

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М. П. ДРАГОМАНОВА**

**КОВАЛЬЧУК МАЙЯ БОРИСІВНА**

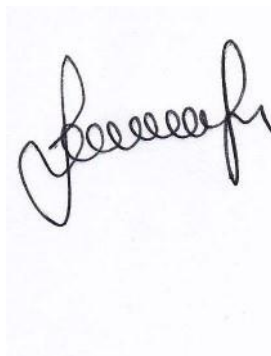
УДК 378.147

**ПРОФЕСІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ЯК  
ІНТЕГРАЦІЙНА ОСНОВА ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ  
ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

13.00.04 – теорія і методика професійної освіти

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора педагогічних наук



**Київ – 2021**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова, Міністерство освіти і науки України.

**Науковий консультант** – доктор фізико-математичних наук, професор **ПРАЦЬОВИТИЙ Микола Вікторович**, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, декан фізико-математичного факультету.

**Офіційні опоненти:** доктор педагогічних наук, професор **ДЖЕДЖУЛА Олена Михайлівна**, Вінницький національний аграрний університет, завідувач кафедри математики, фізики та комп'ютерних технологій;

доктор педагогічних наук, професор **ВЛАСЕНКО Катерина Володимирівна**, Донбаська державна машинобудівна академія, професор кафедри математики та моделювання;

доктор педагогічних наук, доцент **РОМАНЕНКО Тетяна Василівна**, Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Захист відбудеться «11» травня 2021 року о 11.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.19 в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова за адресою: 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова за адресою: 01601, м. Київ-30, вул. Пирогова, 9.

Автореферат розісланий «11» квітня 2021 року.

**Учений секретар**  
**спеціалізованої вченої ради**  **М. Ю. Ляшенко**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність дослідження.** Важливість реалізації професійної спрямованості навчання математики у закладах вищої освіти (далі - ЗВО) інженерно-технічного профілю зумовлена потребами сучасного суспільства у фахівцях, які здатні до саморозвитку, самовдосконалення, легко адаптуються до швидкозмінних соціальних та технологічних умов, мають високий інтелектуальний та творчий потенціал, вміють використовувати набуті професійно-спрямовані математичні знання в процесі вирішення професійних завдань, готові продукувати нові ідеї та їх математичне розв'язання.

Інженерна справа є інноваційною галуззю людської інтелектуальної діяльності, бо її фахівців безпосередньо застосовують досягнення науки до вирішення конкретних суспільно-економічних проблем через проектування та застосування корисних технічних, технологічних, організаційних процесів і конструкції, механізмів, обладнання. У 2015 Спілка наукових і інженерних об'єднань України (СНІО України) була обрана членом Федерації європейських інженерних асоціацій (FEANI), до якої на сьогодні входять 350 національних професійних інженерних і наукових асоціацій 32 європейських країн та близько 4 мільйонів інженерів, які долучились індивідуально. Це стало початком офіційної європейської інтеграції української технічної освіти та надало можливість вітчизняним ЗВО, які готують майбутніх інженерів, акредитувати освітні програми за європейським рівнем, наприклад Європейською мережею з акредитації інженерної освіти (ENAE), та виводити своїх випускників на світовий ринок праці, що актуальне за умов глобалізації.

Зростаючі вимоги до конкурентоспроможності майбутніх інженерів як на внутрішньому, так і світовому ринку праці, потребують суттєвого підвищення якості вітчизняної вищої технічної освіти.

Фахова підготовка нової генерації інженерних кадрів регламентується положеннями, зазначеними у державних документах, таких як: Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року (2013 р.), Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності (2000 р.), Закони України «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про освіту» (2017 р.), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2016 р.), «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» (2012 р.), Концепція науково-технологічного та інноваційного розвитку України (1999 р.), Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки (2018 р.) та ін.

Рівень фаховості у професії інженера визначається його академічною підготовкою, здатністю до інновацій та досвідом роботи за фахом.

Питання удосконалення фахової інженерної освіти вітчизняні та закордонні вчені досліджували за різними аспектами, а саме: зміст професійної освіти (Ю. Зінковий, О. Каверіна, М. Канівець, С. Літвінчук); основи професійної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей (І. Богданова, Н. Коломойський, Ю. Лобода, Є. Нероба, О. Павлик, В. Паржницький, Л. Сушенцева, Г. Троцко); технології професійної підготовки

фахівців технічного профілю (В. Безрукова, В. Болотов, Н. Болюбаш, О. Бочкарьова, Л. Дибкова, О. Ігнатюк, О. Ляска, В. Сериков, Н. Тализіна, F. Weinert, M. Romainville, P. Perrenoud, M. Romainville, Ph. Perrenoud, F. Weinert, J. Coolahan); професійна спрямованість підготовки інженерів (Н. Брюханова, Т. Війчук, Г. Дзвоник, І. Єгорова, Н. Самарук, Н. Черняк); інтеграція фундаментальних та спеціальних знань (А. Алексюк, В. Андрущенко, Є. Барбіна, В. Бевз, М. Берулава, В. Буданов, М. Бурда, К. Волинець, З. Гельман, А. Данилюк, В. Дедович, П. Ерднієва, А. Єремкін, І. Зверев, Л. Зорін, С. Клепка, Я. Кміт, І. Козловська, В. Моргун, О. Нижник, В. Розумовської, В. Холоденко, Н. Шахірева, Т. Якимович, І. Яковлев, Т. Яценко та інших); інформатизація у професійній підготовці інженерів (В. Биков, І. Вікович, Б. Гершунський, А. Гуржій, О. Довгялло, М. Жалдак, Ю. Жук, Г. Кедрович, О. Коломієць, К. Крайнова, М. Лазарев, Т. Максимова, Л. Мартиросян, Н. Морзе, М. Рассовицька, І. Роберт, С. Семеріков, С. Скворцова, М. Смульсон, А. Стрюк, А. Соколов, О. Співаковський, Т. Поясок, О. Ящик, A. Jones, R. Donnelly, F. McSweeney, J. Lagrange та ін.).

Ключовим елементом фундаментальної складової професійної підготовки здобувачів інженерних спеціальностей є математичний компонент, дидактична мета якого полягає в оволодінні майбутніми інженерами навичками опису поставлених професійних задач мовою математики з метою ефективного використання методів математичного моделювання у процесі їх розв'язування. Проблеми математичної підготовки майбутніх інженерів вивчались науковцями з позицій модернізації викладання математичних дисциплін для студентів інженерно-технічних спеціальностей (З. Акманова, Т. Армаш, О. Жерновникова, А. Мелецинек, В. Трофименко, Г. Тур, О. Кириченко, Л. Нічуговська, М. Працьовитий, С. Сушкова, О. Шавальова, Є. Штонда); наукового обґрунтування педагогічних умов організації математичної підготовки майбутніх інженерів на засадах професійної спрямованості (Т. Бурзалова, В. Петрук, Н. Полякова, Б. Тріща, В. Хом'юк, І. Хом'юк ); пошуку критеріїв оцінювання ефективності впровадження педагогічної інноватики (О. Євсєєва, О. Єфремова, Л. Орел); впровадження інноваційних методів навчання математики (К. Власенко, Я. Гончаренко, В. Дрибан, Ю. Ковейно, В. Кушнір); формування дослідницьких умінь у процесі математичної підготовки (Л. Голодюк, Г. Єльчанинова, Т. Куряченко, О. Тимошенко); застосування багаторівневої математичної підготовки на основі інтегрованих форм занять і контролю (В. Бахрушин, О. Гафіятова, І. Зоріна, О. Марченко та ін.).

Оскільки математична підготовка майбутніх інженерів безпосередньо впливає на рівень їх професійної підготовки, то якісний математичний компонент вищої інженерної освіти – необхідна умова формування професійної компетентності студентів інженерних спеціальностей у ЗВО, що загалом актуалізує тему нашого дослідження.

За узагальненням результатів опрацювання джерельної бази дослідження під професійною спрямованістю навчання математики у ЗВО слід розуміти

гармонічну єдність змістового і процесуального наповнення: орієнтація змісту навчання математики не тільки на вивчення фундаментальних понять та фактів, а й на реалізацію на різних рівнях взаємозв'язків математики зі спеціальними дисциплінами; вибір методів, засобів і форм організації навчальної діяльності, застосування яких сприятиме формуванню у студентів фахових компетентностей (набуття знань, умінь і навичок, розвиток інтересу до професії, ціннісного ставлення до неї, формування професійних якостей особистості тощо). Інтеграція інформатико-математичних знань та вмінь полягає у гармонізації математичного знання з позицій оптимального поєднання компонент прикладного змісту, спеціалізованих інформаційних засобів і технологій.

Поряд з істотними теоретико-методичними напрацюваннями в галузі професійної та фундаментальної підготовки інженерів у ЗВО, серед яких - технології формування фахових компетентностей, аспекти інформатизації технічної освіти й відповідна їм підготовка інженера, шляхи розв'язання проблем формування професійної та інформаційної культури, нами зафіксована фрагментарність напрацювань щодо гармонізації математичного знання з позицій виваженого поєднання компонентів прикладного змісту, спеціалізованих інформаційних засобів і технологій. Назріла потреба конкретизації теоретичних та практичних особливостей модернізації фахової підготовки у ЗВО майбутніх інженерів відповідно сучасним вимогами працедавців, що не можливо здійснити без посилення професійної спрямованості математичного блоку.

Актуальність досліджуваної проблеми посилюється й низкою виявлених нами суперечностей між:

- *на концептуальному рівні*: між потенційними можливостями вищої школи щодо якісної професійної і фундаментальної підготовки інженерів та недостатньою їх реалізацією через інтенсифікацію освітнього процесу; між інтегрованим змістом освітньо-кваліфікаційної характеристики майбутнього фахівця і фактологічним характером змісту його навчання; між активним використанням молоддю сучасних інформаційних технологій і способами використання їх під час вивчення прикладного аспекту дисциплін математичного циклу;

- *на соціально-педагогічному рівні*: між суспільним запитом на висококваліфікованих фахівців, які здатні швидко сприймати, аналізувати та представляти різного роду й об'єму інформаційний контент, та відсутністю обґрунтованих освітніх стратегій, які зумовлюють активне впровадження інформаційних технологій в математичну підготовку;

- *на теоретико-методичному рівні*: між необхідністю модернізації фундаментальної підготовки студентів інженерних спеціальностей у закладах вищої освіти і недосконалою системою професійної підготовки майбутніх фахівців технічних напрямків; між необхідністю застосування комплексних знань у професійній діяльності сучасного інженера та відсутністю інтегративних зв'язків між навчальними дисциплінами математичної та

професійної підготовки; між активним упровадженням у професійну освіту інноваційних методів і домінуванням традиційних підходів до організації навчання математики.

Соціальна значущість та об'єктивна потреба держави в ефективній підготовці майбутніх фахівців інженерно-технічного профілю, необхідність усунення зазначених суперечностей, відсутністю фундаментальних досліджень і методичного забезпечення інтегративного підходу до навчання предметів математичного циклу при реалізації освітніх програм інженерних спеціальностей зумовили вибір теми дисертації *«Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей»*.

Дане дослідження реалізується в контексті вимог дидактики вищої школи про посилення професійної спрямованості, інформатизації, індивідуалізації і диференціації процесу навчання з метою підвищення рівня фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, формування їх готовності вчасно і якісно розв'язувати професійні завдання (задачі).

