участі – доповідь на секційному засіданні на тему «Про деякі можливості застосування векторної алгебри у процесі створення комп'ютерних програм».

20. L Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету (Вінниця, Вінницький національний технічний університет, 10-12 березня 2021 року). Фома участі – доповідь на секційному засіданні на тему Побудова математичних моделей фізичних процесів як засіб поглиблення математичних знань майбутніх фахівців технічних спеціальностей.







МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ЧДТУ**

бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, тел. (0472) 51-36-72, факс (0472) 71-00-94  
 E-mail : chdtu@chdtu.edu.ua, Код ЄДРПОУ 05390336

06.06.2022 № 502/04-14.02 На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 доцента кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету Коломієць  
 Альони Анатоліївни на тему «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх  
 бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» (спеціальність 015 Професійна освіта (за  
 спеціалізаціями), спеціалізація 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти) в навчально-виховний  
 процес Черкаського державного технологічного університету

У Черкаському державному технологічному університеті з 2017 року здійснювалося впровадження результатів дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни за темою «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» (спеціальність 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями). Експериментальні дослідження запроваджувалися в процес підготовки фахівців спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. У навчальний процес були впроваджені концепція фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів, авторський навчально-методичний комплекс вивчення фундаментальних розділів вищої математики: лінійна алгебра, теорія границь, вивчення функціональної залежності, елементи теорії ймовірностей.

Результати проведеного педагогічного експерименту підтвердили ефективність використання запропонованого підходу щодо фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій, результатом упровадження методики стала позитивна динаміка зміни формування складових професійно-спрямованої компетентності.

Студенти експериментальної групи, продемонстрували зростання рівня розвитку компонент професійно-спрямованої математичної компетентності. Всього у експерименті прийняло участь 90 студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» (галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»).

Дисертаційне дослідження має важливу практичну та методичну цінність. Зважаючи на актуальність та наукову значущість окресленої проблематики, були зроблені висновки про доцільність використання результатів дослідження в процесі фахової підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій.

Довідку обговорено і схвалено на засіданні кафедри робототехнічних і телекомунікаційних систем та кібербезпеки Черкаського державного технологічного університету, протокол № 13 від 25.05.22р.

Ректор  
 Черкаського державного  
 технологічного університету



*Handwritten signature of Oleg Grigoriyevich Grigor*

Олег Григор

В.В.Палагін  
 067-741-1043





МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**  
 Ministry of Education and Science of Ukraine, Zhytomyr Polytechnic State University

вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005  
 103, Chudnivska Str., Zhytomyr, Ukraine, 10005  
 Phone/fax: (0412) 24-14-22; 24-14-23; e-mail: rector@ztn.edu.ua, https://ztn.edu.ua, код ЄДРПОУ 05407870

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВІДПОВІДАЄ ДСТУ ISO 9001:2015  
 QUALITY MANAGEMENT SYSTEM ISO 9001:2015

Від 18.05.2022 № 44-2004/1083  
 На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

результатів дисертаційного дослідження

Коломієць Альони Анатоліївни «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти

Протягом 2018-2022 рр на кафедрі «Фізики та вищої математики» Державного університету «Житомирська політехніка» у освітній процес впроваджувалися окремі компоненти методичної системи фундаменталізації математичної підготовки бакалаврів галузі 17 «Електроніка та телекомунікації».

Ефективність методик фундаменталізації математичної підготовки бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій підтвердилася поглибленням інтересу студентів до навчання, активністю студентів у навчально-дослідницькій роботі. Результативність розробленої і впровадженої у навчальний процес методичної системи кількісно підтверджено позитивними змінами у показниках професійно-спрямованої математичної компетентності, які були відображені у роботах дисертантки:

Kolomiets A., Tutunyyk O., Stakhova O., Fonariuk D., Dobraniuk Yu. & Hensitska-Antoniuk N. (2021) Professional orientation of fundamentalization of mathematical training of future technical specialists/AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research open journal - 11/02-XXII. OPEN ACCESS journal 194 p.39-46.

