

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

ОВСІЄНКО Юлія Іванівна

УДК 378.663.016:51(043)

**ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ
СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ
АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник
Швець Василь Олександрович,
кандидат педагогічних наук, професор

Київ – 2013

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1	
ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ	14
1.1. Стан проблеми дослідження у психолого-педагогічній літературі, у практиці вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю	14
1.1.1. Історія становлення і шляхи розв’язання проблеми диференційованого навчання	15
1.1.2. Диференційоване навчання у психолого-педагогічних і методичних дослідженнях.....	17
1.1.3. Диференційоване навчання математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю	23
1.2. Психолого-педагогічні передумови організації диференційованого навчання математики студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю	31
1.2.1. Психологічні основи диференційованого навчання	32
1.2.2. Педагогічні передумови диференційованого навчання.....	44
1.3. Концептуальна модель диференційованого навчання математики студентів вищих аграрних закладів освіти	59
Висновки до першого розділу	64
РОЗДІЛ 2	
МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ	66
2.1. Методика формування навчальних цілей і планування процесу навчання вищої математики.....	66
2.1.1. Цілі і завдання навчання вищої математики студентів-аграріїв	67

2.1.2. Модульне планування навчання вищої математики студентів-аграріїв	71
2.1.2.1. Модульне планування навчальної діяльності	71
2.1.2.2. Логіко-дидактичний аналіз змісту навчального матеріалу модуля	74
2.2. Організація диференційованого вивчення теоретичного матеріалу	87
2.2.1. Підготовка до лекцій	88
2.2.2. Диференційоване вивчення теоретичного матеріалу на лекціях	93
2.2.3. Вивчення теоретичного матеріалу студентами самостійно	117
2.3. Диференційоване формування практичних навичок і вмінь розв'язування математичних задач	125
2.3.1. Підготовка до практичних занять	126
2.3.2. Методичні особливості проведення практичних занять в умовах диференціації	132
2.3.3. Диференціація організації самостійної роботи студентів під час формування практичних навичок і вмінь	158
2.4. Апробація та експериментальна перевірка положень дисертації	166
Висновки до другого розділу	181
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	187
ДОДАТКИ	216

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВК	– Вхідний контроль
ВМ	– „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”
ВНЗ	– Вищий навчальний заклад
ДН	– Диференційоване навчання
ЕГ	– Експериментальна група
ЗМ	– Змістовий модуль
ЗУН	– Знання, уміння, навички
КГ	– Контрольна група
КЕ	– Констатувальний експеримент
КР	– Контрольна робота
КТ	– Комп’ютерна техніка
ЛПЗ	– Лабораторно-практичні заняття
ММ	– Математична модель
МНК	– Метод найменших квадратів
ОК	– Опорний конспект
ПЗ	– Практичне заняття
СЛАР	– Система лінійних алгебраїчних рівнянь
СНПДС	– Самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів
СРС	– Самостійна робота студентів
ТЗН	– Технічні засоби навчання
ШКМ	– Шкільний курс математики

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Система освіти має бути націлена на розбудову державності, становлення міжнародних ринкових відносин, входження в процеси розвитку світової науки, культури і техніки. Саме це й зумовлює необхідність реформування системи української освіти.

Діяльність аграрних підприємств пов'язана із працею в умовах ризику і невизначеності, що зумовлено природними процесами і факторами, з огляду на які необхідно всебічно враховувати, прогнозувати й моделювати виробничі ситуації. Необхідність упровадження сучасних принципів організації навчального процесу, методів активізації пізнавальної діяльності студентів набуває все більшої актуальності. Аналіз діяльності майбутніх аграріїв свідчить не лише про наявність суттєвих особливостей у їхній професійній діяльності, а й про посилення уваги до аграрної освіти в цілому, особливо до якості її фундаментальної складової.

Вища математика для студентів аграрних вищих навчальних закладів входить до переліку дисциплін циклу природничо-наукової підготовки. Її змістові модулі визначають нормативну складову індивідуального навчального плану студентів напряму підготовки „Агрономія”. Дана дисципліна є обов'язковою в структурі підготовки фахівця аграрного профілю і можливості, які вона надає для формування наукового стилю мислення та розвитку творчих здібностей студентів, необхідно їм повною мірою використовувати в процесі навчання.

Питанням підвищення якості підготовки студентів аграрних ВНЗ займалися: І. Бендера [17], М. Хоменко, Т. Іщенко [82], П. Лузан [125], Л. Новицька [147] та ін. Що ж до поліпшення математичної підготовки фахівців-аграріїв, то досліджень, у яких розглядається кожен окремий компонент методичної системи, можливості лекційних і практичних занять, самостійної діяльності студентів, незначна кількість. Науково-методичні основи математичної підготовки студентів-аграріїв в умовах особистісно орієнтованого навчання залишились поза увагою широкого загалу науковців. У зв'язку з цим виникає гостра потреба у їх проведенні.

Проблема дослідження зумовлена також об'єктивно існуючими протиріччями між вимогами до математичної підготовки випускників загальноосвітніх навчальних закладів і низьким її рівнем у першокурсників факультетів, де вища математика не входить до переліку фахових дисциплін і немає потреби в наявності сертифіката зовнішнього незалежного оцінювання з математики під час вступу до вищих навчальних закладів освіти; існуванням індивідуально-психологічних відмінностей і недостатнім їх урахуванням у професійній підготовці фахівців, діяльність яких передбачає індивідуальний, творчий характер, а не формально-алгоритмічний, репродуктивний; варіативністю інтересів, нахилів, здібностей студентів і відсутністю особистісної орієнтації змісту й форм організації навчання математики; недостатньою реалізацією в існуючій педагогічній практиці потенціалу методичної системи диференційованого навчання вищої математики; лише частковою розробленістю методичного забезпечення вивчення дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” в умовах диференційованого навчання з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.

Одним із способів вирішення зазначених протиріч є впровадження у навчальний процес вищих аграрних закладів освіти методичної системи диференційованого навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”.

Аналіз багаторічного наукового досвіду вказує на існування різних підходів до впровадження диференціації у навчальний процес закладів освіти різних рівнів. Методичний аспект формування математичних знань і вмінь розробляли такі науковці: М. Бурда [31], В. Забранський [75], Т. Крилова [105], З. Слєпкань [229–232], І. Смірнова [233], Н. Тарасенкова [242], Р. Утеєва [251], В. Фірсов [253], О. Чашечнікова [265], В. Швець [273–279], М. Шкіль [279] й ін.

Психологічний аспект виявлення індивідуальних особливостей школярів досліджували: Б. Ананьєв [5, 6], Д. Богоявленський [23, 24], Л. Виготський [48, 49], П. Гальперін [51], В. Гусєв [60], Л. Занков [79], З. Калмикова [88–90], Г. Костюк [101], О. Леонтєв [117], В. Паламарчук [190], О. Петровський [196], С. Рубінштейн [217, 218], І. Чередов [266, 267] та ін. Розгляду питань, пов'язаних із переходом до особистісно орієнтованої моделі навчання, присвячені праці Г. Балла [13], І. Беха [19],

В. Давидова [61], П. Лузана [125], С. Максименка [126], В. Моторіної [141], П. Сікорського [221–223], І. Якиманської [287, 288] й інших дослідників.

Дидактичну основу впровадження диференціації й індивідуалізації в навчально-виховний процес розробляли: М. Акімова [3], Ю. Бабанський [11], І. Бутузов [32], В. Дорофєєв [65], І. Унт [250] та інші методисти-педагоги.

Для вищої школи, зокрема, для підготовки студентів вищих закладів освіти аграрного профілю, ця проблема досліджена недостатньо глибоко. З огляду на зазначені протиріччя, впливає, що однією з *актуальних проблем математичної підготовки студентів-аграріїв* є: підвищення ефективності вивчення вищої математики в умовах диференційованого навчання і особистісно орієнтованого підходу до організації навчально-пізнавальної діяльності студентів відповідно до суспільних вимог і потреб фахівця-аграрія. Це й зумовило вибір теми дисертаційного дослідження: *„Диференційоване навчання математики студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю”*.

Вирішення поставленої в дослідженні проблеми вбачається у створенні такої методичної системи диференційованого навчання вищої математики майбутніх аграріїв, яка ґрунтується на моделюванні аудиторної і самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів, формуванні мотивації через посилення практичної й професійно орієнтованої підготовки: завдяки розв’язуванню задач прикладного змісту з використанням нових педагогічних і комп’ютерних технологій.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям дослідження пов’язаний із держбюджетною темою науково-дослідної роботи кафедри математики і теорії та методики навчання математики Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова „Розробка науково-методичної системи математичної підготовки учнів середніх закладів в умовах впровадження освітніх стандартів” (номер державної реєстрації 0198 № 001666) і є її логічним продовженням. Тему дисертації затверджено вченою радою Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 2 від 30.09.2004 р.), узгоджено у Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки та психології України (протокол № 2 від 22.02.2005 р.).

Об'єкт дослідження: процес навчання вищої математики студентів вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації.

Предмет дослідження: методична система диференційованого навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю.

Мета дослідження: розробити й експериментально перевірити методику диференційованого навчання вищої математики студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю.

Гіпотеза дослідження: якщо організацію диференційованого навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” студентів вищих закладів освіти аграрного профілю напряму підготовки 6.090101 „Агрономія” реалізовувати із урахуванням таких компонентів: 1) диференційованого вивчення теоретичного матеріалу під час лекцій і самостійно; 2) диференційованого формування вмінь і навичок розв'язування вправ і задач, у тому числі й прикладного змісту на практичних заняттях і самостійно; 3) застосування відповідних навчальних засобів, сучасного комп'ютерного обладнання, методів і організаційних форм, то це підвищить математичний і професійний рівні підготовки майбутніх фахівців.

З огляду на предмет дослідження, мету і гіпотезу виконано такі **завдання:**

- проаналізувати психолого-педагогічну і науково-методичну літературу стосовно організації диференційованого навчання математики, практичний досвід навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю;

- удосконалити структуру та зміст дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” для напряму підготовки студентів „Агрономія”;

- визначити психолого-педагогічні основи методичної системи диференційованого навчання вищої математики студентів-аграріїв;

- оновити та вдосконалити методику диференційованого навчання вищої математики на агрономічних факультетах вищих навчальних закладів освіти із використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій;

– експериментально перевірити на практиці ефективність застосування розробленої методичної системи диференційованого навчання математики.

Мета, гіпотеза і завдання обумовили вибір сукупності науково-педагогічних методів дослідження, серед яких: *теоретичні*: системний і порівняльний аналіз науково-методичної і психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження, законодавчого і нормативного забезпечення функціонування вищої школи (1.1.1–1.1.3, 1.2.1, 1.2.2, 2.1.1 (тут і далі підпункти дисертації)); *емпіричні*: педагогічне спостереження, аналіз і узагальнення досвіду роботи кафедр, окремих викладачів; тестування, анкетування, бесіди; аналіз програм із математики загальноосвітніх і вищих закладів аграрного профілю, підручників, посібників із математики для середніх загальноосвітніх навчальних закладів, з вищої математики для закладів освіти III–IV рівнів акредитації (1.1.2, 1.1.3, 1.2.1, 1.2.2); *моделювання* навчальних ситуацій (з’ясування дидактичної структури занять із вищої математики в загальноосвітніх і вищих навчальних закладах), узагальнення і систематизація результатів педагогічного експерименту: констатувального, пошукового й формувального етапів (з’ясування недоліків традиційної системи навчання математики, уточнення рівнів сформованості знань і вмінь зі шкільного курсу математики, вищої математики, апробація запропонованої методики) (1.2.1, 1.2.2, 1.3, 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.2.1–2.2.3, 2.3.1–2.3.3); *обробка* методами математичної статистики експериментальних даних дослідження (перевірка й підтвердження ефективності розробленої методичної системи диференційованого навчання) (1.2.1, 1.2.2, 2.4).

Методологічною основою дослідження є положення: теорії наукового пізнання про взаємозв’язок теорії і практики, концепція діяльнісного підходу до навчання (Д. Богоявленський [23, 24], Л. Виготський [48], О. Леонт’єв [117] й ін.), дидактичні і методичні положення про принципи наступності у навчанні, теорії поетапного формування розумових дій (П. Гальперін [51], Н. Талізїна [240, 241], О. Тихомиров [247] та інші науковці), теорія розвиваючого навчання (В. Давидов [61], Д. Ельконін [285], Л. Занков [79], І. Якиманська [287, 288] та ін.), теорія проблемного навчання і прикладної спрямованості математичних дисциплін (М. Ігнатенко [83], О. Матюшкін [132], М. Махмутов [133], З. Слєпкань [231], Л. Соколенко [235] та інші педагогі-

методисти), теорія продуктивного навчання і ролі задач у процесі вивчення математики (Г. Балл [13], Г. Бевз [15, 16], М. Бурда [30, 31], М. Вертгеймер [35], О. Дранков [66], Ю. Колягін [98], Д. Пойа [200], Л. Фрідман [259, 260] й ін.); теорія і практика професійної спрямованості навчання математики у вищих навчальних закладах освіти, проблеми міжпредметних зв'язків (М. Жалдак [72–74], В. Клочко [95], Т. Крилова [104], Г. Михалін [137], Л. Нічуговська [146], В. Скатецький [224], О. Скафа [226, 227], Ю. Триус [248], В. Швець [276, 278] та інші методисти-науковці). Дослідження ґрунтується на основних положеннях Закону України „Про освіту” [207] й Закону України „Про вищу освіту” [206], „Положенні про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах”, затвердженого Наказом Міністерства освіти і науки України від 2.06.93 р., № 161 [82, 201], Національної доктрини розвитку освіти в Україні [143] й інших нормативно-правових документах.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

- визначено цілі диференційованого навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” в аграрних вищих навчальних закладах освіти, вимоги до математичної підготовки студентів-аграріїв, спрямовані на розвиток їх особистості, професійних компетентностей;
- удосконалено зміст і структуру навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”;
- уперше розроблено концептуальну модель диференційованого навчання математики у вищому закладі освіти аграрного профілю із урахуванням змісту основних тем і змістових модулів навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”;
- набули подальшого розвитку: теоретичні й методичні основи розробки засобів, організаційних форм і методів диференційованого навчання вищої математики в аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації; питання типологічного групування майбутніх фахівців із агрономії, проведення якого ґрунтується на основі критеріїв динамічної диференціації, що дає можливість включення кожного студента в активну пізнавальну діяльність на окремих етапах занять;

– розроблено методику диференційованого навчання математики студентів вищих закладів освіти аграрного профілю в умовах особистісно діяльного спрямування навчального процесу, яка відрізняється від традиційної і є новою в сучасних умовах.