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація підготовлена згідно тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри вищої математики Вінницького Національного Технічного Університету (теми «Інформаційно-комунікаційні технології навчання фундаментальних та спеціальних дисциплін» та «Інноваційні методики навчання вищої математики з метою формування базового рівня професійної компетентності у випускників технічних ЗВО» затверджено Вченою Радою ВНТУ, протокол № 9 від 30 квітня 2020 р.). Тему дисертації затверджено Вченою радою Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 9 від 29 січня 2018 р.) та узгоджено в бюро Міжвідомчої ради з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні (протокол № 3 від 30 червня 2020 р.).

**Мета дослідження** полягає в розробленні та експериментальній перевірці системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Відповідно до мети дослідження визначено **основні завдання**:

1. Здійснити аксіологічний аналіз теоретичних і методичних аспектів стану розробленості проблеми професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

2. Теоретично обґрунтувати і методично забезпечити структурні компоненти професійної спрямованості навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей у ЗВО.

3. Розробити критерії, показники та рівні сформованості виділених компонентів дослідження в обґрунтованих педагогічних умовах.

4. Методологічно обґрунтувати та розробити концепцію професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

5. Розробити, обґрунтувати систему та модель забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

6. Здійснити експериментальну перевірку ефективності розробленої та науково обґрунтованої системи та верифікацію моделі забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

**Об'єкт дослідження** – фахова підготовка студентів інженерних спеціальностей за професійною спрямованістю навчання математики.

**Предмет дослідження** – система забезпечення професійної спрямованості математичної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей на теоретико-методичних і практичних засадах реалізації.

**Концепція дослідження** базується на формуванні уявлення про професійну спрямованість навчання математики як системоутворюючого складника фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Обґрунтування та реалізація провідної ідеї дослідження передбачає залучення вітчизняного і закордонного досвіду фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО і базується на взаємопов'язаних філософському, методологічному, теоретичному та технологічному концептах.

*Методологічний концепт* професійної спрямованості навчання математики студентів інженерних спеціальностей відображає взаємозв'язок методологічних підходів (системний, синергетичний, акмеологічний, особистісний, діяльнісний, інтегративний, компетентісний, технологічний, алгоритмічний, модульний, інформаційний) на філософському, загальнонауковому, конкретно-науковому та методико-технологічному рівнях.

*Філософський рівень* – це аналіз принципів пізнання (професійної спрямованості, науковості, системності, інтеграції, професійної мобільності, доступності, студентоцентризму, орієнтації на інформаційні технології, технологічності, самостійності, диференціації та індивідуалізації) і розробка категоріального апарату досліджуваної проблеми

*Загальнонауковий рівень* – дослідження превалюючих наукових концепцій, які характеризують фахову підготовку студентів інженерних спеціальностей у контексті вивчення фундаментальних дисциплін, зокрема, дисциплін математичного циклу.

*Конкретно-науковий* – це внесення змін у процес професійної підготовки фахівців інженерного профілю, що сприятиме підвищенню їх конкурентоспроможності та розвиток інженерії загалом.

*Методико-технологічний рівень* – вибір засобів та способів отримання емпіричного матеріалу щодо результатів реалізації професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Методологічним орієнтиром слугують основні положення системного, синергетичного, акмеологічного, особистісного, діяльнісного, інтегративного, компетентісного, технологічного, алгоритмічного, модульного, інформаційного методологічних підходів організації фахової підготовки. *Системний* – передбачав розкриття динамічної природи різноманіття структурних проявів взаємозв'язків (зовнішніх і внутрішніх) і взаємозалежностей всіх її елементів й підсистем у єдиній конструкції цілого у інтеграційно-математичному забезпеченні організації системи професійної спрямованості фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей. Роль *синергетичного* підходу розглянуто як «відкрити систему», яка здатна до самоорганізації, не перебуває у рівновазі, проте має стійкість завдяки самоорганізації хаосу потенційних станів у певні структури й має великі власні (внутрішні) резерви для саморозвитку завдяки математичному прогнозуванню та моделюванню перманентних станів системи забезпечення професійної спрямованості фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей. Реалізація синергетичного підходу здійснюється через втілення принципів гуманізації, диференціації, мотивації, «розвиваючої допомоги», зокрема: надається перевага внутрішній мотивації студента; організовується і забезпечується пізнавальна діяльність студентів, з одночасним стимулюванням їх активної самостійної роботи; здійснюється полірівнева диференціація змістового наповнення дисциплін математичного циклу; використовуються методи, форми і засоби навчання, які сприяють розвитку у студентів логічної компоненти мислення та конструктивних умінь; здійснюється синергетичне поєднання педагогічної діяльності викладача з навчально-пізнавальною ініціативою здобувачів освіти; використовується прикладна спрямованість змісту навчальних дисциплін математичного циклу та їх інтегративна проєкція на фахові цикли підготовки для забезпечення релевантності професійної спрямованості у здобувачів освіти.

*Акмеологічний та особистісно-орієнтований* – передбачали орієнтацію особистості на самовдосконалення математичної компетентності як інтегральної особистісної характеристики та перманентний саморозвиток задля досягнення найвищих результатів у своїй професійній діяльності з індивідуальним проєктуванням освітніх траєкторій.

*Діяльнісний* – необхідний з огляду на діяльнісний характер професійної спрямованості навчання математики у системі фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

*Інтегративний* – визначає стратегію організації та моделювання процесу професійної спрямованості навчання математики та є об'єднувальною ланкою математичних знань та інформаційних технологій при модернізації навчально-методичного забезпечення фахової підготовки..

*Компетентнісний* – виступає як найважливіший критерій відбору змісту освіти для посилення професійної спрямованості навчання математики та розробки навчальних програм з орієнтацією на формування у студентів професійних компетентностей.



*Технологічний* – це використання інтерактивних методів, інтегрованих технологій задля посилення комунікативного аспекту у формуванні майбутнього фахівця.

*Інформаційний* – використання пізнавальних можливостей інформаційно-комунікативної теорії, методів, засобів, організаційних форм і технологій для реалізації ідеї дослідження.

*Модульний* – полягав у структуруванні змісту математичних дисциплін у вигляді логічно завершених частини задля вдосконалення управління засвоєння знань з ефективним проектуванням на зміст дисциплін фахової підготовки та для оптимального формування методичного забезпечення освітнього процесу (посібники, засоби системи контролю і оцінювання знань та ін).

*Алгоритмічний* – дозволив удосконалити форми і методи навчання, підвищити його продуктивність, спрямувати освітній процес на особистісний розвиток студентів, виробленню у них алгоритмічних навичок, які формують уміння самостійно отримувати знання, сприяють розумовому розвитку, формуванню логічного мислення, кращому засвоєнню матеріалу та оволодінню практичними навичками з математики.

*Теоретичний концепт* дослідження передбачав визначення основних і спеціальних дефініцій освітньої та спеціальної складової професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; з'ясування наукового тезаурусу спеціальної складової професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; розуміння структури інтеграційних процесів реалізації професійної спрямованості навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей.

*Технологічний концепт* дослідження передбачав розробку програми дослідження та вибір відповідних методів.

**Загальна гіпотеза** дослідження полягає в тому, що професійна підготовка майбутніх інженерів у ЗВО буде ефективною, якщо здійснюватиметься із впровадженням професійної спрямованості навчання математичних дисциплін на інтеграційній основі.

Загальна гіпотеза конкретизується у **часткових гіпотезах**, згідно з якими якість фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО підвищиться, якщо:

- врахувати сучасні тенденції розвитку інженерної освіти,
- спроектувати ефективну структурно-функціональну модель забезпечення професійної спрямованості математичної підготовки майбутніх фахівців інженерних спеціальностей у ЗВО;
- розробити критеріальний апарат та застосувати діагностичний інструментарій для визначення рівнів професійної готовності майбутніх інженерів у результаті математичної підготовки за професійним спрямуванням;

– виявити педагогічні умови успішної реалізації професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО.

**Методи дослідження.** Для досягнення поставленої мети у процесі виконання завдань дослідження використано такі методи: *теоретичні*: дедуктивний метод (виявлення закономірностей, принципів та обґрунтування методологічних підходів до дослідження), аксіоматичний метод (розроблення концепції професійної спрямованості навчання математики), гіпотетико-дедуктивний метод (створення системи дедуктивно-пов'язаних між собою гіпотез фахової підготовки студентів), індуктивний метод (узагальнення наукових фактів, встановлення причинно-наслідкових зв'язків досліджуваних явищ, сходження від часткового до загального, використовувався для з'ясування актуальності означеної проблеми, виявлення протиріч, які існують у сучасній практиці фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО, розробки структури професійної спрямованості навчання математики, для визначення критеріїв, показників і рівнів сформованості математичної компетентності, формулювання загальних висновків), ідеалізація та моделювання (специфічні види абстрагування для розроблення та теоретичного обґрунтування системи професійної спрямованості навчання математики), системний метод (розкриття природи і структури досліджуваного об'єкта з позицій системи), формалізація (виявлення, уточнення та тлумачення базових та спеціальних понять професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей), історико-логічний метод (дослідження генезису феномену професійна спрямованість навчання у всіх її властивостях, закономірностях та відношеннях), теоретичний аналіз і узагальнення літературних джерел, аналіз документальних матеріалів та ресурсів Інтернету; *емпіричні*: спостереження, анкетування, тестування (дидактичне та психодіагностичне), педагогічний експеримент для експериментальної перевірки ефективності розробленої моделі процесу професійної спрямованості навчання математик як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; *статистичні*: вибірковий метод (дослідження загальних властивостей сукупності певних об'єктів на основі вивчення властивості лише їх частини, включеної до вибірки), непараметричні (критерій Колмогорова-Смірнова для перевірки простих гіпотез про належність аналізованої вибірки деякого відомому закону розподілу), методи порівняння для незалежних вибірок.

**Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що *вперше*:**

- *науково обґрунтовано* теоретичні та методичні аспекти професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей;

- *розроблено* авторську концепцію професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка відтворює позитивну динаміку набуття ними професійної компетентності з врахуванням цільового призначення фахової інженерної освіти та її спрямування на конкурентну спроможність фахівців на ринку праці;

- *вперше* здійснено моделювання системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка: спрямована на формування у студентів мотивації до отримання математичних знань, усвідомлення їхньої важливості для опанування загальнотехнічних і фахових дисциплін на основі комплексного використання інтеграційних можливостей інформаційних технологій (цілеспрямоване формування логіко-алгоритмічної компоненти щодо мислення студентів, змістового фахового наповнення курсу математики; використання засобів комп'ютерної математики та інформаційних середовищ навчального призначення); виявлено та теоретично обґрунтовано *педагогічні умови* (модифікація змісту математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей на засадах професійної спрямованості навчання; застосування технологій алгоритмічного й контекстного навчання у математичній підготовці майбутніх інженерів; упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання математики студентів інженерних спеціальностей; організація позааудиторної роботи студентів при вивченні дисциплін математичного циклу), які передбачають ефективне впровадження системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей

- *уточнено* зміст: структурних компонент (професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, мобільно-гностичний, рефлексивний) професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка формується у ЗВО;

- *обґрунтовано* значущість математики як системоутворюючої галузі науки для характеристики станів, рівнів ступенів та розвитку складноорганізованих систем (соціальних, екологічних, економічних, освітньо-наукових, інституційних) з математичним прогнозуванням, моделюванням, проектуванням.