Klochko V., Kolomiets A. & Stakhova O. (2020) Formation of competences of students of technical specialties in the process of their fundamental mathematical training. Society. Integration. Education. Proceedings of the Intern. Scientific Conference. Volume I, May 22<sup>nd</sup>-23<sup>rd</sup>, Rezekne. 443-453.

Аналіз ефективності впровадження у навчальний процес результатів дисертаційного дослідження «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» дає підстави стверджувати про практичну значимість цієї наукової роботи та доцільність застосування її концептуальних положень у навчальному процесі. Акт обговорено і схвалено на засіданні кафедри «Фізики та вищої математики» Державного університету «Житомирська політехніка», протокол № 4 від 25 травня 2022 р.

Проректор з науково-педагогічної роботи  
 Державного університету  
 «Житомирська політехніка»  
 к.т.н., доц.  
 Завідувач каф. Фізики та  
 вищої математики  
 д.ф.-м.н., проф.



Андрій МОРОЗОВ

Павло МОСКВІН



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

вул. Інститутська 11, Хмельницький-16, 29016, тел.: (0382) 67-02-76, факс: (0382) 67-42-65  
 E-mail: centr@khmnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02071234

03.06.22 № 110/438

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Проректор з наукової роботи  
 професор д.т.н.

Олег СИНЮК  
 2022 р.

АКТ

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 Коломієць Альони Анатоліївни  
 «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки  
 майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій»  
 на здобуття наукового ступеня доктора пед. наук  
 спеціальності 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти  
 у освітній процес Хмельницького національного університету**

Складено цей акт в тому, що результати дисертаційної роботи «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» доцента кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету використовувалися у освітньому процесі у 2018-2022 роках під час викладання дисципліни «Вища математика» студентам спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка».

Впровадження результатів дисертаційного дослідження «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» у освітній процес сприяє підвищенню рівня математичної підготовки та позитивно впливає на професійну підготовку майбутніх технічних фахівців.

Завідувач кафедри вищої математики  
 та комп'ютерних застосувань  
 доцент, кандидат фіз.-мат. наук

Андрій РАМСЬКИЙ





0002869

УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, тел. (380-32) 237-49-93, 258-27-58, факс: (380-32) 258-26-80  
ел. пошта: coffice@lpnu.ua, інтернет: www.lp.edu.ua

09.06.2022 № 68-50-212

на № \_\_\_\_\_

## ДОВІДКА

про впровадження у навчальний процес  
Національного університету "Львівська політехніка"  
наукових результатів, отриманих в рамках виконання дисертаційної роботи  
«Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх  
бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» виконаної  
Коломієць Альоною Анатоліївною  
на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук.

У Національному університеті «Львівська політехніка» з 2020 року був здійснений експеримент щодо впровадження у навчальний процес наукових результатів дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни на тему «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій».

Результати запроваджені у таких дисциплінах.

В курсі «Дискретна математика» (перший курс бакалаврату, 2020 р.) використана методика анкетування і діалогового навчання студентів.

В курсі «Програмування апаратних засобів» (другий курс бакалаврату, 2020-2022 рр.) використана методика анкетування і діалогового навчання студентів.

В курсі «Теорія та методи аналізу випадкових процесів» (другий курс аспірантури, 2020-2022 рр.) використана фундаменталізація базових знань.

Результати дисертаційного дослідження мають важливу практичну та методичну цінність.

Довідка видана для подання у спеціалізовану вчену раду Д 47.053.01 Рівненського державного гуманітарного університету.

Додаток

1. Акт впровадження у навчальний процес НУ «Львівська політехніка».

Проректор з наукової роботи  
Національного університету «Львівська політехніка»

д. т н. Демідов І.В.

Бондарев А.П.  
097-799-4082





АКТ

про впровадження у навчальний процес

Національного університету "Львівська політехніка"

наукових результатів, отриманих в рамках виконання дисертаційної роботи "Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій" виконаної Коломієць Альоною Анатоліївною на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук.

Комісія у складі директора Інституту телекомунікації, радіотехніки та електронної техніки Стрихалюка Б.М., декана бакалаврату Інституту телекомунікації, радіоелектроніки та електронної техніки Озірковського Л.Д., професора кафедри теоретичної радіотехніки та радіовимірювань Бондарева А.П. цим актом стверджує впровадження і використання в лекційних курсах та практичних заняттях для студентів та аспірантів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка на кафедрі «Теоретична радіотехніка та радіовимірювання» наукових результатів, отриманих в результаті виконання дисертаційної роботи "Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій", виконаної Коломієць Альоною Анатоліївною на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук.