Практичне значення отриманих результатів:

– виділено й обґрунтовано психолого-педагогічні передумови здійснення диференційованого навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” студентів вищих закладів освіти аграрного профілю;

– розроблено конкретні методичні рекомендації щодо здійснення диференційованого навчання вищої математики в аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації з єдиних наукових позицій, дотримання яких покращує свідоме й активне засвоєння студентами навчального матеріалу;

– створено методику цілепокладання, здійснення модульного планування і логіко-дидактичного аналізу навчального матеріалу, визначення елементів змісту навчання;

– запропоновано методичні рекомендації щодо добору ефективних форм, методів і засобів навчання (методику вивчення теоретичного матеріалу й практичної математичної підготовки, вибору сучасних прийомів, методів роботи під час лекційних і практичних занять, самостійної навчально-пізнавальної діяльності) вищої математики студентів-аграріїв;

– створено програму навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” для підготовки бакалаврів напрямку 6.090101 „Агрономія” у вищих навчальних закладах Міністерства аграрної політики України, яка затверджена як типова Навчально-методичною комісією Науково-педагогічних працівників аграрних вищих закладів освіти з напрямку „Агрономія”.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у ході дослідження, забезпечені теоретико-методологічною основою їх положень; використанням основних психологічних концепцій навчання; застосуванням теоретичних і емпіричних методів, які доповнюють один одного й адекватні предмету, меті та завданням дослідження;

репрезентативністю вибірок об'єктів дослідження, результатами кількісної та якісної статистичної обробки даних, одержаних у ході експерименту.

Обґрунтовані й експериментально перевірені результати проведеного дослідження можуть використовувати викладачі математики вищих навчальних закладів освіти як методичну основу для вдосконалення якості математичної підготовки студентів вищих і середніх аграрних навчальних закладів.

Особистий внесок здобувача полягає в обґрунтуванні необхідності організації диференційованого навчання математики студентів вищих закладів освіти аграрного профілю; у розробці структурних компонентів лекційних і практичних занять із дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” під час аудиторної і самостійної роботи. Усі завдання дисертації автор виконав самостійно.

Апробація результатів дисертації здійснювалася під керівництвом автора викладачами вищої математики у таких вищих навчальних закладах освіти, як: Вінницький національний аграрний університет (довідка № 01-2488 від 2.11.2010 р.), Кримський агротехнологічний університет (довідка № 01-03-65 від 24.11.2010 р.), Миколаївський державний аграрний університет (довідка № 2145 від 1.11.2010 р.), Подільський державний аграрно-технічний університет (довідка № 71-09-604 від 28.10.2010 р.), Полтавська державна аграрна академія (довідка № 01-03-79 від 25.03.2011 р.), Сумський національний аграрний університет (довідка № 3879 від 14.12.2010 р.), Уманський державний аграрний університет (довідка № 01-03-54 від 8.02.2011 р.).

Основні результати доповідались, обговорювались і були позитивно оцінені на IV і V Всеукраїнських науково-методичних конференціях „Теорія та методика вивчення фундаментальних дисциплін у вищій школі” (м. Кривий Ріг, 2004, 2005 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції „Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики” (м. Київ, 2004 р.); II і III Всеукраїнських науково-методичних конференціях „Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи” (м. Полтава, 2005, 2008 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції „Реформування системи аграрної освіти в Україні: досвід і перспективи” (м. Київ, 2005 р.); Міжнародній науково-практичній конференції „Вища освіта України в контексті інтеграції до європейського освітнього простору”

(м. Київ, 2006 р.); Міжнародній науково-практичній конференції „Математична освіта в Україні: минуле, сьогодення, майбутнє” (м. Київ, 2007 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції „Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення математичних дисциплін” (м. Ялта, 2007 р.); Всеукраїнських науково-методичних конференціях „Проблеми математичної освіти” (м. Черкаси, 2007, 2010 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції „Професіоналізм педагога в контексті Європейського вибору України” (м. Ялта, 2007 р.); Всеукраїнській науково-методичній конференції „Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти” (м. Кам’янець-Подільський, 2008 р.); ІХ Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій пам’яті академіка Петра Василенка (м. Львів, 2008 р.); ІІІ Міжнародній науково-методичній конференції „Эвристическое обучение математике” (м. Донецьк, 2009 р.); Всеукраїнській науково-методичній конференції „Методологія викладання математичних дисциплін для нематематичних спеціальностей у сучасних умовах” (м. Суми, 2009 р.); ІV Всеукраїнській науково-практичній конференції „Нові інформаційні технології в освіті та природничо-математичних науках” (м. Мелітополь, 2010 р.); VІІ Міжнародній науково-практичній конференції „Иновационные технологии в образовании” (м. Ялта, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції „Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики” (м. Київ, 2011 р.); Всеукраїнських міждисциплінарних конференціях „Людина, природа, техніка у ХХІ столітті” (м. Полтава, 2011, 2012 рр.); ІІ–VІ Міжнародних науково-практичних конференціях „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” (м. Київ, 2008 – 2012 рр.).

Публікації. Результати дослідження опубліковано в 40 наукових працях, 15 із яких – у провідних наукових фахових виданнях.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (297 найменування, розміщених на 29 сторінках), 9 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 282 сторінки, 14 таблиць, 16 рисунків і діаграм. Основна частина дисертації вміщена на 186 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Стан проблеми дослідження у психолого-педагогічній літературі, у практиці вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю

Становлення аграрної освіти протягом історичного розвитку України відбувається у певній залежності від рівня розвитку агропромислового комплексу, продуктивних сил регіонів, державної політики у сфері економіки, освіти і науки. Сьогодні аграрна галузь, як і Україна в цілому, потребує цілісної системи освіти, яка б відповідала національним інтересам і світовим тенденціям розвитку й забезпечувала б підготовку фахівців, здатних втілювати набуті знання, уміння і навички (ЗУН) у життя. Відповідно до державної національної програми „Освіта” (Україна ХХІ століття) [143] визначальною складовою реформування вищої аграрної освіти є оновлення її змісту на базі ступеневої системи підготовки фахівців за освітньо професійною програмою нового покоління, адекватно відображаючи існуючу дійсність та ідеологію часу [7].

Прагнення України до вступу в європейський освітній простір, по суті, є прагненням переходу до системи освіти, в центрі якої – особистість викладача і особистість студента, які, взаємодіючи у процесі навчання, взаємно розвиваються і вдосконалюються. Ця теза співзвучна із сучасною парадигмою освіти, що базується на моделі особистісно орієнтованого навчання і реалізується, серед іншого, засобами диференційованого навчання (ДН).

Проаналізуємо сучасний стан проблеми диференційованого навчання як у контексті реформування системи вищої освіти взагалі, так і аграрної зокрема; виділимо науково-методичні засади і критерії, на основі яких практично здійснюється диференціація під час організації навчально-виховного процесу в аграрних навчальних закладах освіти III–IV рівнів акредитації.

1.1.1. Історія становлення і шляхи розв'язання проблеми диференційованого навчання.

Виділяємо основні етапи й періоди зародження та впровадження в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів і вищої школи ідей і методики здійснення диференційованого навчання.

Інтуїтивну необхідність здійснення диференціації у процесі організації навчально-виховного процесу усвідомлювали ще давньогрецькі філософи з часів зародження перших масових форм навчання. Особливе місце їй відводилось і в період введення класно-урочної форми навчального процесу, засновником якої став Ян Коменський. Саме йому належать ідеї: врахування особливостей сприймання навчального матеріалу учнями; організації їм певного ступеня допомоги у навчанні; доцільності умовного поділу за рівнями успішності класу на групи й інші. Подальшого розвитку диференціація в початковому процесі набуває у братських школах (XVI–XVII ст.); знаходить послідовників у світовій педагогічній практиці „природовідповідного виховання” (XVII–XIX ст.); упроваджується в освітній системі царської Росії, під час поділу навчальних планів за спеціалізаціями („фуркаціями”) закладів освіти: на класичні гімназії й реальні училища.

Кінець 50-х рр. XX ст. вважається офіційним періодом упровадження диференціації у сучасну систему освіти. У цей період активно організовуються вищі навчальні заклади (ВНЗ) різних напрямів підготовки фахівців, формується єдина система освіти. Особливістю навчально-виховного процесу середньої школи того часу стає уточнення понятійного апарату ДН. Для цього періоду характерним є впровадження зовнішньої форми диференціації, яка до 70-х рр. XX ст. продовжує ототожнюватись із фуркацією, реалізуючись створенням спеціалізованих шкіл, класів із поглибленим вивченням дисциплін, упровадженням факультативних занять [233].

У вищій школі ідеї диференційованого й індивідуалізованого підходів до навчання також починають активно впроваджуватись у 50–60-х рр. XX ст., частіше за все, у технічних ВНЗ. Переважна більшість методичних розробок того часу присвячена підвищенню рівня успішності підготовки фахівців, вивченню

особистості студентів, комплектуванню груп для здійснення диференційованого підходу під час навчання вищої математики. Одним із серйозних недоліків такого роду досліджень того часу стає недостатнє врахування багатоаспектності диференційованого навчання [71].

Із 80–90-х рр. ХХ ст. основним напрямом розвитку освіти поступово стає гуманізація й демократизація навчально-виховного процесу, складовою яких є диференціація. Остання направлена на розвиток індивідуальних, творчих потреб особистості, реалізацію її природних задатків і нахилів у процесі навчання [103]. Цей період офіційно вважається початком комплексного вивчення методики організації ДН в загальноосвітніх навчальних закладах [56, 111]. Слід зазначити, що саме 80–90-ті рр. стають початком упровадження ідей внутрішньої диференціації в навчальний процес закладів освіти; формування понятійно-категоріального апарату диференційованого навчання, виділення його основних видів, якісних і кількісних критеріїв формування груп.

Відмітимо, що сьогодні в науковій літературі зустрічаються різні підходи до визначення поняття „диференціація”. Зокрема, в психології основою організації ДН є всі можливі індивідуальні особливості учнів, на підставі яких створюються відповідні групи. У педагогіці диференційоване навчання – це така система навчання, яка відповідає нахилам учнів. Щодо методики, то диференційоване навчання – це перш за все диференціація змісту навчального матеріалу [178].

У методичній системі вищої школи проблема диференційованого навчання не є новою, має певні особливості, зумовлені суспільними змінами, що дзеркально відобразились як на еволюції самої ідеї, так і на технологіях, засобах, прийомах її впровадження. Наразі гостро відчувається проблема ефективного вдосконалення теоретичної і практичної підготовки студентів. Настав час, коли методичну систему диференційованого навчання у ВНЗ необхідно реалізовувати по-іншому – із врахуванням особистісно орієнтованої освітньої моделі [157].

Детально історія становлення і напрями розв’язання проблеми диференційованого навчання у загальноосвітніх і вищих навчальних закладах висвітлена у праці [158].

1.1.2. Диференційоване навчання у психолого-педагогічних і методичних дослідженнях.

Проблему диференційованого навчання на різних етапах суспільного розвитку досліджувало багато українських і зарубіжних дидактів, методистів, психологів. Психолого-педагогічні й дидактичні аспекти диференційованого навчання висвітлено в дослідженнях Б. Ананьєва [6], Ю. Бабанського [11], Д. Богоявленського [23], О. Бугайова [29], І. Бутузова [32], В. Гусєва [60], В. Давидова [61], Є. Кабанової-Меллер [84, 85], З. Калмикової [88–90], В. Крутецького [106, 107], І. Лернера [118], В. Монахова [139], М. Скаткіна [225], І. Унт [250], І. Чередова [266], М. Шахмаєва [272], І. Якиманської [287, 288] й інших науковців.

Вагомий внесок у формування теоретичних засад диференційованого навчання і практичної їх реалізації належить зарубіжним ученим-педагогам, таким як: Х. Айзенк і М. Айзенк [294], М. Вертгеймер [35], Р. Вінклер [297], Н. Гербер [292], Р. Діллон і Р. Шмек [290], Р. Драйвер і Б. Белл [293], Г. Клаус [93], Х. Мастман [296], Л. Парадіс і Х. Лінсер [291], М. Фішер [289; 295] та ін.

Аналіз розвитку поняття „диференційоване навчання” у методичній і психолого-педагогічній літературі свідчить, що його визначення і напрями реалізації у вищій школі до цього часу чітко не виписані. Існують різні тлумачення як самого поняття, так і близьких йому за змістом: „індивідуалізація навчання”, „індивідуальний підхід”, „диференційований підхід”. Зазначені терміни також не мають однозначного тлумачення, що ще раз підтверджує актуальність тематики дослідження. Розглянемо окремо кожне поняття, розпочавши із найбільш загального.

Одним із основних принципів розвитку системи освіти, зазначених у статті 6 Закону України „Про освіту”, є гуманізм, демократизм, пріоритетність загальнолюдських духовних цінностей [207]. Принцип гуманізації реалізується, зокрема, завдяки послідовній індивідуалізації педагогічного процесу – змісту, методів і форм навчання, виховання.

У Сучасній енциклопедії освіти індивідуалізацію навчання тлумачать як „...планування і здійснення навчання відповідно до індивідуальних особливос-

тей учнів (своєрідності відчуттів, сприймання, мислення, пам'яті, уяви, інтересів, нахилів, здібностей, темпераменту, характеру)...” [69, с. 332].

У нашому дослідженні беремо за основу формулювання поняття „індивідуалізації навчання”, авторами якого є З. Слєпкань і В. Володько, як принципу організації системи взаємодії між учасниками навчального процесу, за якого якнайповніше враховуються і використовуються індивідуальні особливості кожного студента, визначаються перспективи його подальшого розумового розвитку й гармонійного вдосконалення особистої структури, відбувається пошук засобів, які б компенсували наявні вади, сприяли формуванню індивідуальності особистості [46; 232, с. 67–68].

У Педагогічному словнику „індивідуальним підходом” називається принцип педагогіки, відповідно до якого у навчально-виховній роботі із колективом дітей досягається педагогічний вплив на кожного, який ґрунтується на знаннях рис особистості й умов життя [249, с. 143].

Індивідуальний підхід трактуємо як психолого-педагогічний принцип, відповідно до якого у навчально-виховній роботі враховуються індивідуальні особливості кожного учасника навчального процесу. Зауважимо, що обов'язковою умовою практичного здійснення індивідуального підходу у навчально-виховному процесі є діагностування індивідуальних особливостей студентів, із метою виявлення їх найважливіших відмінностей для подальшого врахування під час організації навчально-виховного процесу на засадах індивідуалізації. Подібної думки дотримуються науковці-методисти: В. Володько [46], І. Підласий [198, с. 139], З. Слєпкань [232, с. 68].

Щодо розуміння самого терміна „диференціація” в освіті, то З. Калмикова тлумачить це поняття, як створення спеціальних класів і шкіл, розрахованих на врахування тих або інших психологічних особливостей учнів [89, с. 48].

Існує інша думка щодо диференціації як системи навчання, за якої кожен учень, набуваючи певного мінімуму загальноосвітньої підготовки, яка є загальноозначимою і такою, що забезпечує можливість адаптації у постійно змінних

життєвих умовах, отримує можливість приділяти значну увагу освітнім напрямам, які найбільшою мірою відповідають його нахилам [65].