- *запропоновано* ввести компоненту алгоритмічної діяльності у структуру професійної готовності інженерів;

- *удосконалено* критеріальний апарат оцінювання рівня (низький, базовий, достатній, високий) сформованості математичної компетентності у процесі професійної підготовки інженерів у ЗВО,

- *узагальнено* досвід математичної підготовки для студентів інженерно-технічних спеціальностей із тлумаченням математики як філософської, соціально-економічної категорії наукового пізнання (фундаментально-філософського, загального та конкретно-наукового)

- *подальшого розвитку набули*: теоретичні положення щодо структури (змістова, організаційна та технологічна складові) інформаційно-освітнього середовища формування фундаментальних знань майбутніх інженерів, які зорієнтовані на забезпечення готовності до професійної діяльності; концепції системного, синергетичного, акмеологічного, особистісного, діяльнісного,

інтегративного, компетентісного, технологічного, алгоритмічного, модульного, інформаційного підходів до організації освітнього процесу; теорія діяльності зі знаково-символьними засобами; змістове наповнення дисциплін математичного циклу професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в розробці та впровадженні в освітній процес вітчизняних ЗВО моделі забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; навчально-методичного забезпечення професійної спрямованості навчання математики з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, яке включає: монографію «Теорія і практика професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей»; спецкурс «Спеціальні розділи вищої математики з елементами дискретної математики»; навчальні посібники для студентів інженерно-технічних спеціальностей «Теорія функцій комплексної змінної», «Теорія рядів», «Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Рівняння математичної фізики» (рекомендований МОН України, лист №1/11-1662 від 1.03.2011), «Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики», «Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли», «Збірник тестових завдань для систематизації та узагальнення знань з вищої математики. Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Вища математика. Збірник завдань для організації самостійної роботи студентів заочної форми навчання в двох частинах», «Вища математика. Опорні схеми та алгоритми для самостійної роботи студентів», «Вища математика. Елементи теорії поля. Основні поняття, формули та алгоритми для самостійної роботи студентів».

Розроблені навчально-методичні матеріали можуть бути використані для складання навчальних планів і освітніх програм, під час написання навчальних посібників і методичних рекомендацій для використання у процесі фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей. Матеріали дисертаційного дослідження можуть слугувати підґрунтям для подальших наукових розвідок з досліджуваної проблеми.

**Експериментальна база дослідження.** До участі в експерименті було залучено 675 студентів Вінницького національного технічного університету, Приазовського державного технічного університету, Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, Льотної академії Національного авіаційного університету, Національного університету водного господарства та природокористування, Української інженерної академії.

Основні положення та результати дослідження **впроваджено** в освітній процес Вінницького національного технічного університету (довідка № 1-11-62 від 16.06.2020), Приазовського державного технічного університету (довідка № 24/735-08 від 04.12.2020), Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (довідка № 60-10/573 від 26.06.20), Льотної академії

Національного авіаційного університету (довідка № 01-08/1181 від 01.06.2020), Національного університету водного господарства та природокористування (довідка № 011/19 від 03.12.2020), Української інженерної академії (акт від 4.12.2020).

**Особистий внесок здобувача у роботах, опублікованих у співавторстві,** полягає в: розробці комп'ютерно-орієнтованої методики узагальнення та систематизації знань та вмій в процесі навчання студентів аналітичної геометрії [2], описі технологій формування системних знань з математики [5, 3, 7, 8, 11, 36], узагальненні теоретичного матеріалу щодо питання професійної мобільності [9, 10], узагальненні теоретичного матеріалу щодо формування математичної компетентності [13], узагальненні теоретичного матеріалу щодо питань математичної освіти [18], аналізі актуальних досліджень у галузі професійного спрямування навчання математики у вищій технічній освіті [26], описі використання алгоритмічних технологій у вищій технічній освіті [12, 25, 29], узагальнення теоретичного матеріалу щодо використання компетентнісного та діяльнісного підходів з метою вдосконалення змісту, методів, форм і засобів системи методичної підготовки вчителя математики [33], узагальнення теоретичного матеріалу щодо структури та рівнів розвитку операційних компонент мислення майбутніх інженерів [34], описі технологій активізації знань з математики [27], аналізі актуальних досліджень у галузі інформаційних технологій збереження і обробки інформації [35], аналітичний супровід розробки та дослідження математичної моделі процесу виготовлення криволінійних заготовок [37], підборі прикладів та їх практичній реалізації [42, 45], узагальненні та систематизації можливостей використання засобів комп'ютерної математики, підборі прикладів та їхній практичній реалізації [46, 44, 43], систематизації теоретичного матеріалу та розробці тестових завдань [47], авторстві контрольної роботи № 1 та № 3 [50], авторстві контрольної роботи № 5 та № 6 [51], розробці тестових завдань [48, 49], статистичному опрацюванні результатів дослідження [30], розробці опорних схем та алгоритмів для самостійної роботи студентів [52, 53].

**Апробація результатів дослідження.** Основні положення та результати дослідження доповідались й отримали позитивну оцінку на засіданнях, методичних семінарах кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету (2013-2020 рр.); на науково-практичних конференціях, зокрема: *міжнародних*: «Teoria I praktyka-znaczenie badan naukowych» (Люблін, 2013), «Pedagogika Wspolczesna nauka. Nowy wyglad» (Варшава, 2015), «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2016), «Інновації у вищій школі: проблеми та перспективи в освіті і науці» (Кременець, 2017), «Pedagogika. Teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju współczesnej nauki» (Варшава, 2017), «Математика у технічному університеті XXI сторіччя» (Краматорськ, 2017), «Сучасна освіта та інтеграційні процеси» (Краматорськ, 2017), «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (Вінниця, 2018, 2020), «Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики» (Вінниця, 2018), «Сучасна освіта-доступність, якість, визнання»

(Краматорськ, 2018), «VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies Photonics-ODS» (Вінниця, 2018), «Перспективи розвитку машинобудування транспорту» (Вінниця, 2019), «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності» (Вінниця, 2020); «Modern science: problems and innovations. Abstracts of the 3<sup>rd</sup> International scientific and practical conference/ SSPG Publish» (Стокгольм, 2020); *всеукраїнських*: «XLVI, XLVII, XLIII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету» (Вінниця, 2017, 2018, 2019).

**Кандидатська дисертація** на тему «Комп'ютерно-орієнтована методика узагальнення і систематизації знань та вмінь в процесі навчання учнів геометрії» була захищена у 2005 р. за спеціальністю 13.00.02 – Теорія та методика навчання (математика) на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук. Матеріали кандидатської дисертації в тексті докторської дисертації не використано.

**Публікації.** Основні наукові положення дисертаційної роботи опубліковано в 53 наукових і навчально-методичних працях (із них 16 – одноосібні), серед них: 1 одноосібна монографія, 1 у співавторстві, 12 навчальних посібників, 19 статей у фахових виданнях України, 5 статей у зарубіжних наукових періодичних виданнях і виданнях, що належать до міжнародних наукометричних баз даних, зокрема 1 стаття у виданні, яке включено до наукометричної бази Scopus, 15 наукових праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

**Структура й обсяг дисертації.** Наукова робота складається з анотацій українською та англійською мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (674 найменування) та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 584 сторінки, серед них 408 сторінок основного тексту. Дисертація містить 34 таблиці та 26 рисунків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження, розкрито ступінь її розробленості, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, сформульовано провідну ідею, розкрито наукову новизну та практичне значення результатів дослідження; наведено відомості про апробацію й упровадження результатів дослідження у педагогічну практику ЗВО, кількість наукових і навчально-методичних праць, інформацію про структуру й обсяг дисертації.

**У першому розділі «Теоретичні та методичні аспекти професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей»** визначено стан розробленості проблеми професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у педагогічній теорії та практиці. Із загальної сукупності понять, що складають поле теми дослідження сформовано базовий категорійно-понятійний апарат, зокрема дефініції освітньої складової та науковий тезаурус спеціальної

складової, уточнено сутність професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки, досліджено генезис та еволюцію, визначено спільні і відмінні позиції у трактуванні ключових термінів.

Встановлено, що сучасні дослідження феномену «професійної спрямованості навчання математики» розгортаються у чотирьох основних напрямках: 1) шляхи, засоби і умови, що сприяють ефективній реалізації принципу професійно спрямованого навчання; 2) застосування математичних знань і методів у професійній галузі; 3) професійна спрямованість як засіб мотивації навчальної діяльності студентів; 4) професійна спрямованість як спосіб формування низки професійно значущих якостей особистості, необхідних для успішного засвоєння навчальних дисциплін і якісної професійної діяльності. У авторському тлумаченні *професійної спрямованості навчання* як: орієнтації змісту навчання не тільки на вивчення фундаментальних понять та фактів, а й на реалізацію взаємозв'язків математики зі спеціальними дисциплінами на різних рівнях; вибір методів, засобів і форм організації навчальної діяльності, застосування яких сприяє формуванню у студентів фахових компетентностей (набуття знань, умінь і навичок, розвиток інтересу до професії, ціннісного ставлення до неї, формування професійних якостей особистості тощо).

Термінологічний аналіз суміжних понять «інтеграція», «педагогічна інтеграція», «інтеграція навчання» дозволив визначити «інтеграцію» як процес (динамічний, безперервний, який потребує прогностичного підходу, врахування особливостей параметрів знань, виявлення специфіки їх структурування, предметних та інтегрованих знань та передбачає застосування адекватних змісту форм, методів, засобів навчання) і результат (відображає момент фіксації здобуття в ході здійснення інтеграційного процесу певного інтеграційного «продукту»), що забезпечує цілісність й інформативну ємність знань та гармонійний розвиток особистості, призводить до якісно нового рівня професійної підготовки майбутніх фахівців.

Теоретичне осмислення змісту феномену «професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа» узагальнено авторською дефініцією: професійною спрямованість навчання математики як інтеграційна основа – це є складна, багатогранна та різновекторна система, що включає комплекс педагогічних засобів, які забезпечують засвоєння передбачених освітньо-професійною програмою знань, умінь і навичок, і водночас передбачає формування ціннісного ставлення до вибраного фаху, потреби в професійній діяльності та готовності до неї майбутнього інженера.

Базуючись на наукових позиціях відомих дослідників компетентнісної проблематики, *математична компетентність майбутнього інженера* протрактовано як інтегровану професійну якість фахівця інженерно-технічної галузі, яка вказує на його готовність і здатність ефективно та адекватно застосовувати й набувати нові математичні знання, уміння, навички для вирішення різних практичних й теоретичних проблем і завдань професійної діяльності.

Професійну спрямованість навчання математики розглянуто з позицій формування алгоритмічної діяльності та розвитку компонент логіко-алгоритмічного мислення, оскільки освіта є інформаційним процесом і під інформатизацією освіти розуміється система заходів, які спрямовані на підвищення якості та ефективності роботи з навчальною інформацією.