В курсі "Дискретна математика" (перший курс бакалаврату, 2020 р.) використана методика анкетування і діалогового навчання студентів.

В курсі "Програмування апаратних засобів" (другий курс бакалаврату, 2020-2022 рр.) використана методика анкетування і діалогового навчання студентів.

В курсі "Теорія та методи аналізу випадкових процесів" (другий курс аспірантури, 2020-2022 рр.) використана фундаменталізація базових знань.


Курси викладені для студентів та аспірантів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка для вивчення спеціальних дисциплін.


Автором дисертації передано такі матеріали:

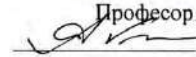
1. Коломієць А. А. Практикум з вищої математики: обчислення границь / А. А. Коломієць, В.І. Клочко, В.О., Краєвський – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 59 с.
2. Найко Д.А. Вища математика: лінійна, алгебра : навчальний посібник / Найко, А.А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 161 с.
3. Клочко, В. І. Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів : навчальний посібник / В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 72 с.
4. Методичні вказівки до вивчення поняття функціональної залежності в його історичному розвитку / Уклад. В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 40 с.
5. Анкети для проведення експериментальної частини дослідження.

Розроблені в ході виконання дисертаційної роботи, навчально-методичні матеріали та концептуальні положення фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій використані у навчальному процесі для проведення лекційних та практичних робіт.

Ефект від впровадження результатів дисертаційного дослідження полягає у підвищенні якості навчання майбутніх фахівців галузі Електроніки та телекомунікацій.

Директор Інституту телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки  
 д.т.н., проф. Стрихалюк Б.М.

Декан бакалаврату телекомунікацій, радіоелектроніки та електронної техніки  
 д.т.н. Озірковський Л.Д.

Професор кафедри теоретичної радіотехніки та радіовимірювань  
 д.т.н. Бондарев А.П.



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬОТНА АКАДЕМІЯ**  
**НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
 25005, м. Кропивницький, вул.Добровольського, 1  
 Тел/факс (0522) 34-40-10, E-mail: [office@klnau.kr.ua](mailto:office@klnau.kr.ua)

№ 01-08/704 від 10.06.2021

**ДОВІДКА**

**про впровадження результатів дисертаційного дослідження доцента кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету Коломієць Альони Анатоліївни з теми «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» представленої на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальності 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти**

Упродовж 2018-2022 на базі Льотної академії Національного авіаційного університету здійснювалися впровадження та апробація результатів дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни з теми «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій». В умовах реформування вищої освіти України постає проблема підготовки компетентних кадрів технічних спеціальностей, зокрема, галузі електроніки та телекомунікації, здатних якісно виконувати роботу, спираючись на вміння логічно мислити та аргументувати думки. Результати дослідницької роботи Коломієць А. А. були впроваджені у процес підготовки фахівців технічних спеціальностей. Було впроваджено авторську концепцію фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій, розроблену методичну систему фундаменталізації математичної підготовки, реалізація якої зумовила формування компонент професійно-спрямованої математичної компетентності майбутніх технічних фахівців.

Впровадження у освітній процес методичної системи фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій посприяло ефективнішій математичній та професійній підготовці майбутніх технічних фахівців.

В цілому, після проведення педагогічного експерименту, викладачами було позитивно оцінено розроблену методичну систему фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій.

За результатами впровадження методичної системи, запропонованої А. А. Коломієць, у освітній процес було зроблено висновок про зростання рівня сформованості мотивації до навчальної діяльності, зростання рівня сформованості компонент професійно-спрямованої математичної компетентності майбутніх технічних фахівців.

Дисертаційне дослідження має важливу практичну та методологічну цінність. У навчальний процес було впроваджено такі начально-методичні праці дисертантки:

1. Коломієць А. А. Практикум з вищої математики: обчислення границь / А. А. Коломієць, В.І. Клочко, В.О., Краєвський – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 59 с.