Ми поділяємо думки авторів означень поняття „диференціації” в освітньому процесі, наведених у додатку А (табл. А.1) і вважаємо, що це спосіб індивідуалізації навчально-виховного процесу у вищій школі, який організується в умовах роботи динамічних типологічних студентських груп для здійснення відповідної допомоги викладача кожній із них.

Близьким за змістом є поняття „диференційований підхід” у навчальному процесі. У додатку А (табл. А.2) наведено тлумачення поняття різними авторами. Відмітимо, що М. Загвязинський [77], Х. Лейметс [116], І. Чередов [266], інші науковці розглядають диференційований підхід як систему діяльності викладача з організації диференційованої (за змістом, обсягом і складністю) навчальної діяльності учнів із урахуванням їх вихідних, типових особливостей. Такий підхід націлений на максимальне ущільнення інформації, збільшення ємності заняття.

Узагальнимо різні підходи авторів до формулювання поняття „диференційований підхід” у навчанні як особливий підхід викладача до різних груп або окремих студентів, який полягає в організації роботи різної за змістом, обсягом, складністю, методами й засобами (хоча і за однією навчальною програмою) із урахуванням характеристик особистості. Таку думку поділяють педагоги В. Володько [46], А. Кірсанов [92, с. 35], З. Слєпкань [232, с. 88]. Причому, на думку І. Бутузова, суть диференційованого підходу полягає у тому, щоб, знаючи і враховуючи індивідуальні особливості учнів у навчанні, визначити для кожного з них найбільш доцільний і раціональний характер роботи на уроці [32, с. 4].

У сучасній педагогіці неоднозначним у розумінні є й поняття „диференційованого навчання”, про що свідчать різні його тлумачення, наведені в додатку А (табл. А.3).

Ґрунтуючись на результатах проведеного вище історичного та науково-методичного аналізу близьких за змістом понять, пропонуємо таке визначення поняття „диференційоване навчання”: *диференційоване навчання вищої математики у вищих начальних закладах освіти аграрного профілю* – це форма ор-

ганізації навчання, для якої характерним є врахування індивідуально-типологічних особливостей студентів, які поділяються на динамічні типологічні групи; мета вивчення математики є однією для всіх типологічних груп студентів, а цілі кожного з етапів процесу навчання або однакові, або відмінні для кожної з них; досягнення цілей навчання відбувається у наслідок варіювання диференційованого підходу викладача до різних груп студентів у процесі викладу основного змісту навчання й організації відпрацювання студентами практичних навичок на прийнятному для кожного з них рівні ЗУН, варіюванням методів, форм, засобів навчання.

А. Фурман, Н. Клокар, В. Сергієнко зауважують, що диференціацією передбачено добре знання вчителем своїх учнів: їх рівня підготовки і розвитку, індивідуальних особливостей. Для цього необхідним є: 1) наявність адаптованих дослідницьких тестів інтелекту й особистості; 2) перевірена педагогічна технологія застосування системи розвиваючого ДН [261].

У практиці навчальних закладів розрізняють два види диференціації, в основу класифікації покладено такі критерії: 1) рівні вимог (рівнева диференціація реалізується завдяки запровадженню різних рівнів програмних вимог, відповідно до можливостей, інтересів і здібностей учнів, успішності у навчанні, формуючи гомогенні – однорідні і гетерогенні – неоднорідні групи); 2) зміст (профільна диференціація за нахилами й інтересами (здійснюється за рахунок об'єднання у спеціальні диференційовані навчальні профілі (потокі, групи, класи) відповідно до індивідуальних особливостей учнів). Вагомий внесок у розробку теорії обох видів ДН математики зробили М. Бурда [31], Г. Дорофєєв [65], А. Капіносов [91], Ю. Колягін [98], В. Монахов [139], З. Слєпкань [232], Р. Утєєва [251], В. Фірсов [253] та ін.

У нашому дослідженні організовується *системно-цільова диференціація навчання вищої математики* – така система навчання, що інтегрує зовнішню і внутрішню форми диференціації на основі цілеспрямованого вибору цілей, змісту, форм і методів навчання [162].

Як бачимо, диференціація навчання безпосередньо пов'язана зі створенням характерологічних груп, для формування яких необхідний добір спеціальних критеріїв комплектування відповідної кількості осіб у них.

Різні підходи до вибору критеріїв диференціації під час групування суб'єктів навчання представлено в додатку А (табл. А.4). Окремо виділимо цікаву, на нашу думку, типологію В. Андронатій, за якою під час навчання математики доцільним є поділ студентів за критеріями, що відображають властивості пам'яті та способи засвоєння навчального матеріалу, зокрема: 1) статичні – об'єктивно відображають можливості та здібності розвитку студентів, тобто психофізіологічні особливості мислення і пам'яті, за які відповідає домінуюча півкуля і репрезентативна система; 2) динамічні – відображають рівень навчально-пізнавальної активності студентів (суб'єктивне бажання, яке пояснює і ставлення до діяльності, і мотивацію, і ступінь мобілізації вольових зусиль); 3) варіаційні – це критерії, що об'єднують і статичні, і динамічні критерії [8, с. 68–71].

В основу типології В. Андронатій покладено принцип персоналізації закордонних авторів, які є прихильниками індивідуальних технологій навчання: Р. Бендлер [18], М. Гріндер [57], Г. Клаус [93], Л. Ллойд [121] та інших. Їх праці присвячені детальному опису особливостей репрезентативних систем, які впливають на формування уявлень про навколишній світ – моделей. У сучасній психології репрезентативні системи трактують як різновиди пам'яті, яка забезпечує кодування і збереження інформації у вигляді асоціацій [109]. Уточнимо, що візуальна репрезентативна система забезпечує запам'ятовування інформації у вигляді образів, аудіальна – у вигляді звуків і слів, а кінестетична – у вигляді відчуттів.

З історії розвитку ДН відомо, що врахування індивідуальних психологічних особливостей дітей, тобто статичних критеріїв, покладено в основу умовного поділу учнів на групи у педагогічній практиці А. Дістервега: „...одній дитині легше дається абстрактне мислення, другій доступне чуттєве пізнання, третя схоплює істину швидше, дякуючи картині чи розповіді; ...бувають роздуми теоретичні та практичні... У цьому відношенні варто рахуватись із відмінностями дитячої природи та сприяти їй своєрідному розвитку...” [64, с. 174].

Подібної думки дотримувався П. Блонський: „...моторна пам'ять, або пам'ять-звичка, образна пам'ять, або пам'ять-уява, логічна пам'ять, або пам'ять-розповідь... ось три основних види пам'яті...” [22, с. 146].

Поклавши в основу диференціації статичні критерії, В. Андронатій умовно поділяє учнів на „кінстетиків”, „аудилів” і „візуалів” [8, с. 75–78].

Серед прихильників статичних критеріїв відмітимо В. Крутецького [107]. У його дослідженнях поділ на групи здійснювався із урахуванням співвідношення абстрактних і образних компонентів мислення (додаток А, табл. А.4).

Інша група науковців віддає перевагу критеріям, що мають динамічні властивості, поклавши в основу класифікації мотиваційні компоненти навчально-пізнавальної діяльності (додаток А, табл. А.4).

Слід окремо відмітити, що Б. Ананьєв [6], Б. Теплов [245], Д. Богоявленський [23], З. Калмикова [89] й інші науковці за основу диференціації обирають варіаційні критерії, які інтегруються у научуваності: узагальнюючій характеристиці особливостей пізнавальної діяльності учнів, у якій проявляються їхні індивідуальні особливості сприймання, пам'яті, уяви і мислення.

У нашому дослідженні обираємо варіаційні критерії, вважаючи, що формування типологічних груп студентів за певними ознаками залежить від конкретних цілей диференціації. Розв'язання проблеми організації ДН у психолого-педагогічному аспекті означає створення оптимальних умов для виявлення задатків, розумового розвитку студентів, урахування їх інтересів і нахилів, а в соціальному – цілеспрямований вплив на формування творчого, інтелектуального, професійного потенціалу нації.

Наступна проблема організації ДН полягає в оптимальному комплектуванні груп за певними ознаками, варіювання їх кількісного складу, залежно від поставлених завдань. Аналіз психолого-педагогічної і методичної літератури, практичний досвід свідчить, що оптимальною кількістю студентів у групі на заняттях із природничо-математичних дисциплін є 4–5 чоловік [36, с. 45; 44, с. 115; 62; 119, с. 14; 239, с. 23; 250, с. 16; 266, с. 57]. Але слід зауважити, що неможливо однозначно визначити оптимальний кількісний склад групи взагалі, стосовно кожного виду діяль-

ності він має бути своїм, причому таким, що найбільш сприяє виконанню завдань саме цієї діяльності [149]. Проте „...оптимальною група стає не в результаті збільшення чи зменшення її складу, а завдяки підвищенню рівня її розвитку шляхом змістової зміни предметної діяльності...” [196, с. 214].

Проаналізувавши і взявши за основу нашого дослідження увесь досвід названих вище науковців, які розробляли у своїх психолого-педагогічних і методичних дослідженнях понятійний апарат основ ДН, методи його реалізації на практиці, слід зазначити, що характерною особливістю сучасної системи освіти є курс на індивідуалізацію навчально-виховного процесу, що здійснюється на засадах гуманізації, демократизації і гуманітаризації. У вищій школі одним із найбільш доцільних шляхів реалізації індивідуалізації є диференціація навчання, яка на практиці втілюється у процесі формування кожного компонента навчально-методичного комплексу дисципліни, основні структурні елементи якого розглянуто у наступних пунктах дослідження.

1.1.3. Диференційоване навчання математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю.

Сучасна система вищої аграрної освіти України остаточно сформувалась за часів колишнього Радянського Союзу. Її розвиток проходив у тісному зв'язку з усіма суспільними процесами та явищами як усього світу, так і країни.

До 1991 р. сільськогосподарські ВНЗ підпорядковувалися спочатку Міністерству вищої і середньої спеціальної освіти Союзу Радянських Соціалістичних Республік (м. Москва), пізніше – Міністерству сільського господарства Союзу Радянських Соціалістичних Республік й іншим відомствам [211]. Усі підручники, методичні посібники, програми видавали централізовано Науково-методичні ради з математики Мінвузів Радянського Союзу російською мовою. Методичні розробки, що містили навчальні програми дисциплін, направлялись із Навчально-методичного управління вищої освіти Міністерства вищої і середньої спеціальної освіти і становили основу для створення робочих програм і планів, які доповнювались матеріалами Пленумів Центрального комітету Ко-

муністичної партії, з'їздів, сесій Верховної Ради, Постановами Центрального комітету Комуністичної партії і Ради Міністрів Союзу Радянських Соціалістичних Республік й іншими документами.

Ретроспективний аналіз еволюції поняття „диференційоване навчання”, проведений у попередніх підрозділах дослідження і публікаціях [153, 158, 178], дає підстави стверджувати, що характерною особливістю другої половини ХХ ст. стала посилена увага до індивідуалізації й диференціації навчально-виховного процесу у загальноосвітніх, середніх спеціальних навчальних закладах і технічних ВНЗ. На практиці її втілення проявилось у вивченні особистості студентів, комплектуванні груп для підвищення рівня теоретичної і практичної підготовки. Але існував ряд протиріч, які ускладнювали процес вирішення проблеми ДН, зокрема: між необхідністю впровадження диференціації у навчально-виховний процес і одночасною непристосованістю більшості підручників і дидактичних матеріалів, одноманітністю їх задачного фонду; відсутністю достатньої кількості методичних посібників із диференційованими завданнями з вищої математики для ВНЗ; непридатністю навчальних програм із математики для реалізації на практиці диференціації вимог до рівнів ЗУН студентів; відсутністю критеріїв оцінювання навчальних досягнень із математичних дисциплін.

Розглянемо більш детально сучасну науково-методичну і практичну складові організації навчання математики в аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації для напряму підготовки 6.090101 „Агрономія”, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, кваліфікації фахівець у галузі агрономії та біології.

За дидактичними та методичними вимогами процес навчання студентів вищої математики в аграрних ВНЗ повинен будуватись за принципом не простого засвоєння курсу, а забезпечення наступності у застосуванні математичних знань під час вивчення спеціальних дисциплін [193, 265]. Для цього студент повинен освоїти такі прийоми: 1) формулювати елементарні прикладні задачі та створювати математичні моделі (ММ) реальних об'єктів і процесів, що у них відбуваються; 2) обирати або розробляти раціональні методи дослідження створених ММ, проводити їх якісний аналіз, використовувати методи обчислень, застосовувати су-

часну комп'ютерну техніку (КТ); 3) аналізувати одержані дані, виробляти на їх основі практичні рекомендації, висновки; 4) самостійно опанувати нові ММ дослідження і розв'язування практичних задач.

У нормативній частині програми підготовки бакалавра за напрямом „Агрономія” [187, с. 180], вища математика входить до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки в обсязі 108/3 год/кред. За освітньо-професійною програмою передбачено вивчення трьох блоків змістових модулів (ЗМ) (додаток Б, табл. Б.1), що входять до неї [187, с. 137].

За навчальним планом вивчення дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” (ВМ) передбачене у першому семестрі навчання у ВНЗ (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Фрагмент навчального плану підготовки бакалаврів напряму 6.090101 „Агрономія”

Назва навчальної дисципліни	курс	семестр	обсяг год/кредитів ECTS	Обсяг академічних годин									форма підсумкового контролю
				аудиторних				індивідуальні заняття	самостійна робота	навчальна практика	виробнича практика	індивідуальні завдання	
				лекції	семінари	лабораторні	практичні						екзамен
Вища математика (за фаховим спрямуванням)	1	1	108/3	24	-	-	30	-	54	-	-	-	1

У науково-методичних матеріалах, пов'язаних із організацією навчально-виховного процесу у ВНЗ і переходу до європейського освітнього простору, зазначено: „...Міністерство освіти і науки України орієнтує освітні заклади на зменшення тижневого аудиторного навчального навантаження студентів і збільшення часу на їх самостійну роботу, підвищення її ефективності завдяки створенню якісно нового організаційного й інформаційного ресурсного забезпечення” [208, с. 5–6]; „...знання студентів повинні оцінюватися за опублікованими критеріями, механізмами та правилами, що застосовуються постійно...” [205, с. 35].

У „Положенні про порядок підготовки та видання типових програм навчальних дисциплін” вказано: „...у зв'язку з необхідністю періодичного оновлення змісту професійної освіти, з урахуванням інноваційних підходів до навчального процесу, чинні типові програми навчальних дисциплін періодично (через кожні п'ять років) доповнюють і перевидають...” [202, с. 3].

Перейдемо до вивчення сучасного стану організації навчання вищої математики на практиці в аграрних ВНЗ. Проаналізуємо офіційне видання програми для вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації з дисципліни „Прикладна математика” що діяла з 2001 по 2008 рр. [210].