У другому розділі **«Змістовно-освітній модуль професійної спрямованості навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей»** досліджено, що дисципліни математичного циклу виступають теоретичною основою для вивчення загальних і спеціальних дисциплін у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей та сприяють формуванню психологічного підґрунтя для оволодіння майбутньою професією, тобто забезпечують формування у студентів складових професійної компетентності. Встановлено, що серед галузевих компетентностей у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей важливе значення має математична компетентність, формування якої здійснюється в три етапи: формуються базові математичні знання, вміння, навички та психологічна готовність застосовувати математичні методи при вивченні інших дисциплін; інтегруються знання різних навчальних дисциплін, формуються технологічні уміння щодо математичного моделювання в техніці, математичні методи дослідження, поглиблюються професійні орієнтації, набувається досвід застосування математичного моделювання в професійній діяльності, розуміння необхідності і здатність застосовувати математичні методи в майбутній роботі; синтезуються уміння та знання з метою їх подальшого застосування для розв'язування типових професійних завдань.

Структуровано зміст курсу «Вища математика» для інженерних спеціальностей за *змістовими лініями* (матрична лінія; лінія геометричних фігур; лінія геометричних перетворень; лінія рівнянь; координатна лінія; функціональна лінія; ймовірнісно-статистична лінія) з урахуванням методичних та методологічних зв'язків, які групують *нематематичний зміст* (лінія доведень, яка групує логічний і евристичний зміст: поняття, судження і доведення, їх види, способи обґрунтування та ін.; лінія математичних задач, яка об'єднує знання про структуру і типологію задач, процес розв'язання задач та їх прикладне застосування; алгоритмічна лінія, якій характерна пропедевтика поняття алгоритму, яка проводиться за допомогою певної організації матеріалу інших ліній); *змістовно-прикладна лінія*, на якій у студентів формуються вміння і навички застосування одержаного апарату для розв'язування різноманітних професійних задач).

В системі математичних знань професійної спрямованості виділено три рівні якостей математичних знань: *адаптаційний* (характеризується: знаннями студента фундаментальних положень, які вивчаються в курсі «Вища математика» і математичних теорій; умінням здійснювати внутріпредметні і міжпредметні зв'язки, систематизувати їх); *орієнтуючий* (характеризується: вміннями узагальнювати знання в цілісні системи на основі аналогії і аналізу базового знання; вміннями алгоритмізувати рішення професійних завдань,



створюючи математичні моделі, синтезуючи знання математики та дисциплін загальноосвітнього, загальнопрофесійного і спеціального циклів, знаходячи оптимальний шлях вирішення), *професійно-орієнтовний* (характеризується поглибленням і розширенням уявлень студента про структуру математичних знань, наукової теорії, ролі методів у розвитку професійних, спеціальних знань і їх практичного застосування в майбутній професійній діяльності з прогнозуванням сфери можливих застосувань нових теорій, як обов'язковий аспект засвоєння математичних знань).

Виділені рівні якостей математичних знань прикладної спрямованості у студентів інженерних спеціальностей у ЗВО та їх функції в становленні фахової підготовки дозволяють вважати математичну підготовку студента необхідним компонентом в системі підготовки фахівця вищої професійної освіти.

У третьому розділі **«Система забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей»** розкрито концепцію професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; подано модель процесу забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО.

Обґрунтовано структуру професійної спрямованості навчання математики у ЗВО. У структурі професійної спрямованості навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей виділено наступні компоненти: *професійно-мотиваційний* – характеризується спрямованістю студентів до самовдосконалення, стійкою потребою вивчення математичних дисциплін і бажанням само реалізуватися; *когнітивний* – характеризується наявністю теоретичних знань з математики та технологічних знань щодо їх застосування в інших фахових дисциплінах, сформованістю інформатико-математичних вмінь та інформаційної культури; *операційно-діяльнісний* – володінням математичним інструментарієм в процесі роботи з професійною задачею; володінням комплексом умінь щодо використання інформаційних технологій в освітньому процесі; вмінням оцінювати ефективність обраної технології; вмінням структурувати та алгоритмізувати інформацію, будувати моделі а також вмінням сприймати і розуміти навчальну інформацію; *мобільно-гностичний* – виражає свідому потребу студентів у інтеграції знань, здобутих з різних видів діяльності та різних джерел; *рефлексивний* – визначає здатність до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної діяльності щодо використання математичних знань та вмінь у фаховій підготовці.

Як методологічну основу професійної спрямованості навчання математики визначено методологічні підходи (системний, синергетичний, акмеологічний, особистісний, діяльнісний, інтегративний, компетентісний, технологічний, алгоритмічний, модульний, інформаційний). Стратегія професійної спрямованості навчання математики забезпечується принципами: професійної спрямованості, науковості, системності, інтеграції, професійної мобільності,

доступності, студентоцентризму, орієнтації на інформаційні технології, технологічності, самостійності, диференціації та індивідуалізації.

Розроблено систему професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка складається з шести взаємопов'язаних структурних блоків це – цільовий, теоретико-методологічний, змістовий, організаційно-методичний, практичний, контрольнорезультативний. Модель системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей представлена на рис. 1.

У цільовому блоці визначається мета, завдання та структурні компоненти професійної спрямованості навчання математики.

Змістовий блок відображає інваріантну (цикл математичних дисциплін за освітньо-професійною програмою) та варіативну складову (спецкурси; професійно-орієнтовані задачі та задачі на використання засобів комп'ютерної математики та елементів алгоритмізації) змісту навчально-методичних комплексів.

Теоретико-методологічний блок складається з концепції професійної спрямованості навчання математики, методологічних підходів (системний, синергетичний, акмеологічний, особистісний, діяльнісний, інтегративний, компетентісний, технологічний, алгоритмічний, модульний, інформаційний) та принципів (професійної спрямованості, науковості, інтеграції, професійної мобільності, мотивації, доступності, студентоцентризму, орієнтації на інформаційні технології, технологічності, диференціації та індивідуалізації).

Організаційно-методичний блок містить форми (групові, індивідуальні, комбінації дистанційного та традиційного навчання), методи (алгоритмічні, інформаційно-логічні, евристичні) та засоби (ІКТ, дистанційного навчання, блок-схеми, алгоритми, завдання на застосування логіко-алгоритмічної компоненти мислення та діяльності).

Упровадження та результативність моделі забезпечується через визначені організаційно-педагогічні умови: модифікація змісту математичної підготовки студентів на засадах професійної спрямованості; застосування алгоритмічного компоненту діяльності в опануванні навчальних дій у галузі математики; упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання; організація позааудиторної роботи студентів.

Практичний блок відображає організацію освітньо-виховного та науководослідного процесу фундаментальної підготовки студентів інженерних спеціальностей через активне використання алгоритмічної компоненти навчальної діяльності, забезпечення оновлення навчальних курсів (розроблено спецкурси та оновлено зміст робочих програм навчальних дисциплін математичного циклу) та впровадження оновленого навчально-методичного забезпечення на основі розробленого у співавторстві комплексу навчальних посібників [42-53].

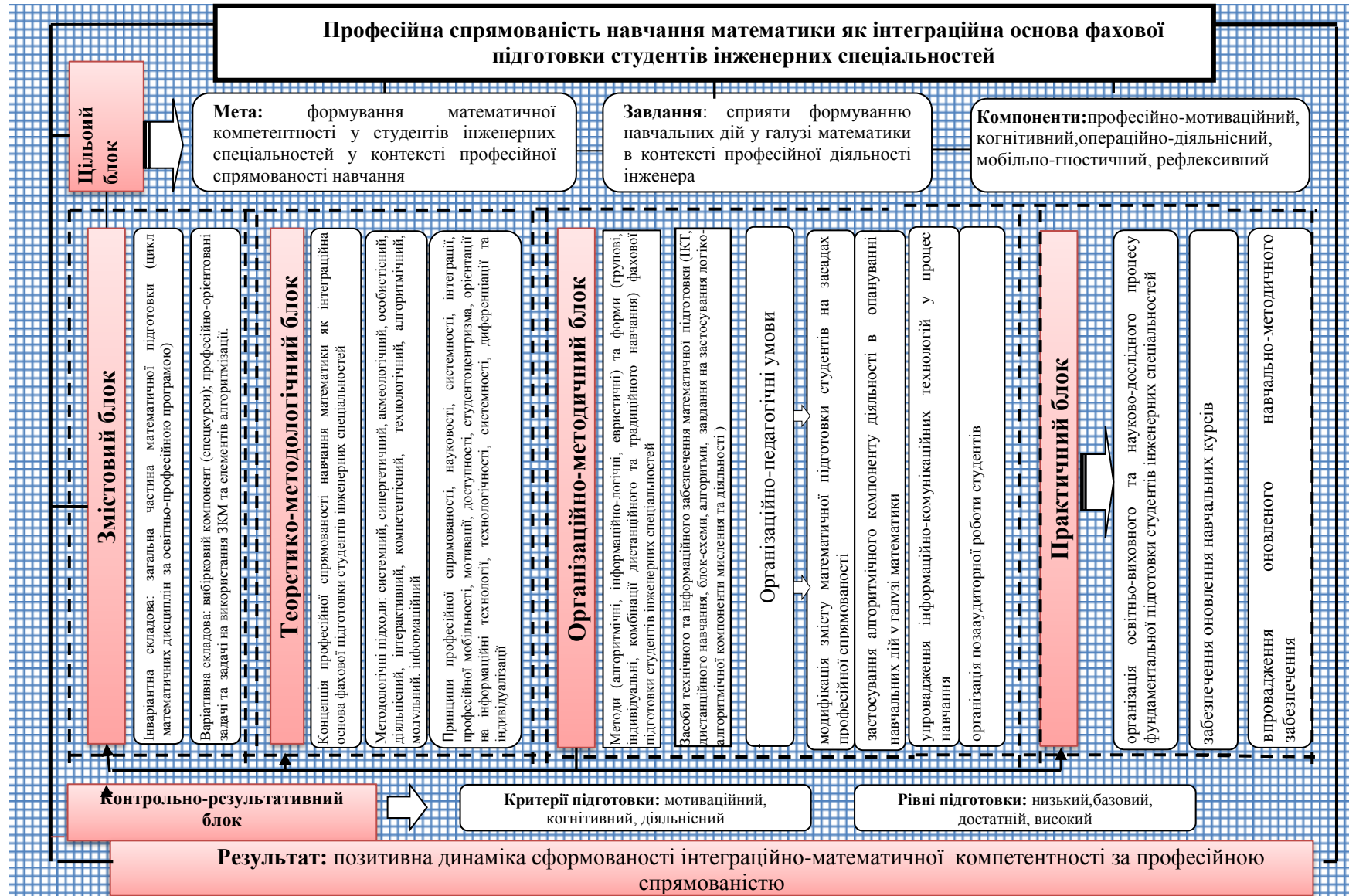


Рис. 1 Модель системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей

Контрольно-результативний блок охоплює діагностичний інструментарій, критерії (мотиваційний, когнітивний, діяльнісний), показники та рівні (низький, базовий, достатній, високий) сформованості виділених компонент дослідження.

Результатом упровадження системи професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей є позитивна динаміка сформованості інтеграційно-математичної компетентності за професійною спрямованістю.