2. Найко Д.А. Вища математика: лінійна, алгебра : навчальний посібник / Найко, А.А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 161 с.
3. Клочко, В. І. Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів : навчальний посібник / В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 72 с.
4. Коломієць А. А., Крупський Я. В, Тютюнник О.І, Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання : електронний навчальний практикум комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645>
5. Вища математика. Збірник прикладних задач : збірник задач / В.І. Клочко, А.А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.
6. Відео-уроки на YouTube-каналі <https://www.youtube.com/channel/UCA8v8nWdS0Xt8YmQJgKUyEQ>

Зважаючи на актуальність та наукову значущість окресленої проблематики, були зроблені висновки про доцільність використання результатів дослідження в процесі фахової підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій.

Результати дослідження А.А. Коломієць були розглянуті, схвалені та рекомендовані до використання у процесі математичної та професійної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій.

Помічник начальника академії  
із загальних питань та інноваційного розвитку



Микола СИДОРОВ





Міністерство освіти і науки України  
**Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника**

вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, тел. (0342) 75-23-51, факс: (0342) 53-15-74  
 e-mail [office@pnu.edu.ua](mailto:office@pnu.edu.ua) Код ЄДРПОУ 02125266

10.06.2022 № 01-23/87

На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
**Коломієць Альони Анатоліївни**  
 на тему «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх  
**бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій»**  
 на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук  
 зі спеціальності 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти

У 2017-2022 роках в освітній процес Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника здійснювалося впровадження результатів дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни на тему «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій».

Апробовано методологічні підходи та принципи навчання, що запропоновані у розробленій дисертанткою структурно-функціональній моделі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів технічних спеціальностей. Під час підготовки здобувачів освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерне проектування інтегральних схем» спеціальності 171 Електроніка першого (бакалаврського) рівня вищої освіти використано авторський навчально-методичний комплекс з освітніх компонент математичної підготовки майбутніх інженерів.

Впровадження результатів та висновків наукової роботи Коломієць А. А. посприяло ефективнішій математичній та професійній підготовці студентів галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації, формуванню в них математичної культури, що підтвердило теоретичну та практичну значущість дисертаційного дослідження і необхідність використання його матеріалів в освітньому процесі закладів вищої освіти.

Результати впровадження дисертаційного дослідження Коломієць А. А. «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» обговорено та схвалено на засіданнях вченої ради фізико-технічного факультету (протокол №9 від 17 травня 2022р.) та науково-методичної ради педагогічного факультету (протокол №9 від 25 травня 2022р.).

Проректор з наукової роботи

Декан педагогічного факультету



Валентина ЯКУБІВ

Оксана КОНДУР



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
**ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
 імені Михайла Коцюбинського

вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна, тел. (0432) 616-620, факс (0432) 612-812, E-mail: info@vspu.edu.ua код ЄДРПОУ 02125094

02.06.2022р, № 06/13

на № \_\_\_\_\_

**ДОВІДКА**

*про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 Коломієць Альони Анатоліївни на тему «Теорія і практика фундаменталізації  
 математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та  
 телекомунікацій» на здобуття наукового ступеня доктора пед. наук спеціальності  
 13.00.04 – теорія та методика професійної освіти у освітній процес Вінницького  
 державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*

У 2017-2022 рр. у навчальний процес Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського здійснювалося впровадження структурно-функціональної моделі фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій.

З метою реалізації методичної системи фундаменталізації математичної підготовки були використані концептуальні положення, організаційні форми та засоби навчання, які викладені автором у науковому дослідженні, статтях, навчальних посібниках, створених освітньо-інформаційних ресурсах.

У освітній процес Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського було впроваджено такі навчально-методичні матеріали:

1. Коломієць А. А. Практикум з вищої математики: обчислення границь / А. А. Коломієць, В.І. Клочко, В.О. Краєвський – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 59 с.
2. Найко Д.А. Вища математика: лінійна, алгебра : навчальний посібник / Найко, А.А., Краєвський В. О., Коломієць А. А. – Вінниця : ВНТУ, 2019. – 161 с.
3. Клочко В. І. Теорія ймовірностей. Частина 2. Індивідуальна та самостійна робота студентів : навчальний посібник / В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 72 с.
4. Коломієць А. А., Крупський Я. В, Тютюнник О.І, Коцюбівська К. І. Вища математика: невизначений інтеграл. Практикум для дистанційного навчання : електронний навчальний практикум комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.  
<https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/645>
5. Методичні вказівки до вивчення поняття функціональної залежності в його історичному розвитку / Уклад. В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 40 с.