Програма містить шість розділів (у дужках зазначено відсоток часу, виділений на опанування теми від загального обсягу годин, відведених на вивчення дисципліни): 1) теоретичні заняття (1.1) вступ; 1.2) елементи лінійної алгебри і аналітичної геометрії (16 %); 1.3) диференціальне числення функцій однієї змінної (20 %); 1.4) інтегральне числення функцій однієї змінної (16 %); 1.5) диференціальне числення функцій багатьох змінних (8 %); 1.6) диференціальні рівняння (8 %); 1.7) ряди (4 %); 1.8) елементи теорії ймовірностей і математичної статистики (28 %)); 2) перелік тем практичних занять (ПЗ); 3) теми контрольних робіт (КР); 4) перелік тем розрахунково-графічних робіт; 5) перелік тем лабораторно-практичних занять (ЛПЗ); 6) розподіл часу на вивчення дисципліни по розділах, вважаючи, що на теоретичні заняття відводиться до 50 % часу, на практичні до 47 %, лабораторні – 3 % від загального обсягу.

Зауважимо, що час, відведений на самостійну роботу студентів (СРС), до уваги не береться взагалі, відсутні критерії оцінювання навчальних досягнень студентів, у переліку тем занять немає питань, що розкривають прикладний зміст вивчення дисципліни. Хоча у перерахованих вище офіційних документах наголошено як на необхідності організації й забезпечення навчально-методичними матеріалами СРС, так і на періодичному оновленні змісту програми навчальної дисципліни. Більш нових офіційних видань типових програм із вищої математики для студентів агрономічних факультетів до 2008 р. не було. Таким чином, простежується невідповідність між су-

часними вимогами до математичної підготовки фахівців аграрного профілю і станом їх реалізації на практиці [160, 168, 185].

Розглянемо зміст математичної підготовки, відображений у навчальній літературі як основній, так і додатковій, зазначеній у списках програм, рекомендованих Міністерством аграрної політики України, для навчання вищої математики майбутніх аграріїв. Усю її умовно поділяємо на групи: 1) навчальні посібники для студентів певних спеціальностей (технічних, математичних, хіміко-біологічних та інших напрямів підготовки); 2) збірники задач і вправ (містять дидактичні матеріали або до певних розділів, або до всього курсу вищої математики); 3) довідкова література (таблиці, основні розрахункові формули тощо); 4) інструктивно-методичні матеріали до практичних і лабораторних занять.

Характерною особливістю структури навчальних посібників першої групи є: вступ або передмова, де розкрито роль і місце математики в системі підготовки фахівця, основні цілі й завдання вивчення дисципліни. Глибина і зміст викладу теоретичних питань залежать від напрямку підготовки студентів і частково відповідають навчальній програмі дисципліни; зазвичай у кінці розділів або параграфів вміщено кілька типових задач із поясненнями, приклади розв'язування завдань.

Структура збірників задач і вправ із вищої математики теж має певні особливості: разом із навчальним посібником, що містить теоретичні відомості вони утворюють комплекс, що дає можливість створення повної відповідності у нумерації, формулюванні основних понять і означень, використанні символіки (скорочень, позначень тощо). На початку кожного параграфа вміщено короткі теоретичні відомості, формули, означення, алгоритми, що відповідають змісту вправ і задач. До всіх задач вміщено в кінці збірників відповіді, до деяких представлено вказівки і рекомендації щодо розв'язування.

Більш детальне вивчення навчально-методичної літератури з вищої математики для студентів аграрних ВНЗ агрономічного факультету свідчить про те, що навчальні посібники видання 70–80-х рр. минулого століття [12, 54, 55, 59, 109, 128, 280] орієнтовані на певну навчальну програму із чітко визначеним обсягом часу

[201]. Вони містять детальні пояснення основ вищої математики, теорії ймовірностей і математичної статистики, приклади розв'язування типових задач, задач прикладного змісту [12]. У деяких посібниках, окрім основних формул, вміщено детальне словесне пояснення до них у вигляді правил, алгоритмів [54, 55]. Такий спосіб подачі інформації дозволяє студентам із різними видами пам'яті обрати ту форму представлення матеріалу, яка для них більш зручна. Для кращого розуміння і засвоєння формул використовуються „мнемонічні прийоми” [109, с. 21–22]. Вправи розміщені у порядку зростання складності їх розв'язування: від найпростіших (побудувати, застосувати означення, властивості) до задач, етапи розв'язування яких містять елементи доведень, також наявні зв'язки із попередніми розділами, обернені алгоритми, прикладний зміст математичних понять). Диференціація вправ за рівнем складності, індивідуальні й завдання для самостійної роботи не передбачені.

Видання навчальних посібників упродовж 90-х і 2000-х рр. [14, 37, 38, 53, 68, 78, 81, 130, 189] мають певні особливості: відсутність прив'язки до конкретних програм із зазначеною кількістю годин; наявність коротких історичних довідок [38, 53, 68]; запитання для самоконтролю до кожного розділу [68, 78, 129]; значна кількість прикладів розв'язування й оформлення типових задач, у яких продемонстровано застосування теоретичних положень і алгоритмів, задачі для СРС [37, 38, 68, 78]; матеріали пов'язані з використанням КТ у процесі формування математичних ЗУН [53, с. 284–321]. Щодо наявності узагальнюючих таблиць (опорних схем, конспектів), які відіграють важливу роль у систематизації і кращому запам'ятовуванні матеріалу студентами; комплексного добору тематичних задач прикладного змісту, то вони практично відсутні, крім навчального посібника для неінженерних спеціальностей сільськогосподарських ВНЗ [78]. У підручниках [58, 81] вміщено матеріали, що дають можливість використовувати різноманітні математичні методи в процесі моделювання, аналізу й оптимізації виробничих процесів сільського господарства.

Збірники завдань не мають суттєвих особливостей у структурі й розміщенні вправ [39, 54, 129, 136, 219]. Вправи поділено по розділах без виділення рівнів. У збірниках [14, 136] у кінці кожного параграфу наведено задачі для

повторення, які становлять близько $1/3$ всього матеріалу. Це допомагає викладачеві вибирати типові задачі для роботи в аудиторії, для домашньої роботи або для повторень перед заходами контролю. Такий поділ задач допомагає викладачеві та студентам визначити мінімум, необхідний для засвоєння дисципліни. Чіткого розбиття завдань за рівнями немає.

Збірники із індивідуальними завданнями для СРС аграрних ВНЗ із математики практично відсутні, крім [219], який містить типові задачі до кожного розділу.

Комплекти завдань для контрольних робіт викладачі готують самотужки (47 %), або видають їх у вигляді методичних вказівок (42 %), про що свідчать результати опитування викладачів і студентів. Загальноприйнятих вимог до рівнів, кількості варіантів, критеріїв оцінювання зазначених видів робіт у ВНЗ немає. Викладач проводить таку методичну роботу, використовуючи власний досвід, беручи за основу типові задачі навчальних посібників. Завдання добирають і формують викладачі (54 %) переважно самостійно, спираючись на дані вхідного контролю (ВК) під час перевірки знань на початку вивчення дисципліни ВМ. Але деякі викладачі (27 %) все-таки орієнтуються на „студента із середнім рівнем навчальних досягнень”, оскільки спеціальних методичних розробок, комплексів завдань, чітких вказівок для забезпечення ДН математики студентів аграрних ВНЗ практично немає.

Доцільно забезпечити комп'ютерною підтримкою викладання дисципліни ВМ. Зазначимо, що існує ряд проблем, пов'язаних із використанням інформаційно-обчислювальної техніки: розбіжність (згідно зі структуро-логічними схемами опанування дисциплін) у часі вивчення вищої математики й інформатики у ВНЗ; низький рівень у студентів ЗУН для роботи з КТ, формування яких передбачено загальноосвітніми навчальними закладами і вимогами до використання програмного забезпечення вивчення вищої математики; відсутність методичних розробок по окремих темах у процесі вивчення яких необхідне використання комп'ютера [164].

Офіційне видання галузевих стандартів підготовки бакалаврів напряму „Агрономія”, що затверджені й набули чинності від 20.01.2005 р. Наказом Міністерства освіти і науки України № 30, містять перелік ЗМ та список професійних умінь, що забезпечуються вивченням відповідних модулів з вищої математики [187, с. 7–

17]. Враховуючи „Положення про порядок підготовки та видання типових програм навчальних дисциплін”, зміст вищої математики, який повинен бути викладений і засвоєний студентами під час лекцій, ПЗ, необхідно формувати відповідно до загальноприйнятої структуро-логічної схеми навчальної дисципліни, вимог освітньо-професійної програми щодо системи ЗМ і їх блоків [201; 202, с. 5]. На нашу думку, згідно з сучасними вимогами до підготовки фахівців аграрного профілю, програма вивчення дисципліни ВМ для студентів агрономічного факультету повинна містити блоки змістових модулів і модулі, що входять до кожного блоку, зазначені в додатку Б (табл. Б.1). Це зумовлено необхідністю формування майбутнього фахівця з агрономії, рівень підготовки якого відповідає переліку виробничих функцій, типових задач діяльності й умінь, якими повинні володіти випускники аграрних ВНЗ III–IV рівнів акредитації.

Таким чином, аналіз науково-методичного забезпечення дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” в аграрних ВНЗ свідчить про існування ряду невирішених проблем упровадження ДН у практику; недостатній рівень розробки й оновлення змісту методичного забезпечення, яке дало б змогу організувати комплексну підготовку фахівців в умовах не лише сьогодення, а й із урахуванням подальших перспектив становлення й розвитку агропромислового комплексу країни, інтеграції у світовий освітній простір, упровадження досягнень сучасної науки і техніки, хоча практична необхідність у цьому є. Впровадження ДН вищої математики у ВНЗ аграрного профілю утруднювалось відсутністю типової програми дисципліни, підручників і посібників із різнорівневими завданнями, критеріями оцінювання, чітко сформульованими вимогами до рівнів навчальних досягнень студентів тощо [153, 160, 166].

Здійснення диференціації навчально-виховного процесу у ВНЗ III–IV рівнів акредитації, як свідчить аналіз науково-методичних джерел, значною мірою залежить від визначення психолого-педагогічних передумов його організації, рівнів навченості зі шкільного курсу математики (ШКМ), научуваності студентів [159, 161, 174, 175]. Про психологічні особливості студентської аудиторії аграрних ВНЗ мова піде у наступному підрозділі.

1.2. Психолого-педагогічні передумови організації диференційованого навчання математики студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю

Необхідність організації диференційованого навчання зумовлена різноманітністю природи людської особистості. Кожен індивід – це складне переплетення фізіологічних, психічних і духовних якостей. Значний інтерес під час організації навчальної діяльності студентів становлять психологічні характеристики особистості, що лежать в основі психічних процесів: пізнавальних (відчуття, сприймання, пам'ять, увага, мислення, мовлення, уява), емоційно-вольових (почуття, воля).

Генотип кожної людини має індивідуальний набір природних задатків і фізичних можливостей – передумов подальшого розвитку. Оскільки між навчанням і розвитком існує складний діалектичний взаємозв'язок (психологічні компоненти індивіда беруть активну участь у сприйманні та запам'ятовуванні знань, а процес їх засвоєння розвиває психологічні якості особистості), то найбільш суттєвою ознакою навчального процесу є не лише врахування індивідуальних особливостей кожного студента, а й цілеспрямований розвиток психологічних передумов засобами навчання і водночас розумне використання досягнутого розвитку під час організації засвоєння нових знань.

Диференціація навчання обумовлюється психологічною сутністю індивіда, яка урізноманітнює кожну людську особистість і вимагає адекватних зовнішніх навчальних дій. Психологічною основою диференційованого навчання є вивчення і врахування індивідуалізованого типу пізнавальної й емоційно-вольової сфер людини [222, с. 178–179].

Дидактичні й методичні передумови диференціації під час навчання вищої математики у ВНЗ аграрного профілю ґрунтуються на врахуванні психологічних процесів і закономірностей сприймання, пам'яті, мислення, вікових та індивідуальних особливостей студентської аудиторії, рівнів навченості й нау-

чуваності, сформованості мотивації до навчально-пізнавальної діяльності, навичок самостійної роботи.

1.2.1. Психологічні основи диференційованого навчання.

Психологічні основи диференційованого навчання досліджуємо на основі аналізу тих психічних станів і процесів, які ефективно впливають на успішність його впровадження у практику ВНЗ аграрного профілю під час навчання вищої математики. Це рівень ЗУН, які у студента вже сформовані, особливості уваги, мислення, пам'яті, а також цілі, потреби, мотиви, ціннісні орієнтації особистості, які є фундаментом подальшого розвитку в процесі навчання.

С. Рубінштейн писав, що вивчення психічних рис людини включає три основні компоненти: „...чого хоче людина, що її приваблює, до чого вона прагне?” – питання про спрямованість особистості, про її потреби, мотиви діяльності. За цим постає наступне запитання: „...а що вона може?” – питання про здібності, схильності, обдарованість. Але здібності – це лише можливості, або підґрунтя, а щоб людина могла реалізувати їх, необхідно знати відповідь на третє питання: „...хто вона є, що закріпилось в якості стрижневих особливостей її особистості?” [218].

Відповіді на ці й інші запитання криються у психолого-фізіологічних і соціальних характеристиках студентів-першокурсників. У психолого-педагогічних дослідженнях період завершення навчання у школі і вступу у ВНЗ носить назву юнацького віку. Він поділяється на два етапи: рання юність (до 17–18 років) і старший юнацький вік (до 25 років). Перший етап юнацького віку – це період навчання учнів у старших класах загальноосвітніх навчальних закладів і молодших курсах ВНЗ [52, с. 235–272; 102, с. 560–598; 115; 238; 243; 252]. У нашому дослідженні враховано вплив вікових, психологічних і соціальних особистісних характеристик першокурсників у процесі вибору педагогічних методів, форм і засобів планування й організації ДН вищої математики.

Перша психічна характеристика особистості студента – емоційно-вольова сфера. Діяльність людини, у тому числі і навчальна, завжди вмотивована. Мотиви виступають необхідними компонентами всіх видів діяльності людини. Першопричиною активності є потреба. Вона – первинна основа мотивації, визначається науковцями як активний стан особистості і проявляється у вигляді необ-

хідності у чомусь конкретному [126, 192]. Саме ця внутрішня спонука і є джерелом активності під час діяльності людини, у процесі якої відбувається розвиток. На думку З. Решетової, пізнавальна потреба – це підґрунтя для навчальної діяльності і одночасно – його результат – сформований мотив [216, с. 79].

Ю. Бабанський зазначає, що зміст, який людина вкладає у свої дії і вчинки, перш за все залежить від системи її мотивів [191], які Г. Костюк вважає рушійними силами навчання, досягнення мети і подолання перешкод [213].

Т. Крилова виділяє в системі навчальних мотивів види: 1) виконання вимог батьків і педагогів; 2) бажання отримати диплом про вищу освіту, набути самостійності й незалежності; 3) перспектива набути професійних навичок; 4) бажання стати кваліфікованим спеціалістом у своїй професійній галузі, займатися наукою [105].