Результатом реалізації професійної спрямованості навчання математики є сформованість математичних компетентностей (за освітньо-професійною програмою), якими повинен оволодіти здобувач освіти в результаті вивчення дисциплін математичного циклу: належний рівень пізнавальної активності студента та його налаштованість на успішне навчання, студент активно систематизує математичні знання та вміння і самостійно застосовує їх під час розв'язування професійних задач, наявність належного рівня розумових дій та технологічних умінь студента, його професійної самосвідомості, здатності до самооцінки і самовдосконалення.

Охарактеризовано *методи педагогічного дослідження*: теоретичні (дедуктивний, аксіоматичний, гіпотетико-дедуктивний, індуктивний, ідеалізація та моделювання, системний, формалізація, історико-логічний), емпіричні (педагогічний експеримент, анкетування, тестування (дидактичне та психодіагностичне)) та методи статистики (вибірковий метод, непараметричні методи (критерій Колмогорова-Смірнова, кутове перетворення Фішера), порівняння для незалежних вибірок), які були використані в педагогічному дослідженні і дозволили досягти мети дослідження та розв'язати поставлені завдання.

Охарактеризовано *методи оцінювання* рівнів володіння математичними знаннями та вміннями студентів: когнітивний та діяльнісний критерій (авторський діагностичний тест); за мотиваційним критерієм (психодіагностичний тест за В. К. Горбачевським). Акцентовано увагу на методиці здійснення діагностики індивідуальних психологічних якостей студентів: класифікація типів мислення та рівень їх розвитку (Методика «Тип мислення»; Резапкіна Г. В.); сформованість операційних компонент алгоритмічного мислення (психодіагностичний тест).

Проаналізовано освітні програми для здобувачів освіти 1-го (бакалаврського) освітнього ступеня галузей знань 15 – Автоматизація та приладобудування (спеціальність 153 – «Мікро- та наносистемна техніка»), 16 – Хімічна та біоінженерія (спеціальність 163 – «Біомедична інженерія»), 17 – Електроніка та телекомунікації (спеціальності 171 – «Електроніка», 172 – «Телекомунікації та радіотехніка»), галузь знань 14-Електрична інженерія (спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»). На основі аналізу структурно-логічних схем освітніх програм продемонстровано наскрізний зв'язок математичних дисциплін із дисциплінами фахової підготовки аж до виконання кваліфікаційної роботи.

За робочими програмами навчальної дисципліни «Вища математика» для вибраних спеціальностей виокремлено інваріантну і варіативну частини, передумови, мету, завдання вивчення дисципліни, компетентності, якими повинен оволодіти здобувач освіти, в результаті вивчення дисципліни, та програмовані результати навчання. Проаналізовано робочі програми з дисциплін загально-технічного і фахового циклів і встановлено обсяг і зміст математичних знань і умінь, необхідних студентам для їх засвоєння. Вибудовано міжпредметні зв'язки математичних дисциплін і професійно-орієнтованих навчальних курсів на рівні змістових модулів. Виокремлено найважливіші розділи курсу вищої математики для підсилення математичного змісту професійної підготовки студентів за відповідними інженерними спеціальностями.

У четвертому розділі **«Специфіка фахової підготовки алгоритмізованої навчально-пізнавальної діяльності для формування позитивної динаміки інтеграційно-математичної компетентності майбутніх інженерів»** - теоретично обґрунтовано педагогічну технологію реалізації професійної спрямованості навчання через алгоритмічну компоненту діяльності, яка поєднує діяльність студента і викладача, і відображає її реалізацію на репродуктивному і продуктивному рівнях; проаналізовано структуру та особливості мислення, яке покладене в основу алгоритмічної діяльності на сучасному рівні розвитку технологій побудови алгоритмів.

Досліджено, що важливим компонентом у практичній навчальній діяльності студентів є використання орієнтовної основи дій. Використання алгоритму діяльності, в якості орієнтовної основи, забезпечує формування узагальнених умінь і визнається багатьма психологами та педагогами (А. Усовою, М. Тулькібаєвою, А. Бобровим, Е. Ізерґіним, А. Звяґіним, С. Шиловой, Л. Зоріною, В. Буряком, Б. Коротяєвим, П. Підкасистим, З. Чехловой, Л. Сметаніною та інш.).

Визначено, що найчастіше алгоритми використовуються в навчанні як: модель дій, відповідно до змісту; засіб організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; засіб формування і розвитку знань і вмінь студентів; засіб реалізації методів навчання; засіб інтенсифікації навчання.

Розроблено структурну модель алгоритмічної діяльності, яка поєднує діяльність студента і викладача, і відображає реалізацію на репродуктивному і продуктивному рівнях (рис.2).

Досліджено генезис дефініцій «алгоритмічна діяльність», «алгоритмічний підхід», «алгоритмічний метод», «алгоритмізація навчання», «алгоритмічна культура», «алгоритмічна підготовка» та розкрито різні аспекти цих утворень: розкриваються особливості алгоритмів, які використовуються в навчанні, способи і умови організації алгоритмічної діяльності.

На основі теоретичних узагальнень дано авторське розуміння поняття *«алгоритмічна діяльність»* як сукупність дій з метою створення, розуміння і реалізації приписів алгоритмічного типу з урахуванням індивідуальних здібностей студентів. На підставі такої дефініції алгоритмічна діяльність

характеризується: *уміннями* (планувати структуру дій, будувати інформаційні моделі, організувати пошук інформації, порівнювати, класифікувати, систематизувати та упорядковувати інформацію) та *етапами сформованості* (виконання дій за пунктами та за відповідним правилом; відтворення дій на аналогічних прикладах; конструювання особистого алгоритму на основі аналогій; конструювання власного алгоритму вирішення незнайомого завдання на основі наявних знань; конструювання загального алгоритму для вирішення певного класу задач; усвідомлення та коментування причин, проміжних результатів та наслідків роботи розробленого алгоритму).



Рис. 2. Структурна модель реалізації алгоритмічної діяльності

Виокремлено компоненти алгоритмічної діяльності: *предмет* (закони й закономірності створення і функціонування алгоритмів), *мотив* (усвідомлення покращення продуктивності та економічності власної роботи під час розв'язання вже відомих задач засобами алгоритмічної діяльності), *потреба* (необхідність отримання нових знань, умінь та навичок за обмежений термін з високим рівнем ефективності засвоєння та отримання максимального

результату), *уміння* (планувати структуру дій, будувати інформаційні моделі, організувати пошук інформації, розвивати усвідомлену мотивацію виконання дій, об'єднувати об'єкти за спільними ознаками, класифікувати, систематизувати та упорядковувати їх) та *навички* (робота з засобами інформаційно-комунікаційних технологій, структурування розв'язку задачі, побудова блок схем, навички міркування).

Розроблено *модель реалізації алгоритмічного підходу в навчанні* в якій відображаються *засоби* (математичне моделювання; прийоми розумових дій; навчальні програми; алгоритмічні приписи), *способи* (модель освітнього процесу; навчальна діяльність; педагогічні технології; підходи та методи навчання), *рівні* (репродуктивний та продуктивний) та *організаційні форми* (алгоритми: фізичних та розумових дій; предметні; діяльнісні; функціонування; управління) її реалізації з результатом щодо оволодіння студентами базовими компетентностями, які необхідні для подальшої професійної діяльності.

Розкрито змістовий аспект алгоритмів як моделі системи дій, яка визначає діяльність з вирішення навчально-пізнавальних завдань (послідовність дій; програма, яка визначає спосіб поведінки; скінченний набір приписів; припис, який задає послідовність дій; спосіб розв'язування обчислювальних задач; точний припис виконавцю; правило дій) та досліджено алгоритм як дидактичне поняття: форми представлення алгоритмів (мова програмування, словесна форма та графічне зображення), класифікації алгоритмів (за призначенням, за підпорядкованістю; за способом діяльності; за характером зв'язків), функції алгоритмів (модель дій, відповідно до змісту; засіб організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; засіб формування і розвитку знань і вмінь студентів; засіб реалізації методів навчання; засіб інтенсифікації навчання). З'ясовано, що найпоширенішими в освітньому процесі є обчислювальні лінійні алгоритми (застосовуються, переважно, для вирішення розрахункових завдань), алгоритми функціонування та управління.

Досліджено співвідношення алгоритмізації і евристики в навчальній діяльності. Встановлено, що розвиток «направляючої принципово важливої ідеї» є алгоритмізована операція, яка забезпечує необхідний «скелет» евристичної діяльності, тобто алгоритмічні та евристичні розумові операції, які спрямовані на розв'язання конкретного творчого завдання, нерозривно пов'язані між собою і їхнє співвідношення доцільно розглядати як частинний випадок професійного наукового мислення. При цьому, в якості базової своєї частини, евристика включає в себе системне структурування процесу творчого мислення на основі уявлень про алгоритм і усвідомленого системного евристичного його використання в пізнавальній діяльності.

На основі дослідження змісту алгоритмічної компоненти навчальної діяльності було визначено, що це мисленнєвий процес, який характеризується системою *мисленнєвих* способів дій, прийомів, методів та відповідних їм мисленнєвих стратегій (*стилем мислення*). Відповідно до цього було виокремлено алгоритмічний стиль мислення, проаналізовано його структуру, особливості та основні напрямки досліджень змістових аспектів

алгоритмічного мислення: технологічні аспекти формування алгоритмічного мислення (С. Волошинов, А. Гейн, Я. Зайдельман, В. Ісаков, Т. Bell, F. Rosamond, A. Wilson і S. Golonka); структурні компоненти алгоритмічного мислення з адаптацією їх до різних предметних дисциплін (А. Газейкіна, П. Єршов, Г. Звенигородський, Ю. Первинний, Л. Сметаніна); деякі аспекти оптимізації освітнього процесу, які сприяють розвитку алгоритмічного мислення і його зв'язок з іншими типами мислення (К. Hidayah, S. Hairun, J. Hromkovič і Т. Kohn, Е. Milkova, J. Gal-Ezer, D. Sari, G. Zwas); наукові дослідження впливу алгоритмічної діяльності на формування розумових операцій (С. Алтухова, Т. Барболіна, В. Калітіна, Т. Пушкарьова, П. Шевчук).

На основі аналізу інформаційних джерел *синтезовано* поняття «алгоритмічне мислення» в авторському тлумаченні як сукупність розумових дій, прийомів і форм, які забезпечують одержання результатів в формалізованій (алгоритмічній) формі), *виділено* вміння студентів (структурний аналіз задачі через оперування образами, поняттями і категоріями; декомпозиція задачі на рівні процесів (розбиття великої задачі на менші); формалізація задачі через індуктивні і дедуктивні висновки (впорядкування операцій, побудова моделі процесу вирішення в тому числі і графічне представлення процесу); комп'ютерний алгоритм розв'язку задачі), які можна сформуувати через його розвиток, адаптуючи їх до дисципліни «вища математика», *рівні розвитку* алгоритмічного мислення (операційний, системний, методологічний) та досліджено зв'язок алгоритмічного мислення з іншими способами мислення.