6. Вища математика. Збірник прикладних задач : збірник задач / В. І. Клочко, А. А. Коломієць. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.
7. Кратні, криволінійні, поверхневі інтеграли та елементи теорії поля: навчальний посібник / В. О. Красівський, Ю. В. Добрянюк, А. А. Коломієць. Вінниця: ВНТУ, 2022. – 142 с.
8. Відео-уроки на YouTube-каналі  
<https://www.youtube.com/channel/UCA8v8nWdS0Xt8YmQJgKUyEQ>

Запропонована автором методологія фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій знайшла реалізацію в освітньому процесі підготовки майбутніх вчителів математики.

Педагогічні підходи фундаменталізації математичної підготовки, запропоновані у дисертаційному дослідженні та реалізовані у освітньому процесі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського дали позитивні результати підвищення рівня вмінь студентів систематизувати та узагальнювати навчальний матеріал, конструювати алгоритми розв'язків завдань, позитивно вплинули на підвищення рівня мотивації студентів до навчання. У процесі проведення цієї роботи зроблено висновки про актуальність дослідження Коломієць А. А. для професійної підготовки майбутніх вчителів математики.

Результати дисертаційного дослідження Коломієць А. А. «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» обговорено на засіданні кафедри алгебри і методики навчання математики.

Довідку обговорено і схвалено на засіданні кафедри алгебри і методики навчання математики Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського протокол № 12 від 23 травня 2022 р.

Проректор з наукової роботи  
Вінницького державного педагогічного  
університету імені Михайла Коцюбинського



Алла КОЛОМІЄЦЬ

Євген Громов (0432) 61-80-72



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 УМАНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПАВЛА ТИЧИНИ  
 20300, Черкаська обл., м. Умань, вул. Салова, 2, тел. (04744) 3-45-82, факс (04744)  
 3-45-82, Е-мэйл: [post@udpu.edu.ua](mailto:post@udpu.edu.ua) УДПУ імені Павла Тичини р/р UA14 820172 0345 12100 22 0000 4420,  
 банк «держбанк» Державна казначейська служба України, м. Київ МФО 820172, код 02125639

09.06.2022 № 402/01  
 На № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_

### ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 Коломієць Альони Анатоліївни  
 на тему «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх  
 бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій»  
 на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук  
 зі спеціальності 13.00.04 – Теорія та методика професійної освіти

Результати дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни «Теорія і практика фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій» було впроваджено в освітній процес Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини впродовж 2021/2022 н.р.

Дисертанткою було запропоновано концептуальні та методологічні засади фундаменталізації математичної підготовки майбутніх бакалаврів галузі електроніки та телекомунікацій. Розроблена автором дисертації структурно-функціональна модель фундаменталізації математичної підготовки була апробована в освітньому процесі через реалізацію запропонованих педагогічних підходів та методів.

Запропонована дисертанткою методична система математичної підготовки впроваджувалася в освітній процес професійної підготовки студентів зі спеціальності 015.10 Професійна освіта (Комп'ютерні технології). Навчально-методичні матеріали, розроблені Коломієць А. А., використовувалися під час викладання курсу вищої математики. Їх впровадження сприяло формуванню у студентів мотиву набуття знань, позитивно вплинуло на їхню теоретичну та практичну підготовку та забезпечило формування у них умінь конструювати розв'язок математичних задач, умінь узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію.

Запропоновані Альоною Анатоліївною матеріали дисертаційного дослідження є актуальними, мають вагоме теоретичне та практичне значення.

Результати апробації та впровадження дисертаційного дослідження Коломієць Альони Анатоліївни було обговорено на засіданні кафедри вищої математики та методики навчання математики (протокол від 27 травня 2022 р.).

0910 Держний проректор



Андрій ПЕДЗИК