Мотиваційна структура молоді формується, коли починають домінувати мотиви, пов'язані із самовизначенням, підготовкою до самостійного життя, майбутньої професійної діяльності [174]. Мотиви набувають особистісного сенсу і стають дійовими, коли в учнів з'являється практичний підхід до навчання, який проявляється у появі позитивного ставлення до навчальних предметів, які будуть потрібні у подальшому житті [103, с. 601–642; 113]. Оптимальний вибір професії для студента потребує зіставлення сукупності сталих рис його особистості із тими рисами, які потрібні для успішного виконання різних видів діяльності за фахом підготовки [40, 245].

Таким чином, для студентів із першим видом мотивації характерною є відсутність внутрішньої потреби у навчанні. Стимулювання їх пізнавальної активності доцільне збагаченням мотивації шляхом створення ситуацій успіху в процесі розв'язування нескладних завдань. Для студентів із другим видом мотивації характерним є виконання необхідного мінімуму завдань, у роботі над якими ефективною є постійна демонстрація значення математики в їх підготовці, зв'язок із майбутньою професією. Студенти з третім видом мотивації вчаться з бажанням, проявляють самостійність і наполегливість. Для студентів із четвертим видом мотивації характерним є розуміння необхідності глибокого опану-

вання матеріалу, вони працюють активно і творчо. Майбутніх фахівців із агрономії, у яких сформовано третій і четвертий види мотивів, доцільно залучати до науково-дослідної роботи.

Реформування системи вищої освіти передбачає зміщення акценту на самостійній роботі студентів, тому слушним є висновок про те, що її рівень відповідає виду (рівню) мотивації. Для низького рівня мотивації характерною є репродуктивна пізнавальна діяльність із найнижчим рівнем навичок самостійної роботи – за зразком. Високому рівню мотивації відповідає творча самостійність [33].

Вивчення рівня сформованості мотивації до навчання у ВНЗ і до вивчення вищої математики проходило під час констатувального експерименту (КЕ), одним із етапів якого було проведення анкетування студентів-першокурсників різних факультетів і викладачів математичних дисциплін аграрних ВНЗ. Аналіз результатів опитування студентів свідчить про переважання в майбутніх аграріїв першого та другого видів мотивації до вивчення вищої математики, рідше – третього, і як, виняток – четвертого, за класифікацією Т. Крилової [105].

Під час КЕ, крім дослідження проблеми формування мотивації до навчальної діяльності майбутніх аграріїв, надзвичайно складним і багатограним виявилось питання визначення і врахування психофізіологічних особливостей сприймання, мислення, пам'яті, уваги й інших особистісних характеристик, притаманних як окремо взятому індивіду, так і всім студентам як представникам вікової категорії.

Психологи, педагоги та фізіологи характеризують період юності (17–25 років) певним переліком істотних особливостей і протиріч. На думку Б. Ананьєва [6], Н. Волкової [45], І. Кона [99], Р. Немова [144], В. Сухомлинського [238], юність – завершальний етап фізіологічного та статевого розвитку індивіда, що проявляється у підвищенні фізичної витривалості, працездатності організму. В юнацькому віці закріплюються і вдосконалюються психічні властивості особистості. Одним із важливих аспектів психічного розвитку в юнацькому віці є інтенсивне інтелектуальне дозрівання, провідна роль у якому належить розвитку мислення.

Особливістю формування особистості в юнацькому віці є надзвичайно велика кількість індивідуальних відмінностей. Вони встановлюються і закріплюються як у фізіологічній, так і в психологічній яскраво вираженій неоднорідності, яка проявляється у притаманній лише кожному окремо взятому студенту специфіці сприймання й усвідомлення навчальної інформації. Особливої уваги під час організації навчально-виховного процесу у ВНЗ вимагає врахування психофізіологічних відмінностей мислення і пам'яті студентів, що безпосередньо відображається на процесах сприймання й засвоєння інформації [43; 71, с. 18–21; 199].

Щоб відповісти на наступне запитання: „...що може людина?“, розглянемо психофізіологічну природу здібностей. Здібності – це індивідуально-психологічні особистісні характеристики, які є умовою успішного здійснення певної діяльності і визначають відмінності у динаміці оволодіння необхідними ЗУН [96]. Прояв здібностей надзвичайно тісно пов'язаний із задатками, що є їх анатомо-фізіологічним підґрунтям [126, с. 230–238]. Як немає повних стандартів і однорідності на рівні будови організму, але існують певні закономірності, які проявляються в індивідуальній своєрідності роботи нервової системи, головного мозку, відображаючись у специфіці форм поведінки, вчинків, так і в теорії вивчення людських здібностей немає єдиного підходу [76, 218]. Психологічною основою нашого дослідження є теоретичні положення, основу яких становлять висновки вчених, пов'язані з характеристиками нервової системи людини: динамічністю, витривалістю, рухливістю нервових процесів; асиметрією півкуль головного мозку; теорією когнітивних і пізнавальних стилів.

Згідно із сучасними уявленнями, властивості нервової системи мають генотипну природу. Із цього погляду вони трактуються як сталі, стабільні характеристики вищої нервової діяльності людини. Але, поряд із незмінністю, кожна властивість має кілька проявів, утворюючи досить широкий, хоча й обмежений її природою спектр. Так, Б. Теплов наголошував, що властивості нервової системи однозначно не визначають ніяких фіксованих форм поведінки, лише утворюють підґрунтя, на якому одні з них проявляються легше, інші складніше, ві-

дображаючись як на самому процесі засвоєння ЗУН, так і на їх застосуванні в подальшій діяльності [24, 76, 244].

Такі характеристики нервової системи, як динамічність, витривалість, рухливість нервових процесів визначають її „силу” і „слабкість”, що виявляється у працездатності студентів, умінні протягом тривалого часу витримувати концентроване збудження, протистояння діям сторонніх подразників [245]. Розглянемо детальніше „переваги” та „недоліки” кожної із зазначених характеристик.

Студентам із слабкою нервовою системою характерні повільний темп засвоєння інформації; складність в усному викладі навчального матеріалу; розсіювання уваги в ситуації, що вимагає переключення або відволікання; переживання з приводу негативних оцінок, різких зауважень; проблематичне сприймання інформації під час одночасного застосування різних дидактичних прийомів на заняттях; низька ефективність роботи у шумних аудиторіях у швидкому темпі. Але поряд із зазначеними характеристиками слід відмітити й такі: успішність під час виконання монотонної, однотипної роботи: розв’язування великої кількості типових завдань або завдань за зразком, які передбачають поступове нарощування складності; плавність, послідовність, строга розміреність, чіткість під час планування діяльності; охайність роботи на дошці (особливо в процесі побудови схем, графіків, діаграм, таблиць); схильність до самоконтролю; надання переваги самостійним і домашнім видам робіт. Успішність усних відповідей студентів із слабкою нервовою системою значною мірою залежить від використання ними наочно-образних опор: таблиць, схем, діаграм, малюнків. Характерною особливістю представників цієї групи є переважання довготривалої пам’яті, активність і творчий підхід до навчальної діяльності, під час виконання якої часовий фактор для них не має значення [3].

Про детальну характеристику особливостей навчальної діяльності студентів із сильною нервовою системою мова піде далі.

Таким чином, психологічні особливості, притаманні кожному окремо взятому виду нервової системи, створюють підґрунтя для виділення груп студентів

із певним стилем діяльності, включаючи навчальну. У нашому дослідженні індивідуальний стиль пропонуємо розуміти як систему ознак, які відрізняють у процесі діяльності кожного окремо взятого індивіда. Це не набір окремих властивостей, а досконала система взаємопов'язаних дій, за допомогою яких досягається певний результат [94, с. 49]. Що ж до навчальної діяльності, то для її успішного здійснення доцільно враховувати ще й особливості пізнавальних стилів студентів.

У широкому розумінні пізнавальний стиль – це індивідуально-своєрідний спосіб вивчення реальності. Аналіз літературних джерел показав, що на даний час у психолого-педагогічній науці виділяють чотири основних види пізнавальних стилів: 1) стилі кодування інформації – індивідуально-своєрідні способи отримання інформації залежно від домінування певної модальності досвіду (аудіальний, візуальний, кінестетичний); 2) когнітивні стилі – індивідуально-своєрідні способи переробки інформації про актуальну ситуацію (імпульсивний-рефлексивний, аналітичний-сентетичний); 3) інтелектуальні стилі – індивідуально-своєрідні способи постановки і розв'язування проблем (ідеалістичний, прагматичний, реалістичний тощо); 4) епістемологічні стилі – індивідуально-своєрідні способи ставлення людини до дійсності [277, 278].

Більшість стильових параметрів пов'язані у тій чи іншій формі із проявами інтелектуальної активності, яка у значній мірі залежить від характеристик діяльності нервової системи (слабкої чи сильної). У ряді досліджень виявлено зв'язок неврівноваженості нервових процесів (переважання збудження над гальмуванням) для окремих когнітивних стилів, що пов'язано із швидкістю протікання нервових збуджень – „імпульсивність” і протилежний (полярний) – „рефлексивність” [2]. У деяких працях їх виділено як „рухомий-інертний” [10, 94, 283, 284], або „високореактивний-низькореактивний” стилі [237].

Детально проаналізуємо характерні особливості представників імпульсивного типу когнітивного стилю. Почнемо із несприятливих для навчальної

діяльності: під час роботи студенти часто відволікаються; зазвичай не витрачають часу на обмірковування дій перед виконанням завдань; коли час, відведений на виконання завдання, обмежений, підвищують темп; для них притаманне бажання досягти якомога швидше успіху; часто діють методом „спроб і помилок”, навмання, необдуманно; низький самоконтроль; відсутність постійності у смаках, поглядах, переконаннях. Що ж до позитивних характеристик представників імпульсивного стилю, то серед них виділимо такі: швидка адаптація до змін умов виконання завдань і навколишнього середовища; здатність до роботи над кількома справами одночасно; вміння протягом тривалого часу витримувати збудження, концентрувати увагу в екстремальних ситуаціях; легкість переходу з одного на інший спосіб діяльності. Характерною особливістю людей із таким когнітивним стилем є переважання у них короткочасної, оперативної пам'яті, динаміка мовленнєвого типу вираження думок; швидкість актуалізації знань, умінь і навичок [2, 3, 122, 262].

Порівняльний аналіз проявів психологічних особливостей когнітивних стилів представників із „сильною-слабкою” й „імпульсивною-рефлексивною” характеристиками дає можливість простежити їх подібність між: „сильними-імпульсивними” і „слабкими-рефлексивними” стилями. На перший погляд це дійсно так. Але, за свідченням дослідників цього питання, можливі комбінаційні переплетення типу „сильний-рефлексивний” і „слабкий-імпульсивний”. Якісний аналіз співвідношення між вихідним типологічним базисом (силою і слабкістю нервової системи) і сформованим стилем діяльності (імпульсивність-рефлексивність) дає можливість стверджувати, що під час їх повного збігу спостерігається різка вираженість сформованого стилю діяльності, а під час часткового – послаблення (маскування) вихідного типологічного базису. Причому, за даними спостережень, рівень соціальної адаптації й успішності у різного роду діяльності вищий у осіб, які „подолали” вихідні типологічні умови імпульсивної поведінки [1]. Що ж до активності та яскравої вираженості прояву стилю, то він залежить від низки як об'єктивних, так і суб'єктивних чинників [148].

У процесі навчання вищої математики студентів аграрних ВНЗ доцільно також враховувати когнітивні стилі, які проявляються у полінезалежності (переважанні орієнтації суб'єкта на внутрішні еталони впорядкування зовнішніх вражень, особисті цілі; вмінні диференціювати досліджуваний об'єкт) і полізалежності (орієнтації суб'єкта на зовнішні впливи, загальноприйняті цілі; глобальне (цілісне) сприймання зовнішніх структур досліджуваних явищ, об'єктів). Інший, зумовлений ефективністю переструктурування людиною інформації, і навчальної в тому числі, що визначає успішність студентів у різних видах діяльності, має назву „аналітичність-синтетичність”. Назва зумовлена специфічністю процесів мислення, точніше мислинневих операцій – аналізу й синтезу. Аналітичний стиль мислення проявляється під час систематичного розгляду проблеми, в процесі розробки детальних планів, оперування великою кількістю інформації, її аналізу і систематизації, а синтетичний – у намаганні теоретизувати, комбінувати різні, часто суперечливі ідеї, погляди, позиції, спрямуванні на створення чогось нового, оригінального на основі узагальнення різних підходів та ідей.

Відмітимо деякі характерні особливості зазначених стилів. Для аналітичного стилю характерним є опора на досвід, самостійність, високий рівень інтелекту, стабільність самооцінки й оцінки інших людей, схематизм, високий рівень самоконтролю, абстрактність мислення, схильність до спогадів і самотності, відлюдкуватість, орієнтація на розв'язування поставленої задачі. Синтетичному стилю притаманне глобальне сприйняття дійсності, вплив під час прийняття рішення багатьох (включаючи зовнішні) чинників, залежність від груп спілкування, схильність до узагальнення, гарна пам'ять на обличчя й імена, комунікабельність, доброзичливість у стосунках, високий рівень емпатії, надзвичайно велика кількість контактів і знайомств. Зауважимо, що простежується відповідність між вихідним типологічним базисом, сформованим стилем діяльності та суб'єктивним відображенням у свідомості людини інформаційного поля.

Полярність стилів – це теоретичне підґрунтя здійснення диференціації навчальної діяльності студентської аудиторії. Часто на практиці зустрічаються або крайні прояви стилів, або їх маскуваня під впливом різноманітних чинників. На основі досліджень ученими встановлено явище „мобільності-фіксованості” стильових характеристик, пов’язане зі стійкістю або здатністю переходу від одного стилю поведінки до протилежного, або втрати його яскравої вираженості. У нашому дослідженні саме поняття стилю дещо трансформується й ототожнюється із здібностями. У пізнавальному стилі відображається ступінь розвитку певних здібностей особистості, спосіб діяльності, якому надається чи то постійна, чи тимчасова перевага [263].

Сила нервової системи є не єдиним статичним показником особливостей психічної діяльності особистості, що проявляється у процесі індивідуального навчального стилю. Наступна характеристика, яка теж впливає на стиль навчальної діяльності студента – домінування правої або лівої півкуль головного мозку, що проявляється не лише у розвиненості однієї з півкуль, а й у швидкості їх активізації.

Спеціалізація півкуль головного мозку здійснюється не за жорстко закріпленими за кожною з них психічними функціями, а переважно за типом або способом обробки (переробки) інформації. Вербально-логічний, абстрактний спосіб обробки інформації обумовлюється ведучою роллю лівої півкулі, внаслідок чого переважає мислення і логіка. Образно-дійовий, конкретний спосіб обробки інформації, характерний для правої півкулі, що зумовлює домінування відчуттів, сприймання образів, інтуїції. Відомі факти прояву „рівнопівкульової діяльності” [86].

Серед науковців існує думка, що аналітичний стиль притаманний для представників лівопівкульового домінування, а синтетичний – правопівкульового [282]. Рівень інтелектуального розвитку пізнавальних здібностей не пов’язаний безпосередньо із показниками асиметрії, але особливості міжпівкульових відношень обумовлюють якісну своєрідність пізнавальних здібностей, їх компонентів.