*Операційний рівень* розвитку алгоритмічного мислення характеризується використанням студентами окремих прийомів розумових дій без їхнього поєднання через незнання структур їх вкладеності. *Системний рівень* характеризується використанням студентами декількох способів поєднання прийомів розумових дій до розв'язування стандартних завдань на застосування алгоритмічного мислення. *Методологічний рівень* характеризується використанням студентами вже наявних розумових схем розв'язування деяких алгоритмічних задач (проблем), перетворення їх в залежності від умов або трансформація вже наявних.

Обґрунтовано, що оскільки алгоритмічна діяльність як один з основних компонентів комплексної підготовки компетентного фахівця інженерної справи, змістовий компонент дисциплін математичного циклу для інженерних спеціальностей доцільно наповнювати завданнями на формування алгоритмічної компоненти діяльності.

У п'ятому розділі «**Експериментальна перевірка ефективності системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей**» експериментально перевірено ефективність розробленої моделі системи забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; описано організацію, оцінювання й аналіз результатів за



розробленими критеріями; подано основні результати діагностування компонентів дослідження.

Експериментальне дослідження тривало упродовж 2013 - 2019 рр. на базі Вінницького національного технічного університету, Приазовського державного технічного університету, Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, Льотної академії Національного авіаційного університету, Національного університету водного господарства та природокористування, Української інженерної академії.

Експеримент проводився у три етапи (діагностико-мотиваційний, аналітико-констатувальний, формувально-експертний), на кожному з яких проводиться певна дослідницька робота.

Перший етап (діагностико-мотиваційний) був спрямований на: детальний теоретичний аналіз раніше опублікованих робіт з теми дослідження та визначення невирішених проблем, що стануть основними в даному експерименті; вибір теми дослідження; визначення мети, завдань, об'єкта, предмета й програми дослідження; обґрунтування структури професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; дослідження генезису, з'ясування і поглиблення сутності та змісту загальних і спеціальних дефініцій дослідження; визначення та створення критеріально-діагностичного інструментарію експериментального дослідження; систематизацію й узагальнення емпіричного матеріалу за напрямом дослідження.

На другому етапі (аналітико-констатувальний) проведено *констатувальний етап експерименту* з метою з'ясування особливостей реалізації професійної спрямованості навчання математики у фаховій освіті студентів інженерних спеціальностей. З цією метою вирішувалися такі завдання: практичний аналіз реального стану досліджуваної проблеми; вибір потрібної кількості експериментальних об'єктів (кількості студентів, груп, визначення можливої тривалості експерименту; вибір конкретних методик для вивчення початкового стану експериментального об'єкта; перевірка оптимальності та ефективності відібраних методик на невеликій кількості досліджуваних; визначення ознак, за якими можна з достатньою вірогідністю стверджувати про зміни досліджуваного об'єкта під впливом запропонованих педагогічних дій.

На початку аналітико-констатувального етапу педагогічного експерименту було сформовано вибіркочну сукупність із 675 студентів: експериментальна група (ЕГ) – 335 студентів, контрольна група (КГ) – 340 та градуйовано рівні сформованості експериментальних показників за чотирма рівнями: низький, базовий, достатній та високий. Для визначення однорідності вибірок ми використовували  $\lambda$ -критерій Колмогорова-Смірнова.

Студенти контрольної групи навчалися за традиційною системою підготовки студентів інженерних спеціальностей у ЗВО. У освітній процес студентів експериментальної групи упроваджувалася розроблена система

професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Було здійснено діагностику рівнів сформованості у першокурсників мотивації до отримання математичних знань та ціннісного особистісного ставлення до важливості отриманих знань для подальшої професійної діяльності, досліджено сформованість складових мислення, визначено рівень знань та вмінь студентів з математики за когнітивним та діяльнісним критерієм. Важливим моментом у дослідженні проблеми реалізації професійного спрямування навчання математики, через використання методів інформатики, зокрема, елементів алгоритмізації, було з'ясування розуміння студентами змісту спеціальних дефініцій дослідження («алгоритмічний припис», «алгоритмічна діяльність», «структура алгоритмічної діяльності») та готовності студентів до їхнього використання та формування.

За результатами анкетування та тестування встановлено: більшість здобувачів освіти (близько 90%) вважають необхідним або бажаним використання алгоритмічної компоненти діяльності у процесі навчання математики; використали б алгоритми як допомогу під час виконання певних видів робіт - 45%, а як приклад виконання подібного завдання - 35%; 48% вважають найдоцільніше на лекційних заняттях використовувати невеликі блок-схеми, які показують залежність між введеними поняттями; 80% респондентів визначили доцільність формування компонент алгоритмічного мислення.

Третій етап (формуально-експертний) передбачав здійснення формувального етапу експерименту. Після формувального етапу експерименту були досліджені ті ж показники: рівні сформованості у першокурсників мотивації до отримання математичних знань та ціннісного особистісного ставлення до важливості отриманих знань в подальшій професійній діяльності, визначено рівень знань та вмінь студентів з математики за когнітивним та діяльнісним критерієм. Узагальнені результати контрольних зрізів та динаміка за кожним показником (у відсотках) наведені в таблиці 1.

Упродовж педагогічного експерименту встановлено статистично достовірні зміни у показниках сформованості математичних компетентностей студентів експериментальної групи у порівнянні з результатами студентів контрольної групи.

Узагальнені дані, які представлені в таблиці 1, засвідчують про те, що у студентів експериментальної групи завдяки впровадженню системи професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей відбулися суттєві статистично значущі зміни за всіма показниками.

Результати порівняння розподілів дають підстави для висновку, що і в контрольній, і в експериментальній вибірках існує тенденція до підвищення якості мотиваційно-ціннісної складової математичної компетентності, проте в експериментальних групах вона виражена яскравіше.

**Розподіл студентів за рівнями сформованості МК за мотиваційним, когнітивним і діяльнісним критерієм на початку та після завершення експерименту**

Критерій	Показники		Рівні сформованості показника за відповідним критерієм							
			Низький		Базовий		Достатній		Високий	
			абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Мотиваційний	ЕГ 335	до	26	7,7%	186	55,5%	104	31%	19	5,8%
		після	19	5,6%	81	24,2%	141	42,1%	94	28,1%
		різниця	- 2,1%		- 31,3%		+ 11,1%		+ 22,3%	
	КГ 340	до	22	6,5%	180	52,9%	117	34,4%	21	6,2%
		після	17	5%	144	42,3%	141	41,5%	38	11,2%
		різниця	- 1,5%		- 10,6%		+ 7,1%		+ 5%	
Когнітивний	ЕГ 335	до	40	11,9%	152	45,3%	105	31,4%	38	11,4%
		після	20	5,9%	97	28,9%	161	48,1%	57	17,1%
		різниця	- 6%		- 16,4%		+ 16,7		+ 5,7	
	КГ 340	до	30	8,8%	162	47,6%	93	27,4%	55	16,2%
		після	25	7,2%	150	44,3%	104	30,7%	61	17,8%
		різниця	- 1,6%		- 3,3%		+ 3,3%		+ 1,6%	
Діяльнісний	ЕГ 335	до	47	14%	111	33,1%	90	26,9%	87	26%
		після	29	8,7%	66	19,7%	134	40%	106	31,6%
		різниця	-5,3 %		-13.4%		+13,1%		+5,6%	
	КГ 340	до	41	12,1	109	32,1%	105	30,%	85	25%
		після	38	11,3	103	30,3%	113	33,1%	86	25,3%
		різниця	-0,8%		-1,8%		+2,3%		+0,3%	

Зміна кількості студентів, які мають початковий і середній рівні сформованості математичних компетентностей і збільшення кількості студентів з достатнім і високим рівнем підтверджують результативність впровадження теоретично обґрунтованої й методично опрацьованої системи професійної спрямованості навчання математики студентів інженерних спеціальностей в закладах вищої освіти.

Перевірку достовірності одержаних результатів здійснено за допомогою критерію Фішера у поєднанні з  $\lambda$ -критерієм Колмогорова-Смірнова.

Як видно з таблиці 2, в усіх випадках значення  $\varphi_{емп}^*$  перевищують значення  $\varphi_{крит}^*$ , що свідчить про наявність у контрольній і експериментальній вибірках статистично значущих відмінностей у кінці формувального етапу експерименту.

Таблиця 2

**Значення кутового перетворення Фішера при порівнянні розподілів студентів КГ та ЕГ за рівнями сформованості мотиваційного, когнітивного і діяльнісного критеріїв сформованості математичної компетентності після завершення експерименту**

Критерії	Значення кутового перетворення Фішера			
	Етап експерименту	$\varphi_{емп}^*$	$\varphi_{крит}^*$	Висновок
Мотиваційний	Завершення	4,698	2,31	$\varphi_{емп}^* > \varphi_{крит}^*$
Когнітивний		4,4		
Діяльнісний		3,608		

Отримані емпіричні значення критерію Фішера перевищують критичне значення  $\varphi_{крит}^* = 2,31$  в експериментальній та контрольній групах. Цим засвідчено правильність висунутої гіпотези щодо не випадковості змін у рівнях сформованості математичних знань та вмінь і здатності студентів до їхнього практичного застосування, підтверджено ефективність та доцільність інтеграції засобів та методів інформаційних технологій в процес навчання математики.

## ВИСНОВКИ

Аналіз та узагальнення результатів дослідження теоретичних та методичних засад професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей дали підстави сформулювати наступні висновки:

1. На основі аналізу філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури визначено стан розробленості проблеми професійного спрямування навчання математики як інтеграційної основи у фаховій

підготовці студентів інженерних спеціальностей на теоретичному (досліджено сучасні тенденції розвитку вищої технічної освіти, завдання, що стоять перед вищою технічною школою, стан проблеми у педагогічній теорії) та практичному рівні (з'ясовано стан реалізації професійної спрямованості навчання математики з використанням ідей, методів і засобів інформатики та логіко-алгоритмічних методів опрацювання інформації). Результати аналізу діяльності студентів і викладачів у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей підтвердили доцільність розроблення обраної проблеми та необхідність оновлення змісту, форм і методів навчання математики.

Уточнено сутність основних понять дослідження: «професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей» - як складна, багатогранна та різновекторна система, що включає комплекс педагогічних засобів, які забезпечують засвоєння передбачених освітньо-професійною програмою знань, умінь і навичок, і водночас передбачає формування ціннісного ставлення до вибраного фаху, потреби в професійній діяльності та готовності до неї майбутнього інженера; «інтеграція» - як процес (динамічний, безперервний, який потребує прогностичного підходу, врахування особливостей параметрів знань, виявлення специфіки їх структурування, предметних та інтегрованих знань та передбачає застосування адекватних змісту форм, методів, засобів навчання) і результат (відображає момент фіксації здобуття в ході здійснення інтеграційного процесу певного інтеграційного «продукту»), що забезпечує цілісність, інформативну ємність знань, гармонійний розвиток особистості і призводить до якісно нового рівня професійної підготовки майбутніх фахівців, «алгоритмічна діяльність» - як сукупність дій з метою створення, розуміння і реалізації приписів алгоритмічного типу з урахуванням індивідуальних здібностей студентів; «алгоритмічне мислення» - як сукупність розумових дій, прийомів і форм, які забезпечують одержання результатів в формалізованій (алгоритмічній) формі.

2. Теоретично обґрунтовано, що професійну спрямованість навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей у ЗВО доцільно розглядати у поєднанні п'яти компонентів: професійно-мотиваційний (характеризується спрямованістю студентів до самовдосконалення, стійкою потребою вивчення математичних дисциплін і бажанням самореалізуватися), когнітивний (характеризується наявністю теоретичних знань з математики та технологічних знань щодо їх застосування в інших фахових дисциплінах), операційно-діяльнісний (характеризується володінням математичним інструментарієм в процесі роботи з професійною задачею; володінням комплексом умінь щодо використання інформаційних технологій в освітньому процесі; вмінням оцінювати ефективність обраної технології; вмінням структурувати та алгоритмізувати інформацію, будувати моделі а також вмінням сприймати і розуміти навчальну інформацію), мобільно-гностичний (характеризується свідомою потребою студентів у інтеграції знань, здобутих з різних видів діяльності та різних джерел), рефлексивний компонент

(характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної діяльності щодо використання математичних знань та вмінь у фаховій підготовці).

3. Визначено критерії (мотиваційний, когнітивний, діяльнісний) сформованості математичних знань та вмінь в залежності від готовності і здатності студентів використовувати їх у своїй практичній діяльності та рівні (низький, базовий, достатній, високий). Показниками мотиваційного критерію обрано ставлення до математики як складової майбутньої професійної діяльності, когнітивного критерію - рівень сформованості математичних знань, умінь та навичками самостійної пізнавальної діяльності в процесі їх вивчення, діяльнісного - рівень вмінь використовувати для розв'язання задач професійного спрямування математичного апарату та інформаційних технологій, інтерпретувати та аналізувати результат.

Обґрунтовано, що педагогічними умовами ефективного забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей є модифікація змісту математичної підготовки студентів на засадах професійної спрямованості; застосування алгоритмічного компоненту діяльності в опануванні навчальних дій у галузі математики; упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання; організація позааудиторної роботи студентів

4. Розроблено концепцію професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка включає: мету, понятійно-категоріальний апарат, теоретико-методологічні основи, сукупність принципів. Мета концепції - обґрунтування теоретико-методичних засад професійної спрямованості навчання математики, яка є складовою фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей і спрямована на формування компетентностей, які вони зможуть реалізовувати в подальшій професійній діяльності. У концепції виділено чотири концепти: філософський, методологічний, теоретичний та технологічний.

Методологічно обґрунтовано структуру професійної спрямованості навчання математики у ЗВО за такими компонентами: професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, мобільно-гностичний, рефлексивний.

5. Розроблено та теоретично обґрунтовано систему забезпечення професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка є підсистемою загальної системи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей у закладах вищої освіти і утворюється упорядкованою єдністю шести взаємопов'язаних структурних підсистем (блоків). Цільовий блок визначає мету, завдання та структурні компоненти професійної спрямованості навчання математики; Змістовий блок є однією із структурно-функціональних підсистем, який відображає інваріантну та варіативну складові змісту навчально-методичних комплексів, що забезпечують формування вказаних видів

компетентностей, а через них і компонентів професійної компетентності. Теоретико-методологічний блок визначає загальну стратегію й тактику проектування професійної спрямованості й охоплює концепцію професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей; методологічні підходи (системний, синергетичний, акмеологічний, особистісний, діяльнісний, інтерактивний, компетентісний, технологічний, алгоритмічний, модульний, інформаційний); принципи (професійної спрямованості, науковості, системності, інтеграції, професійної мобільності, мотивації, доступності, студентоцентризма, орієнтації на інформаційні технології, технологічності, системності, диференціації та індивідуалізації). Організаційно-методичний блок відображає спільну освітню діяльність викладача та студента та є окремою підсистемою моделі і містить організаційно-методичні засади професійної спрямованості навчання математики у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей (форми, методи та засоби організації навчального процесу). Практичний блок відображає організацію освітньо-виховного та науково-дослідного процесу фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей через активне використання алгоритмічної компоненти навчальної діяльності, забезпечення оновлення навчальних курсів та впровадження оновленого навчально-методичного забезпечення. Контрольно-результативний блок моделі містить діагностичний інструментарій, критерії та показники сформованості виділених компонент дослідження в контексті професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, на основі яких визначається їх рівень – високий, достатній, базовий, низький. Результатом реалізації професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей є позитивна динаміка сформованості інтеграційно-математичної компетентності за професійною спрямованістю.

В даній системі передбачається: комплексне використання можливостей інформаційних технологій; інтеграція методів та засобів інформатики у галузь математики; цілеспрямоване формування логіко-алгоритмічної компоненти щодо мислення студентів, змістового наповнення курсу та навчальної діяльності.

6. Здійснено експериментальну перевірку ефективності розробленої системи та верифікацію моделі професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей, яка реалізовувалась через визначені педагогічні умови. Ефективність системи підтверджена результатами проведеного педагогічного експерименту. Встановлено, що на рівень сформованості понятійної та технологічної складової курсу математики за мотиваційним критерієм впливає зміщення акцентів традиційного навчання математики в бік активного використання інформаційних технологій та ідей алгоритмізації. На покращення показників діяльнісного критерію впливають використання методів інформатики (алгоритмічна компонента), засобів комп'ютерної математики та

інформаційних систем навчального призначення. Покращення показників когнітивного критерію відбувається за рахунок модифікація змістового наповнення курсу математики підготовки студентів інженерних спеціальностей.

Доцільність подальших наукових досліджень теоретико-методологічних засад професійного спрямування навчання математики як інтеграційної основи у фаховій підготовці студентів інженерних спеціальностей вбачаємо в поширенні одержаних результатів на випадки різних форм організації освітнього процесу (змішане, дистанційне навчання та ін.).

## Наукові праці, в яких опубліковані наукові результати дисертації

### Монографії

1. **Ковальчук М. Б.** Теорія і практика професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей : монографія., 2-ге вид., допов. Вінниця, 2020. 332 с.

2. 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.

### Статті у наукових фахових виданнях України

3. **Ковальчук М. Б.**, Клочко В. І. Оцінювання рівня розвитку студентів з метою формування прийомів узагальнення і систематизації знань і вмінь. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*. 2007. Вип. 27. С. 18–23.

4. **Ковальчук М. Б.** Зв'язок узагальнення з принципом наочності. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія : Педагогіка*. 2008. Вип. 7. С. 113–117.

5. **Ковальчук М. Б.**, Дубова Н. Б. Формування прийомів розумової діяльності засобами інформаційно-комунікаційних технологій. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія : Педагогіка*. 2009. Вип. 3. С. 251–255.

6. **Ковальчук М. Б.** Узагальнююче повторення як засіб реалізації внутрішньо-предметних зв'язків. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка*. 2010. Вип. № 22 (209). С. 273–279.

7. **Ковальчук М. Б.**, Черепашук А. А. Узагальнення та систематизація як психолого-педагогічна проблема. *Дидактика математики: проблеми і дослідження*. 2010. Вип. 34. С. 68–71.

8. **Ковальчук М. Б.**, Хом'юк І. В. Формування системних знань з вищої математики. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. 2011. Ч. 3. С.101–106.

9. Хом'юк І. В., **Ковальчук М. Б.** Професійна мотивація як засіб забезпечення професійної мобільності. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2011. Вип. 4-5 (14-15). С. 305–312.



10. Хом'юк І. В., **Ковальчук М. Б.** До питання формування професійної мобільності майбутніх інженерів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Педагогіка і психологія.* 2011. Випуск 35. С. 297–301.

11. **Ковальчук М. Б.**, Хом'юк І. В. Деякі аспекти евристичної розумової діяльності студентів. *Дидактика математики: проблеми і дослідження.* 2012. Вип. 37. С. 17–20.

12. **Ковальчук М. Б.**, Михайленко Л. Ф. Психолого-педагогічне обґрунтування реалізації алгоритмічного навчання у вищих технічних навчальних закладах. *Наукові записки. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти.* Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 9. Ч. 1. С.226–231.

13. Михайленко Л. М., **Ковальчук М. Б.** Розв'язування текстових задач як засіб формування математичної компетентності старшокласників. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.* 2016. Вип. 46. С. 37–41.

14. Ковальчук М. Б. Змістовий аспект поняття алгоритму в науково-педагогічній літературі. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія : Педагогіка.* 2017. Вип. 8. С. 25–33.

15. **Ковальчук М. Б.** Історія поняття «алгоритм» і його тлумачення в сучасній науково-педагогічній літературі. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : Педагогіка і психологія.* 2017. Вип. 49. С. 15–19.

16. **Ковальчук М. Б.** Алгоритм, як модель системи дій. *Актуальні питання природничо-математичної освіти.* 2017. Вип. 1(9). С. 84–89

17. **Ковальчук М. Б.** Змістові аспекти курсу вищої математики у вищих технічних навчальних закладах. *Фізико-математична освіта.* 2017. Вип 3(13). С. 67–72

18. Михайленко Л. Ф., **Ковальчук М. Б.** Формування методичної компетентності у майбутніх вчителів математики під час проходження педагогічної практики в школі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми.* 2018. Вип. 52. С. 349–352.

19. **Ковальчук М.Б.** Змістові аспекти алгоритмічного мислення. *Фізико-математична освіта.* 2018. Вип 3(17). С. 61–67

20. **Ковальчук М. Б.** Моделювання задач математичної фізики в системі комп'ютерної математики Maple. *Фізико-математична освіта.* 2019. Вип. 2(20). С. 40–48

21. **Ковальчук М. Б.** Алгоритмізація як метод формування понять вищої математики. *Фізико-математична освіта.* 2020. Вип. 2(24). С. 66–73.

*Статті в зарубіжних наукових періодичних виданнях і виданнях,*

**віднесених до міжнародних наукометричних баз даних**

22. **Ковальчук М. Б.** Розв'язування задач математичної фізики у середовищі MAPLE. *Фізико-математична освіта*. Суми. 2017. Вип 1(11). С. 56–61 ((Видання внесено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*)).

23. **Ковальчук М. Б.** Алгоритмічні вміння як основа математичної компетентності. *Unity of science*. Prague, 2017. July. P. 41–43 (*Міжнародний науковий періодичний журнал*).

24. **Ковальчук М. Б.** Некоторые аспекты формирования инженерного мышления. *Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта*. 2018. Вип. 3(100). С. 94–98. **URI:** <http://lib.vsu.by/xmlui/123456789/16853> (*Науковий фаховий періодичний журнал Білорусії*).

25. **Kovalchuk M.**, Mykhailenko L. Kultura algorytmiczna jako komponent działalności algorytmicznej. *Knowledge, Education, Law, Management*. Lublinie, 2018. Vol. 1(21). PP. 128–138. (Видання внесено до міжнародної наукометричної бази *Index Copernicus*).

26. **Maya Kovalchuk**, Alina Voievodaï, Elena Prozor. "Algorithmic Thinking as the Meaningful Component of Cognitive Competencies of the Future Engineer. *Universal Journal of Educational Research*. 2020. Vol. 8, No. 11B. PP. 6248–6255. (Видання внесено до міжнародної наукометричної бази *Index Scopus*).

**Наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації**

27. **Ковальчук М. Б.**, Сачанюк-Кавецька Н. В. Активізація розумової діяльності студентів на заняттях з математики. «*Teoria I praktyka-znaczenie badan naukowych* : wykonane na materiałach Międzynarodowej NaukowoPraktycznej Konferencji, 29-31 July 2013. Lublin, 2013. Str. 56–60.