У сучасній психології існує теорія, співзвучна із попередніми. Відомий нейрофізіолог І. Павлов вважав основною причиною відмінностей між психологічними типами особистості – особливість діяльності великих півкуль головного мозку, що зумовлює специфічну поведінкову реакцію екстравертованого (зовні) й інтровертованого (всередину) типів. Г. Айзенк пояснює це таким чином: поведінкова реакція екстравертів обумовлюється виникненням сильного гальмування їх потенціалу на рівні підсвідомості й слабого потенціалу збудження на рівні поведінки, а в інтровертів проявляється слабкість гальмівного потенціалу і сила потенціалу збудження. У своїх дослідженнях Є. Кречмер відзначає, що для екстравертів характерна непослідовність, активність, ініціативність, ризикованість, їх діяльність має менш регулярний характер, увага розсіюється швидше й у більшому діапазоні, низька дисоціативна здатність до розв'язування складних задач, поверховість суджень, спонтанність у прийнятті рішень; їм також притаманна розвинута емоційна сфера (схильність до навіювання, вразливість, гнучкість, відкритість, комунікабельність). Екстравертована особистість частіше орієнтується на зовнішній світ, пізнаючи його завдяки досить розвиненим наочно-образним здібностям (часто шляхом відчуття, сприймання, орієнтації на конкретні об'єкти і факти за рахунок уяви й інтуїції) [282].

Наступний пізнавальний стиль, який обираємо за статичний критерій ДН математики – це стиль кодування інформації. Його вид залежить від домінування модальності каналів із певною пропускнуою здатністю, якими надходить інформація через рецептори, пов'язані з корою великих півкуль головного мозку. Саме формування моделей, уявлень про навколишній світ у свідомості людини залежить від особливостей репрезентативних систем, які визначаються різновидами пам'яті, яка забезпечує кодування і збереження інформації у вигляді тих чи інших асоціацій [108]. Так, візуальна репрезентативна система забезпечує запам'ятовування інформації у вигляді образів, аудіальна – у вигляді звуків і слів, кінестетична – у вигляді відчуттів. Сприймання матеріалу відбувається через візуальний, аудіальний і кінестетичний канали, що визначає певні види пам'яті на основі переваг у процесах запам'ятовування, зберігання, відтворення матеріалу,

які є індивідуальними та домінуючими для кожного окремого студента, це залежить від його психологічних і фізіологічних особливостей [268].

Певна річ, що найточніше визначити тип пізнавального стилю можливо за допомогою спеціальних методик, але зовні студенти із вкрай (чітко) вираженим домінуванням мають деякі особливості, зокрема, візуал звертає увагу на зовнішній вигляд: власний, зошита, охайність і чіткість записів; його нервує безлад на дошці, на столі; аудил часто озвучує те, що хоче зрозуміти, прислухається до себе, читає уголос завдання або розмірковує над розв'язанням, іноді відводить погляд у вікно, малює абстрактні узори, але чує все, про що йде мова на занятті; кінестетик, як правило, дуже рухливий, часто і легко відволікається, миттєво реагує на контакт, легко проявляє емоції, іноді неохайний.

Таким чином, ми прийшли до висновку, який є відповіддю на останнє, третє запитання С. Рубінштейна: „...хто вона (людина) є, що закріпилося в якості стрижневих особливостей її особистості?” [217].

Проведений огляд психо-фізіологічних характеристик особистості студентів-аграріїв, результати анкетування, проведеного під час КЕ, аналіз подібних наукових досліджень дають підстави зробити висновки, які є підґрунтям здійснення ДН вищої математики: 1) вибір майбутньої професії першокурсниками аграрних ВНЗ обумовлений великою кількістю випадкових чинників, особливо це помітно серед представників агрономічного, факультету технології виробництва та переробки продукції тваринництва, ветеринарної медицини, внаслідок чого помітною є відсутність інтересу до навчання; 2) більшість студентів довіряють порадам батьків, не вдаючись до довідкових повідомлень про особливості подальшої професійної діяльності, здатності до її виконання, тобто спостерігається послаблення профорієнтаційної роботи у шкільних закладах освіти, що негативно впливає на процес формування позитивної мотивації до вивчення предметів циклу природничо-наукової підготовки; 3) навчаючи студентів-аграріїв математики, особливо такого напрямку як „Агрономія”, слід враховувати такі важливі психологічні фактори: 3.1) у переважної більшості студентів низький рівень мотивації, при якому пізнавальна діяльність має репродук-

тивний характер, а організація самостійної роботи можлива лише за зразком;

3.2) вікові особливості студентства – запорука підвищення результативності фахової підготовки, оскільки процес розвитку людини в юнацькому віці – це постійне нарощування функціональної працездатності та продуктивності, динаміки прогресивного руху; саме в цьому віковому діапазоні розташовані сензитивні періоди, які ще недостатньо використовуються в навчальному процесі;

3.3) поряд із надзвичайно великою кількістю сприятливих вікових особливостей для організації навчально-виховного процесу у ВНЗ беззаперечним є факт наявності у кожного студента індивідуально-своєрідного способу вивчення навколишньої дійсності – пізнавального стилю, який необхідно викладачеві врахувати;

3.4) саме врахування індивідуальних пізнавальних стилів і є запорукою підвищення ефективності математичної підготовки фахівців-аграріїв шляхом здійснення диференціації на їх основі в умовах кредитно-модульної технології навчання (опис результатів анкетування й висновки представлено автором у публікаціях [154, 174, 185]).

Таким чином, спосіб пристосування студента до дійсності, в процесі вироблення стилю діяльності пов'язаний не із намаганням „перевиховати” власності нервової системи і таким чином „підігнати” особистість людини до деякого єдиного зразка, а з тим, щоб, спираючись на її провідні, стійкі якості, сприяти формуванню тих прийомів і способів навчально-пізнавальної діяльності, які є оптимальними і відповідають яскраво вираженим психофізіологічним особливостям майбутніх аграріїв. Індивідуальний стиль веде до досягнення результатів різними способами; різниця досягнутих результатів визначається здібностями студентів.

Зазначаємо, що виявляти індивідуальні особливості студентів-першокурсників доцільно вже на перших заняттях у ВНЗ: під час проведення кураторських годин, занять із дисципліни „Вступ до спеціальності”, залучивши до такої роботи групу викладачів, у складі якої є психолог, дидакт, викладачі фахових дисциплін. Результати таких досліджень мають бути кваліфіковано оброблені й представлені на всіх кафедрах, викладачі яких працюють із першокурсниками.

У даному дослідженні ми орієнтуємось на такі психологічні основи критеріїв диференційованого навчання вищої математики у вищому навчальному закладі освіти аграрного профілю, як: імпульсивність-рефлексивність, аналітичність-синтетичність, переважаючі модальності. Як саме організовується навчальний процес на основі такої диференціації описується у наступному пункті.

1.2.2. Педагогічні передумови диференційованого навчання.

Дидактичні й методичні передумови реалізації диференціації в процесі навчання вищої математики студентів ВНЗ аграрного профілю цілком ґрунтуються на врахуванні психологічних процесів і закономірностей сприймання, пам'яті, мислення, вікових та індивідуальних особливостей студентської аудиторії, рівнів навченості і научуваності. У нашому дослідженні організація диференційованого навчання вищої математики складається з чотирьох етапів. Розглянемо кожен із них.

Підготовчий етап. 1) Планування. 1.1) Цілепокладання, компонентами якого є цілі: загальні (державні, галузеві, спеціальні); предметні (навчання вищої математики в аграрному ВНЗ); цілі занять (вивчення ЗМ). Зміст загальних цілей записано у нормативно-правових документах [82, 143, 206, 207], галузевих стандартах [187]; предметні цілі є складовою типової програми дисципліни [209]; цілі занять формулює викладач, відповідно до змісту, методики навчання, ролі та місця навчальної дисципліни у системі підготовки фахівців та інших чинників. 1.2) Складання календарно-тематичного плану на основі типової програми, згідно з вимогами стандартів і кількості годин, відведених на вивчення дисципліни за навчальним планом (табл. 1.1). 2) Розробка, добір і адаптування психодіагностичних матеріалів для визначення особистісних характеристик студентів: 2.1) рівні сформованості мотиваційної структури особистості (опис дослідження і висновки за результатами анкетування представлено у пункті 1.2.1, підрозділі 2.4, публікації [159]); 2.2) особливості пізнавальних стилів сприймання, переробки, засвоєння, відтворення навчальної інформації студентською аудиторією

(рекомендовані тестові методики, обробка й тлумачення їх результатів представлені в джерелах [76, 140, 204, 212, додатку II]).

Наступний етап – початковий. Зупинимось на його головних завданнях.

1) Визначити рівень навченості, академічну успішність, обсяг залишкових знань [4, с. 7]. Це з'ясування глибини знань, рівня володіння предметними вміннями і навичками; визначення „вихідного потенціалу” кожного студента для формування на його основі нових математичних ЗУН і одночасного передбачення корекційної роботи, що полягає у „вирівнюванні” знань студентів із шкільного курсу математики.

Безумовно, успішність засвоєння навчальної дисципліни ВМ значною мірою залежить від знань ШКМ. Щоб визначити рівень готовності студентів вищих аграрних закладів освіти різних спеціальностей до сприймання математичних теорій у сільськогосподарських і агробіологічних моделях, проведено КЕ у вигляді тестування. Результати математичного тестування, критерії оцінювання навчальних досягнень студентів, характерні особливості розв'язування завдань представниками різних факультетів описано у публікаціях автора дослідження [154, 161], додатках Е, И.

Результати свідчать про необхідність введення заходів систематизації знань, повторення й узагальнення основних тем і розділів ШКМ (залежно від спеціальності). Студенти агрономічного факультету мають різні рівні навченості й готовності до опанування ЗУН із вищої математики. Неоднорідність результатів вказує на необхідність введення диференціації під час навчання математичних дисциплін, що допоможе вирішити як освітні потреби майбутніх фахівців аграріїв, так і індивідуально-професійні [168].

2) Наступне завдання – визначити рівень научуваності, тобто рівень навчально-пізнавальних можливостей студентів, що є найбільш загальним показником їх розумового розвитку. Так, З. Калмикова визначає научуваність, як систему інтелектуальних властивостей особистості, якостей розуму, які формуються; від них залежить продуктивність навчальної діяльності дитини [90, с. 7]. Научуваність визначається рівнем інтересу до предмета, обся-

гом засвоєних знань, рівнем розвитку загальнонавчальних навичок, психофізіологічними особливостями студентів. Це своєрідна інтегруюча характеристика зони найближчого розвитку особистості, загальна здатність до засвоєння знань і способів діяльності (у широкому змісті); показник темпу і якості засвоєння ЗУН (у вузькому сенсі).

На практиці основним критерієм научуваності, у широкому розумінні, є „економність” мислення, тобто швидкість самостійного вияву і формулювання закономірностей у новому матеріалі. Що ж до критеріїв научуваності у вузькому розумінні, то йдеться про кількість („порцію”) допомоги, необхідної студентові для успішного здійснення навчальної діяльності; можливість перенесення засвоєних знань або способів діяльності на виконання подібних завдань. Чим нижчий рівень научуваності студента, тим більшої допомоги викладача він потребує, тим менший радіус його зони найближчого розвитку, нижчий рівень навчальних можливостей. Психологи й педагоги поділяють научуваність на несвідому або первинну загальну здатність і свідому, що проявляється в процесі спеціально організованих умов [118].

На практиці рівень научуваності перевіряється за допомогою спеціальних комплексних методик, які представлено у літературі [76, 140, 204, 212].

Щодо научуваності майбутніх фахівців із агрономії, то перевірка сформованості вмінь здійснювати логічні операції показала такі результати: у 40 % студентів взагалі не сформовані операції логічного мислення; 29 % першокурсників не володіють просторовим мисленням; що ж до абстрактного мислення, то у 50 % студентів рівень його сформованості нижчий за середній і лише у 7 % – достатній. Перевірка короткочасної слухової і зорової пам'яті дала такі результати: зорова пам'ять у всіх першокурсників на достатньому рівні, лише у 6 % студентів вона нижча середнього рівня, слухова, навпаки, – у 61 % нижча за середній. Що ж до запам'ятовування зв'язного тексту, то 31 % студентів не може відтворювати великі фрагменти для конспектування. Діагностика „спостережливості” (поверховості сприймання) свідчить про те, що у 68 % першокурсників рівень її розвитку нижчий за середній. Зауважимо, що для

вищої математики досить важливою є здатність помічати суттєві риси об'єктів, виділяти їх характерні особливості, творчо мислити, проводити глибокий аналіз явищ і процесів. Подібні результати одержані в дослідженні Г. Білянним [21, с. 51–69].

Результати експериментальних досліджень стану математичної наукованості студентів-першокурсників пояснюють причини низької успішності під час розв'язування завдань прикладного змісту. Вона проявляється у невмінні встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між величинами, помилках щодо вибору методу розв'язування, неточностях щодо інтерпретації результатів. Висновки, одержані в ході дослідження, свідчать, що переважна більшість студентів-аграріїв (63 %) не знайома з етапами розв'язування задач, їх структурою. Так 37 % студентів взагалі неспроможні записати коротко умову задачі; 65 % не можуть побудувати її математичну модель, виявити необхідні характеристики процесу, встановити необхідні зв'язки, залежності. Результати дослідження збігаються із експериментальними висновками Л. Новицької [147, с. 34–52].

Загальність тенденції підтверджують результати моніторингу навчальної діяльності студентів, за якими 30 % першокурсників відзначають, що кількість інформації, запропонована для засвоєння, не відповідає їхнім можливостям; 50 % втомлюється на заняттях; 30 % стверджують, що навчальна інформація подається у готовому вигляді і потребує формального запам'ятовування без розвитку творчого мислення [50, с.52–59]. Результати підтверджують експериментальні висновки [175].

Отже, рівень наукованості першокурсників аграрних ВНЗ низький: простежується несформованість і недостатня розвиненість її психологічних передумов.

Основний етап організації ДН вищої математики пов'язаний із реалізацією навчального процесу в умовах диференціації. Цей етап є невід'ємною складовою всього методичного комплексу, в ході його реалізації необхідно використовувати ефективні організаційні форми, методи навчання і засоби.

Організаційні форми у вищій школі – це засоби здійснення взаємодії студентів і викладачів, у межах яких реалізуються зміст і методи навчання для

оптимального влаштування і проведення навчальних занять [188, с. 124; 232, с. 118–119]. Результати формувального експерименту свідчать, що в аграрному ВНЗ, зокрема для навчання вищої математики, найприйнятнішими є такі організаційні форми засвоєння знань, формування навичок і вмінь, пошуку нової навчальної інформації, як: лекції, практичні або лабораторно-практичні заняття, СРС, консультації. Крім вищезазначених, виокремлюємо форми організації контролю і самоконтролю ЗУН: колоквиум, залік, КР, іспит, підсумковий контроль тощо [232, с. 118–119]. Подібної класифікації дотримується Ю. Бабанський, доповнюючи її ще однією групою методів – стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності студентів [11]. На нашу думку, ці три групи методів найбільш точно відповідають особливостям побудови навчально-виховного процесу вищої школи, що є головним критерієм їх використання у нашому дослідженні.

Методи навчання у ВНЗ – це способи роботи викладача зі студентами, за допомогою яких досягається оволодіння знаннями, навичками та вміннями, формується світогляд студентів, розвиваються їхні здібності. Навчання – двосторонній процес взаємодії викладача та студентів, тому поділяють їх на методи викладання і методи учіння. Найбільш поширеними методами викладання у вищій школі є лекція, розповідь, показ (демонстрація), пояснення, бесіда. Методи учіння – це способи пізнавальної діяльності студентів, а саме: експеримент, слухання й осмислення, справи й дослідження, вивчення першоджерел, моделювання. Складовими елементами методів є сукупність прийомів [232, с. 73–74, 113–114, 113].

Зміст, цілі та завдання навчання реалізуються у кожній організаційній формі шляхом застосування методів і засобів, їх доцільної комбінації.

Засоби навчання – різне навчальне обладнання, що використовується у системі пізнавальної діяльності (книги, моделі, технічні засоби й інше) [112, с. 251–252].

Інтегруючим поняттям, що об'єднує методи, прийоми, засоби навчання і результативність їх застосування, є освітня технологія. Н. Кузьміна характери-

зує технологію як системне планування, організацію виконання й оцінку процесу навчання відповідно до поставлених цілей, застосування людських і технологічних ресурсів для того, щоб підвищити ефективність навчання [110, с. 10–12]. Н. Тализіна вважає, що навчальна технологія – це наука про майстерність навчання з використанням систем раціональних способів для досягнення поставленої мети. Це сукупність засобів і методів педагогічного процесу [240, с. 9].

Педагогічні методи навчання математики у вищій школі детально описано у психолого-педагогічній і методичній літературі. Ми зупиняємось лише на деяких, що є найбільш ефективними під час диференційованого навчання вищої математики в аграрному ВНЗ на факультетах, де дисципліна ВМ є нормативною, але не входить до циклу професійної та практичної підготовки.

Серед методів викладання навчальної дисципліни у ВНЗ аграрного профілю виділяємо лекцію як головну ланку дидактичного циклу навчання. Її мета полягає не лише у передачі системи знань і створенні основи для подальшого засвоєння студентами навчального матеріалу, а й у цілеспрямованому впливі на формування свідомості студента, залучення його до ідей і математичних методів у майбутній професійній діяльності. Проблемна лекція активізує навчально-пізнавальну діяльність і увагу студентів, її матеріал більш ефективно сприймається, осмислюється й засвоюється. Залежно від мети, завдань і змісту викладач під час лекції обирає такі методи викладання, як розповідь, пояснення (під час розкриття істотних властивостей, структури матеріалу), бесіду (частково-пошукова або евристична бесіда, метод запитань – відповідей), показ або демонстрацію (для створення наочного образу) із урахування їх найбільш доцільного поєднання з такими методами учіння, як: слухання, осмислення, спостереження [232, с. 73, 119–120]. Зазначені методи дозволяють за короткий термін передавати значну за обсягом інформацію, ставити перед студентами проблеми і вказувати на способи їх розв'язування. Відповідно до статистичних даних КЕ, якщо в аудиторії переважна більшість (до 60 %) студентів має аудіальну модальність сприймання й кодування навчальної інформації, то цей метод є одним із найефективніших [254].

Під час навчання вищої математики доцільність поєднання методів розповіді, бесіди, пояснення із показом або демонстрацією пояснюється тим, що психологічні процеси, які лежать в основі пізнавальних стилів, у „чистому вигляді” зустрічаються на практиці досить рідко, більшість студентів не має яскраво виражених модальностей. Поєднання зазначених методів є досить ефективним, оскільки серед „типових комбінованих переплетень стилів” найбільш поширеним є аудіовізуальний стиль кодування інформації, що сприяє задіянню лівої і правої півкуль головного мозку, а отже, – актуалізації навчального досвіду студентів, формує пізнавальний образ об’єкта вивчення.

У структурі математичної підготовки особливе місце належить організації практичної навчальної діяльності студентів-аграріїв, у процесі якої перевага надається методам учіння, зокрема вправам, дослідженню, експерименту, моделюванню. Зазначені методи реалізуються під час практичних або лабораторно-практичних занять у вищій школі. Їх мета полягає у розширенні, поглибленні та уточненні теоретичних знань, здобутих на лекціях і під час самостійної роботи, забезпеченні вироблення навичок і вмінь застосовувати знання для розв’язування практичних і теоретичних завдань, формування професійних якостей [232, с. 74–75, 123–126; 127, с. 228–231].

За характером самостійності й творчості студентів-аграріїв найбільш поширеним методом організації самостійної роботи є репродуктивний метод. Метою його застосування є забезпечення засвоєння матеріалу для подальшого відтворення студентами за допомогою зовнішніх опор у вигляді підказок (на рівні розпізнання) або самостійно у типовій виробничій ситуації. Кількість повторень виконання типових завдань, на яких виробляється відповідна навичка, залежить від рівня навченості, наочності та мотивації студентів. Викладач застосовує усну мову та друковані матеріали, наочність різних видів, студенти діють у рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення, виконують завдання, маючи готові зразки.

Головним завданням застосування репродуктивної діяльності в процесі ДН математики є не заучування студентами напам’ять матеріалу завдяки багаторазо-

вому повторенню, а використання знань на практиці. Діяльність викладача націлена на концентрацію уваги студентів на матеріалі, який запам'ятовується у процесі діяльності на рівні підсвідомості, підкріплюючись уміннями та навичками роботи з ним. Під час такої діяльності майбутнього аграрія вибір рівня складності завдань залежить від його індивідуальних особливостей.

Кінцева мета застосування репродуктивного методу навчання полягає у тому, щоб у ході виконання нового завдання студент зміг проаналізувати й усвідомити його аналогію із (типовою) навчальною задачею, застосувати зафіксований у пам'яті алгоритм його розв'язування.

У ході КЕ було з'ясовано, що під час навчання вищої математики репродуктивний метод є домінуючим, причому у поєднанні з ДН він є прийнятним.

Менш поширеними методами навчання у ВНЗ аграрного профілю під час опанування вищої математики є метод проблемного викладання і частково-пошуковий або евристичний метод (їх більш доречно застосовувати під час підготовки фахівців за напрямками, де математичні дисципліни є профільюючими). Суть методів полягає в організації продуктивної діяльності аграріїв у процесі постановки викладачем навчальної проблеми, пошукової задачі, для розв'язування якої студентом необхідні нові знання, які повинні бути засвоєні [132]. Такому виду навчальної діяльності доцільно вчити першокурсників теж. Але його, з огляду на зазначене вище, застосовують рідко. У нашому дослідженні продуктивну діяльність організовували під час лекційних занять, у процесі розгляду питань ЗМ, які містять матеріали на повторення ШКМ; на ПЗ під час розв'язування задач прикладного змісту за фахом; на консультаціях, у процесі розгляду питань поглибленого рівня [209].

У нашому дослідженні обираємо такі розумові пізнавальні процеси й операції, як: аналіз, синтез, індукція, дедукція та ін., що є основою класифікації методів навчання за характером логіки пізнання. Для здійснення диференційованого навчання вищої математики обираємо аналітичний метод (розкладання цілого на частини з метою вивчення їх суттєвих ознак; є початковим компонентом пізнання); синтетичний метод (забезпечує розуміння цілісності явища, процесу, сутнос-

ті окремого поняття; ґрунтується на розумовому або практичному з'єднанні виділених аналізом елементів, властивостей предмета чи явища) [112, с. 260–261].

Із погляду психології, серед усіх розумових процесів, які є основою навчання вищої математики, найважливішими є аналіз і синтез, хоча неабияка роль відводиться порівнянню, абстрагуванню й узагальненню, класифікації і систематизації. Більш детальний розгляд пізнавальних процесів вказує, що в їх основі лежить механізм, який включає всі психічні процеси: пізнання починається із порівняння, але найсуттєвіші ознаки виявляються за допомогою попереднього аналізу та подальшого синтезу. Ці операції, як правило, взаємопов'язані. С. Рубінштейн вводить поняття „аналіз через синтез”, яке означає поступове заглиблення в суть предмета або явища, вивчення усіх його сторін і властивостей (аналіз) у взаємозв'язках, синтезування їх для подальшого пізнання [217, с. 272–273].

Індуктивний метод розкриває логіку інформації від часткового до загального; сприяє формуванню вмінь робити умовивід від окремих часткових фактів і явищ до їх узагальнення. У процесі вивчення вищої математики студент, розуміючи сутність ознак, властивостей одиничних об'єктів або явищ, усвідомлює їх типові закономірності або характерні властивості, поширює свої знання на увесь клас понять. Часто використовується під час наведення прикладів, ілюстрацій.

Дедуктивний метод розкриває логіку руху інформації від загального до часткового. Поклавши в основу ознайомлення з новим матеріалом загальні закономірності, правила, закони, застосовуючи вказаний метод, можна переносити загальні характеристики на одиничні явища й об'єкти.

Під час навчання математичних дисциплін використовують поєднання типів: конкретно-індуктивного й абстрактно-дедуктивного методів залежно від матеріалу, послідовності розгляду питань теорії, ілюстрації прикладів. Зокрема, в процесі актуалізації знань і вивчення нового матеріалу спочатку доцільно сформулювати теоретичні положення (теореми, правила, алгоритми), потім показати на практиці застосування в процесі розв'язування задач,

проілюструвати прикладну спрямованість. Такий метод є абстрактно-дедуктивним, застосовується під час переходу від абстрактних теорій до конкретних прикладів (і навпаки).

Під час організації ДН вищої математики вибір методів зумовлений рівнем підготовки студентської аудиторії, особливостями навчального матеріалу, що розглядається, ролі й місця ЗМ у системі підготовки фахівця, інших факторів. Під час навчання вищої математики на агрономічному факультеті доцільно віддавати перевагу конкретно-індуктивному методу навчання. Цей метод забезпечує краще усвідомлення матеріалу студентами-аграріями, дає можливість строгі математичні міркування викладати у більш доступній формі, сприяє активізації їхньої розумової діяльності, ілюструє прикладну спрямованість.

Інші методи теж слід використовувати в аграрному ВНЗ під час навчання математики. Їх доцільно застосовувати у роботі наукових гуртків, на консультаціях, індивідуальних заняттях. Незважаючи на специфіку аудиторії, викладач має застосовувати дослідницький метод, демонструючи студентам логіку математичних міркувань, процес вибору раціональних способів розв'язування задач, аналіз результатів і відповідей. Часто на практиці методи переходять у розряд прийомів навчання вищої математики [15, с. 40–46].

Виділимо найбільш поширені прийоми організації ДН вищої математики: робота з електронними підручниками та книгами, навчальними тренажерами; дидактичні ігри, в основі яких лежить моделювання об'єкта навчальної діяльності, – це фундамент самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів (СНПДС), самоосвіти. Характеристики кожного когнітивного стилю вказують на той факт, що саме робота із друкованими джерелами навчальної інформації не лише розвиває увагу, пам'ять, а й відповідає особливостям нервових процесів, притаманних представникам таких груп, як „імпульсивні-рефлексивні”, „аналітичні-синтетичні” [213, с. 138–140].

У вищій школі використовуються різноманітні засоби навчання, які разом із організаційними формами, методами, прийомами утворюють єдиний навчально-методичний комплекс дисципліни. Чільне місце серед традиційних нав-

чальних засобів посідає навчальна література: посібники, підручники, методичні розробки, довідкова література, інші друковані й електронні джерела інформації, що є найбільш доцільними під час аудиторної і СРС [190].

Серед засобів, застосування яких націлене на підвищення ефективності математичної підготовки аграріїв, слід відмітити такі: рисунки, схеми, таблиці, графіки, опорні конспекти (ОК), технічні засоби навчання (ТЗН) [194]. Це засоби наочності, демонстрація яких націлена на поглиблене засвоєння навчального матеріалу. Психологічний аналіз ролі наочності, який зробили Д. Богоявленський і Н. Менчинська [23], свідчить, що під час учіння діяльність учнів із конкретними предметами та явищами набуває аналітико-синтетичного характеру. Це той практичний аналіз, який є першим ступенем пізнавальної діяльності, він передує розумовому аналізу й синтезу і виконується усно [232, с. 138].

Для інтенсифікації і підвищення ефективності навчання у вищій школі дедалі активніше використовують ТЗН. Доцільність їх застосування визначається технічною досконалістю, ефективністю методики впровадження, змістовим наповненням навчального матеріалу. Серед найбільш поширених ТЗН, що застосовуються у ВНЗ аграрного профілю під час навчання математики, виділимо КТ. У нашому дослідженні застосовуємо ТЗН за класифікацією, в основу якої покладено врахування каналів управління навчальною діяльністю студентів: 1) інформаційні ТЗН забезпечують канал прямої передачі; виконують роль інформаційно-довідкової служби, організаційної системи дистанційної освіти; 2) контролюючі ТЗН використовують для забезпечення каналу зворотної передачі (контролю), на практиці застосовують під час тестування, автоматизації навчання, розрахунків, обробки результатів експериментальних досліджень; 3) навчаючі ТЗН використовують у навчальному процесі для забезпечення циклу управління та автоматичного проектування пристроїв і систем, моделювання різних процесів і явищ [231, с. 138–150].

Для здійснення диференціації за когнітивними стилями, рівнями навченості та наукованості пропонуємо використовувати такі засоби під час навчання вищої математики: КТ, проектори, моделі, плакати, роздаткові матеріали

тощо. Надаємо перевагу, під час вивчення дисципліни ВМ навчальним програмам, що дозволяють індивідуалізувати пізнавальні процеси. Серед них виділяємо програми: GRAN 1 і GRAN, розроблені колективом науковців Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова [72]. Їх доречно використовувати під час вивчення блоків ЗМ, матеріал яких пов'язаний із аналізом функціональних залежностей і статистичних закономірностей. На сьогодні є й інші навчальні програми, які ми застосовуємо під час навчання вищої математики в аграрному ВНЗ, про них мова піде далі.

Ми поділяємо висновки науковців про те, що за допомогою комп'ютерної підтримки вивчення дисципліни можливо зробити більш наочним і творчим, що безумовно поліпшує як сам навчальний процес, так і створює передумови для забезпечення його ефективності, розвиток образного мислення студентів. Доцільне поєднання традиційних засобів і сучасних технологій на початковому етапі навчання у ВНЗ закладає фундамент для подальшої дослідницької діяльності фахівців. Зауважимо, що впровадження ТЗН у навчально-виховний процес вищої школи повинно бути обґрунтованим, доречним, методично виваженим, доцільним і мати дійсні переваги у порівнянні з традиційною методикою навчання [74, 214].