28. **Ковальчук М. Б.** Алгоритмічний підхід у вищій математиці. «*Pedagogika Współczesna nauka. Nowy wyglad*» : wykonane na materiałach Międzynarodowej NaukowoPraktycznej Konferencji, 30-31 January 2015. Warszawa, 2015. Str. 52–56.

29. **Ковальчук М. Б.**, Михайленко Л. Ф. Психолого-педагогічне обґрунтування реалізації алгоритмічного навчання у вищих технічних навчальних закладах. *Засоби і технології сучасного навчального середовища* : матеріали XII (XXII) міжнародної науково-практичної конференції, 27-28 травня 2016 р. Кіровоград, 2016. С. 21–23.

30. **Kovalchuk M.**, Nykyporets S., Herasymenko N. Current trends in higher technical education. «*Pedagogika.Teoretyczne i praktyczne aspekty rozwoju współczesnej nauki*» : konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej, 30-31 March 2017. Warszawa, 2017. P. 43–45.

31. **Ковальчук М. Б.** Деякі аспекти активізації навчання вищої математики. *Математика у технічному університеті XXI сторіччя* : матеріали дистанційної всеукраїнської наукової конференції, 15-16 травня 2017 р. Краматорськ, 2017. С. 114–117.

32. **Ковальчук М. Б.** Сучасні тенденції розвитку вищої технічної освіти. *Сучасна освіта та інтеграційні процеси* : матеріали дистанційної всеукраїнської наукової конференції, 22-23 листопада 2017 р. Краматорськ, 2017. С. 92–96.

33. Михайленко Л. Ф., **Ковальчук М. Б.** Форми і засоби методичної підготовки вчителя математики. *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 30 травня – 01 червня 2018 р. Вінниця, 2018. С. 149–151.

34. **Ковальчук М. Б.**, Коломієць А. А. Інженерне мислення як один із важливих компонентів комплексної підготовки компетентного фахівця технічного напрямку. *Сучасна освіта-доступність, якість, визнання* : матеріали міжнародної науково-методичної конференції, 14-15 листопада 2018 р. Краматорськ, 2018. С. 111–115.

35. N. Sachaniuk-Kavets'ka, O. Prozor, **M. Kovalchuk**. Improving efficiency of access to information with the use of identification logic-time function. «*Photonics-ODS*» : materials of VIII International Conference on Optoelectronic Information Technologies, 2-4 October 2018. Vinnytsia, 2018. P. 64–65.

36. Коломієць А. А., **Ковальчук М. Б.** Підвищення якості сучасної математичної підготовки в технічних університетах шляхом формування ядра математичних знань. *Сучасна освіта-доступність, якість, визнання* : матеріали міжнародної науково-методичної конференції, 14-15 листопада 2018 р. Краматорськ, 2018. С. 119–123.

37. Матвійчук В., Михалевич В., Бубновська І., **Ковальчук М.** Тензорна модель накопичення пошкоджень матеріалу заготовок при вальцюванні за схемами в декілька переходів. *Перспективи розвитку машинобудування транспорт у* : матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 13-15 травня 2019 р. Вінниця, 2019. С. 86–88.

38. **Ковальчук М. Б.** Методологічні проблеми інтеграційних процесів в освіті. *XLVIII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету* : матеріали конференції, 13-14 березня 2019 р. Вінниця, 2019. С. 938–940.

39. **Ковальчук М. Б.** «Використання засобів комп'ютерної математики для дослідження функцій». *XLVII Науково-технічна конференція підрозділів Вінницького національного технічного університету* : матеріали конференції, (14–16 березня) Вінниця, 2018. С. 1322–1324.

40. **Ковальчук М. Б.**, Сачанюк-Кавецька Н. В. Математичне моделювання в системі комп'ютерної математики MAPLE, як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні диференціальних рівнянь. *Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності* : матеріали міжнародної науково-методичної інтернет-конференції, 01 – 03 червня 2020 р. Вінниця, 2020. С. 1–4.

41. **Ковальчук М. Б.** Особливості діяльності викладача технічного університету. *Modern science: problems and innovations* : abstracts of the 3<sup>rd</sup>

International scientific and practical conference, 13 Jun 2020. Stockholm, Sweden, 2020. PP. 366–372.

### **Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації**

42. Тичинська Л. М., Черноволик Г. О., **Ковальчук М. Б.** Теорія функцій комплексної змінної. Навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2007. 98 с.

43. Сачанюк-Кавецька Н. В., Педорченко Л. І., **Ковальчук М. Б.** Теорія рядів. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2008. 138 с.

44. Петрук В. А., Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.** Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Рівняння математичної фізики. Рекомендовано МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками «Електромеханіка» та «Електротехніка». Лист №1/11-1662 від 1.03.2011) Вінниця : ВНТУ, 2012. 157 с.

45. Клочко В. І., Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.**, Дубова Н. Б. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 2 : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 168 с.

46. Сачанюк-Кавецька Н. В., Краєвський В. О., **Ковальчук М. Б.** Вища математика з комп'ютерною підтримкою. Функції багатьох змінних, кратні інтеграли. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 135 с.

47. Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.** Збірник тестових завдань для систематизації та узагальнення знань з вищої математики. Лінійна алгебра та аналітична геометрія. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2014. 137 с.

48. Хом'юк І. В., Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.**, Хом'юк В. В. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 1: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 145 с.

49. Хом'юк І. В., Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.**, Хом'юк В. В. Елементи теорії ймовірностей та математичної статистики. Ч. 2 : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 162 с.

50. Хом'юк І. В., Сачанюк-Кавецька Н. В., Хом'юк В. В., **Ковальчук М. Б.** Вища математика. Збірник завдань для організації самостійної роботи студентів заочної форми навчання в двох частинах (з теоретичною підтримкою) Ч. 1 : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 198 с.

51. Хом'юк І. В., Сачанюк-Кавецька Н. В., Хом'юк В. В., **Ковальчук М. Б.** Вища математика. Збірник завдань для організації самостійної роботи студентів заочної форми навчання в двох частинах (з теоретичною підтримкою). Ч. 2 : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 148 с.

52. Працьовитий М. В., **Ковальчук М. Б.**, Сачанюк-Кавецька Н. В. Вища математика. Опорні схеми та алгоритми для самостійної роботи студентів. Ч. 1: навчальний посібник Вінниця : ВНТУ, 2019. 103 с.

53. Сачанюк-Кавецька Н. В., **Ковальчук М. Б.** Вища математика. Елементи теорії поля. Основні поняття, формули та алгоритми для самостійної роботи студентів. Вінниця : ВНТУ, 2019. 140 с.

## АНОТАЦІЇ

**Ковальчук М. Б. Професійна спрямованість навчання математики як інтеграційна основа фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей.** – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. – Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова. – Київ, 2021.

Вперше обґрунтовано теоретичні (сучасні тенденції інтегративного підходу до навчання у вищій школі, основи інтеграції вищої математики з дисциплінами, що входять до системи професійної підготовки студентів інженерних спеціальностей) і методичні (активне використання компонент алгоритмічної діяльності, поєднання традиційних та інтерактивних засобів навчання) засади професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей. Розроблено та експериментально перевірено систему професійної спрямованості навчання математики як інтеграційної основи фахової підготовки студентів інженерних спеціальностей. Система містить: концепцію, цільовий, теоретико-методологічний, змістовий, організаційно-технологічний та діагностично-результативний блок, які представлені у вигляді моделі, навчально-методичне забезпечення та педагогічні умови (модифікація змісту математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей на засадах професійної спрямованості навчання; застосування технологій алгоритмічного навчання у математичній підготовці майбутніх інженерів; упровадження інформаційно-комунікаційних технологій у процес навчання математики студентів інженерних спеціальностей; організація позааудиторної роботи студентів при вивченні дисциплін математичного циклу) її реалізації.

**Ключові слова:** професійне спрямування, професійне спрямування навчання математики, заклади вищої технічної освіти, професійна підготовка, фахова підготовка, інтеграційна основа, інженерні спеціальності, алгоритм, алгоритмічний припис, алгоритмічна діяльність, алгоритмічне мислення, алгоритмічні вміння.

**Kovalchuk M.B. Professional orientation of teaching mathematics as an integration basis of professional training of engineering specialities. – On the rights of the manuscript.**

The dissertation on earning a scientific degree of the Doctor of Pedagogical Sciences on a speciality 13.00.04 – Theory and Methodic of Professional Education.- National Pedagogical University named after Dragomanov M.P. - Kyiv, 2021.

Scientifically justified theoretical and methodical principles of professional orientation of teaching mathematics as an integration basis of professional training of the student of the engineering specialties, the concept is developed and the modeling

of system of providing professional orientation of teaching mathematics as an integration basis of professional training of engineering students giving the effective implementation of the simulated system is revealed in the dissertation for the first time.

The professional orientation of teaching mathematics as an integration basis for professional training of students of the engineering specialties is considered as a complex, multifaceted and multi-vector system that includes a set of pedagogical means that ensure the acquisition of educational and professional knowledge, skills and abilities, and at the same time, the need for professional activity and readiness of the future engineer.

The model of the system of providing professional orientation of teaching mathematics as an integration basis for professional training of engineering students as a complex formation is built, which consists of six interconnected structural blocks objective, meaningful, theoretical and methodological, organizational and methodological, practical, control-effective. It is defined the purpose, objectives and structural components of the professional orientation of teaching mathematics are in the aim block.

The content block reflects the invariant (cycle of mathematical disciplines in the educational-professional program) and variable component (special courses; professionally- oriented tasks and tasks using computer mathematics and elements of algorithmization) the content of educational and methodical complexes. The theoretical and methodological block consists of the concept of the professional orientation of teaching mathematics, methodological approaches (systemic, synergetic, personal, active, integrative, competent, technological, algorithmic, modular, informational) and such principles as: professional orientation, scientific, integration, professional mobility, motivation, accessibility, student-centeredness, orientation on information technology, manufacturability, differentiation and individualization).

Organizational and technological block contains forms (group, individual, combinations of distance and traditional learning), methods (algorithmic, information-logical) and tools (ICT, distance learning, algorithms, tasks for the application of logical-algorithmic component of thinking and activities).

Implementation and effectiveness of the model is ensured through the certain organizational and pedagogical conditions (modification of the content of mathematical training of students on the basis of professional orientation; application of the algorithmic component in mastering of educational activities in mathematics; introduction of the informational and communication technologies in the learning process; organization of the extracurricular activities).

The practical block includes the organization of the educational and researching process of fundamental training of the students of engineering specialties through the active use of the algorithmic component of educational activities, ensuring the renewal of training courses and the introduction of updated teaching and methodological support which is based on a co-authored set of textbooks.

The control-effective block shows the diagnostic tools, criteria (motivational, cognitive, activity), indicators and levels (low, basic, sufficient, high) of the formation of the selected components of the study.

**Key words:** professional direction, professional direction of teaching mathematics, institutions of higher technical education, professional training, integration basis, engineering specialties, algorithm, algorithmic prescription, algorithmic activity, algorithmic thinking, algorithmic skills.