Заключний етап реалізації диференціації під час навчання вищої математики пов'язаний із контролем викладача за результатами навчальних досягнень студентів.

Контроль забезпечує мобільний зворотний зв'язок між викладачем і студентом, дозволяє виявити ступінь відповідності набутих ЗУН із запланованими. Ефективність контролю за навчальною діяльністю й оцінка її результативності є об'єктивними у тому випадку, коли його організація супроводжується потужним методичним забезпеченням, є невід'ємною складовою всіх етапів ДН вищої математики, що проявляється у закономірному зв'язку мети, процесу, результату і наступної мети [273].

Оскільки сама структура та закономірності навчального процесу передбачають поступове, розподілене у часі формування ЗУН, то і контроль полягає у

поетапному оцінюванні рівнів досягнень студентів. На практиці це проявляється у постійному порівнянні (зіставленні) рівнів досягнутого із прогнозованим, що фіксується відповідно у балах або інших характеристиках у вигляді оцінок.

Залежно від часу й місця у структурі організації навчального процесу, під час ДН в аграрному ВНЗ ми обираємо такі види контролю: попередній, поточний, модульний, підсумковий і заключний [70].

Попередній (діагностичний, вхідний) контроль. Його мета полягає у виявленні рівня розуміння і засвоєння опорних знань усіх студентів із ШКМ, актуалізація ЗУН перед вивченням нового блоку ЗМ. Завдання попереднього контролю стосуються матеріалу суто тих ЗМ, які розглядатимуться у новому блоці (методика формування задач для проведення вхідного контролю, критерії оцінювання, типи завдань, тощо, описано в пункті 2.3.2, додатку Е). Аналіз його результатів дає можливість здійснювати ДН у процесі умовного поділу аудиторії на групи студентів за рівнями навченості: високою (В), середньою (С) і низькою (Н).

У ході поточного контролю можна виявити якості засвоєння знань у процесі вивчення конкретних ЗМ. Він спрямований на забезпечення зворотного зв'язку між викладачем – студентом і студентом – студентом із метою коригування процесу засвоєння знань, відстеження його ходу, розвитку та формування нових умінь і навичок. Його результативність залежить від рівня наочності студентів, що створює підґрунтя для формування таких груп: із високою (V), середньою (S) і низькою (N) наочністю.

Таким чином, за результатами попереднього і поточного контролю в студентській аудиторії умовно виділяємо такі групи: BV, BS, BN, CV, CS, CN, HV, HS, HN з метою формування нових і коригування наявних ЗУН. Проте згідно з результатами КЕ, анкетування викладачів і студентів, можна стверджувати, що в аграрному ВНЗ відсутні групи типу BV, BN і HV, тому корекція навчального матеріалу доцільна відповідно до складу груп, типу: CV, CS, CN, HS, HN.

У нашому дослідженні використовуємо такі форми поточного контролю: 1) фронтальний: усне опитування, СРС, математичні диктанти, тестування (пись-

мове, комп'ютерне), перевірка домашніх робіт; 2) індивідуальний: консультації, перевірка конспектів, робота над розрахунково-графічними завданнями.

Ефективність поточного контролю перш за все залежить від методичного забезпечення дисципліни, точності висновків, отриманих на початкових етапах реалізації диференціації. Зокрема, під час складання контрольних завдань до речно їх поділити на рівні або дібрати комплексні задачі з поетапним розв'язуванням.

Модульний контроль проводиться після вивчення блоку змістових модулів для оцінки досягнутого навчального результату, виявлення різних рівнів навчальних досягнень усіх студентів. На практиці реалізується у вигляді КР, колок-віумів, „захисту” індивідуальних і розрахунково-графічних робіт (комплексному їх поєднанні).

Модульний контроль сприяє організації постійної, розміреної роботи студентів; дає можливість викладачеві своєчасно виявляти відстаючих студентів, вчасно залучати краще підготовлених студентів до наукової роботи. Дані такого виду контролю використовуються для внесення змін як у зміст матеріалу, що вивчається на лекціях, так і в спосіб його подання. Можливе зміщення акцентів під час вибору методів і форм побудови пояснень і доведень на основі наявних груп студентів, у яких домінують когнітивні стилі: імпульсивний (і) – рефлексивний (р), аналітичний (а) – синтетичний (с); що реалізується, серед іншого, за рахунок використання допоміжних наочних засобів на основі врахування пізнавальних модальностей: аудіальної (А), візуальної (W) і кінестетичної (К).

Проведення модульного контролю після вивчення всього блоку ЗМ формує у студентів цілісне бачення матеріалу, що забезпечує зміну мотиваційної сфери, усвідомлення прикладної спрямованості математики. Результати проведення модульного контролю дають змогу передбачити оцінку заключного контролю. Однією із важливих його функцій є вироблення самокритичності у студентів, уміння аналізувати навчальну ситуацію, здатність самоорганізовуватись.

Підсумковий контроль спрямований на вирішення завдання визначення рівня засвоєння студентами всього матеріалу дисципліни. Як правило, під час

навчання вищої математики він проводиться у формі комплексної контрольної роботи, що містить теоретичні та практичні завдання за семестр. Надзвичайно ефективним є проведення після такого контролю „роботи над помилками” – детальний аналіз і виправлення зауважень.

Заключний контроль проводиться у формі екзамену (заліку). Деякі викладачі практикують підведення підсумків за результатами поточного, модульного і підсумкового контролю. На нашу думку, під час організації навчання вищої математики у ВНЗ аграрного профілю „виведення середнього балу успішності” доречно у разі систематичної роботи студента протягом семестру (року), стабільності рівня успішності, вчасного виконання всіх без винятку завдань із дисципліни, участі у предметних олімпіадах, гуртках, конференціях.

Об’єктивність заключного контролю залежить від ефективності всіх попередніх його форм, відповідно до принципів: 1) плановості, систематичності та системності – аналіз і оцінювання процесу та результатів навчальної діяльності студентів; зазначення термінів, виділення типових завдань відповідно до структурних компонентів змісту вивченого матеріалу; 2) всебічності – перевірка рівня ЗУН матеріалу блоків ЗМ, їх застосування на практиці, під час розв’язування як типових завдань, так і задач прикладного змісту; врахування індивідуальних можливостей студентів; 3) виховного характеру, що досягається об’єктивністю, відкритістю й прозорістю оцінювання, критерії якого є науково обґрунтованими, базуються на засадах гуманізму і демократизму, забезпечують змогу порівняти навчальні успіхи студентів групи з метою стимулювання і підвищення їх активності, формуючи творче та свідоме ставлення до предмета, розвиток пізнавальних потреб та інтересів.

Таким чином, система комплексної організації ДН вищої математики у ВНЗ аграрного профілю можлива за умови чіткого дотримання всіх етапів його реалізації із урахуванням психолого-педагогічних передумов.

1.3. Концептуальна модель диференційованого навчання математики студентів вищих аграрних закладів освіти

Здійснення диференційованого навчання дисципліни ВМ студентів-аграріїв має складатися з чотирьох етапів, у кожного із яких є відповідні структурні компоненти. На рис. 1.1 схематично зображено структурні компоненти концептуальної моделі ДН вищої математики студентів аграрних ВНЗ.

Метою першого етапу організації ДН вищої математики є виділення цілей і завдань, що є складовими компонентами нормативної бази, яка регулює навчально-виховний процес підготовки майбутніх фахівців із агрономії і, по суті, є основою здійснення диференційованого навчання. У ході визначення цілей і завдань ДН необхідно чітко описати кінцеві результати математичної підготовки аграріїв різних рівнів.

Складовими першого блоку моделі ДН, критерієм поділу яких є врахування рівня загальності в процесі формування цілей і завдань навчальної діяльності, є: загальні цілі (вимоги) до характеристик випускників ВНЗ; галузеві – підготовки аграріїв певної галузі знань; спеціальні цілі формування фахівця відповідного рівня кваліфікації; предметні цілі вивчення окремих навчальних дисциплін; цілі занять (аудиторної і позааудиторної навчально-пізнавальної діяльності студентів).

Перші три рівні цілей і вимоги до кінцевих результатів відображено в нормативних документах, що регулюють навчально-виховний процес ВНЗ різних напрямів підготовки [143, 185, 205]. Предметні цілі зазначаються в типовій програмі дисципліни [209]. Формування цілей занять полягає у плануванні викладачем поточних результатів навчання на основі вимог базового рівня обов'язкової математичної підготовки і поглибленого, виділених у програмі дисципліни. Рівень обов'язкової підготовки – це той рівень, якого повинні досягти всі без винятку студенти; на його основі здійснюється подальший розвиток аграріїв, які мають відповідні здібності й бажання.

Ефективність роботи студента у діапазоні між базовим рівнем обов'язкової математичної підготовки і рівнем підвищених вимог залежить від психолого-педагогічних передумов і характеристик особистості майбутніх аграріїв, які покладені в основу критеріїв здійснення диференціації.

На другому етапі організації ДН вищої математики необхідно визначити особистісні характеристики студентів, а саме: пізнавальні стилі, навченість, наукованість, мотиви навчальної діяльності студентів, навички самостійної роботи. Підготовча діяльність, пов'язана із вивченням психолого-педагогічних передумов, зумовлена необхідністю виділення домінуючих і допоміжних критеріїв здійснення динамічної диференціації на конкретному етапі навчально-пізнавальної діяльності майбутніх аграріїв. Організація динамічної диференціації передбачає поетапну зміну домінуючих і допоміжних критеріїв, залежно від цілей і завдань як окремих структурних компонентів, так і їх комплексного поєднання в процесі навчально-пізнавальної діяльності студентів. Урахування домінуючих і допоміжних критеріїв ДН вищої математики націлене на адаптацію викладачем наявних потенційних можливостей студентів до процесу опанування змісту дисципліни на відповідному рівні, що визначає індивідуальну освітню траєкторію майбутнього фахівця з агрономії протягом часу його формування [274]. Діагностування наявних психолого-педагогічних характеристик особистості студентів, визначення сприятливих чинників практичної реалізації диференціації в аграрному ВНЗ, створення карти потенційних можливостей майбутніх аграріїв у процесі опанування дисципліною на відповідному рівні – це результати другого етапу організації диференційованого навчання вищої математики.

Складовими модульного планування є компоненти третього блоку концептуальної моделі ДН математики. Його організація здійснюється на основі програми дисципліни, попереднього аналізу змісту підручників і дидактичних засобів. На третьому етапі викладач має розподілити навчальний матеріал для опанування студентами в аудиторії колективно й самостійно (позааудиторно); під час лекційних і практичних занять на різних рівнях: обов'язковому й поглибленому на основі програмних вимог до засвоєння дисципліни.

Під час практичної реалізації динамічної диференціації, що ґрунтується на обраних психолого-педагогічних критеріях, за результатами модульного планування викладач застосовує відповідне методичне забезпечення: навчальні посібники й підручники, методичні матеріали для проведення аудиторних і позааудиторних форм навчальної діяльності студентів, завдання і критерії перевірки рівнів опанування студентами ЗУН, відповідно до цілей і завдань, ролі й місця дисципліни в структурі формування фахівця.

Перш ніж застосовувати, адаптувати і розробити методичне забезпечення дисципліни, викладач має здійснити модульне планування навчання вищої математики, складовими якого є логіко-дидактичний аналіз матеріалу дисципліни, розробка структуро-логічної схеми основних понять блоків модулів і окремих змістових модулів.

В основу структурування змісту дисципліни мають бути покладені вимоги до загальноосвітньої підготовки випускників середніх закладів освіти і програмні вимоги до формування математичної компетентності фахівців із агрономії. Матеріал змістових модулів слід структурувати таким чином, щоб забезпечити актуалізацію ЗУН зі шкільного курсу математики і опанування вищої математики на рівні близькому до поглибленого, але в той же час лише в тій мірі, в якій це необхідно для майбутнього технолога з агрономії. Вибір форм організації навчальної діяльності студентів залежить від мети, яку викладач ставить перед конкретною аудиторією. Змістовою основою диференціації є виокремлення рівнів вимог до засвоєння студентами навчального матеріалу, що ґрунтується на параметрах дисципліни і критеріях оцінювання їхніх навчальних досягнень.

Навчальні параметри дисципліни – це різні види результатів навчальної діяльності студентів, які визначають її сутність. Для вищої математики – це теоретичні елементи знань (терміни, поняття, властивості, формули тощо). Навички – одноразові практичні дії, які доводяться до автоматизму і найбільш наочно-практично характеризують сутність теоретичних елементів. Уміння – інтегровані практичні дії, націлені на розв’язування творчих вправ і задач [25, 26].

Для останнього етапу представленої моделі ДН математики в аграрному ВНЗ, як і для кожного окремого етапу організації навчально-пізнавальної діяльності студентів-аграріїв, характерним є конкретизація цілей, завдань, допоміжних і домінуючих критеріїв, за якими здійснюється динамічна диференціація, розробка структуро-логічної схеми матеріалу блоків і ЗМ дисципліни. Завершальним етапом організації диференційованого навчання вищої математики є добір організаційних форм відповідно до навчального плану підготовки фахівців: лекційних і практичних занять, видів СРС, консультацій, контролю, заходів корекції ЗУН. Кожна організаційна форма, що має певну структуру залежить від виду, місця в моделі формування фахівця, мети і завдань. На схемі (див. рис. 1.1) виділено найбільш ефективні організаційні форми навчання вищої математики у вищому навчальному закладі освіти аграрного профілю, які відповідають ролі, місцю, меті та завданням лекційних і практичних занять, самостійній роботі, заходам контролю й корекції навчальних досягнень студентів.

Щодо нормативно-правових документів, які регулюють процес підготовки фахівців у ВНЗ певних напрямів і рівнів, необхідно здійснювати профільну диференціацію, тобто викладач має адаптувати цільовий компонент, організаційні форми та методи навчання вищої математики в процесі формування змістового наповнення аудиторної й позааудиторної діяльності студентів. Одночасно у кожній організаційній формі передбачена реалізація внутрішньої диференціації, у тому числі й рівневої. Під час навчання вищої математики одним із найбільш ефективних засобів практичної реалізації внутрішньої диференціації є організація навчально-пізнавальної діяльності студентів на основі динамічної диференціації [159, 160, 165, 166, 179, 276].

Методика організації диференційованого навчання вищої математики, на основі розробленої концепції детально описана у другому розділі дослідження.

Висновки до першого розділу

Щоб реформувати систему вищої освіти України за європейським зразком, необхідно побудувати навчальний процес із урахуванням індивідуальних особливостей студента. Індивідуалізація навчання – необхідна умова реформування системи освіти, диференціація навчання – спосіб його індивідуалізації, диференційований підхід – принцип, на якому вибудовується диференційоване навчання.

Диференційоване навчання математики у вищій школі як проблема остаточно не розв’язана. Більшість досліджень, присвячених диференційованому навчанню, містять результати, що ґрунтуються лише на матеріалах середньої школи. Вони можуть бути частково адаптовані до потреб вищої школи, з відповідним урахуванням вікових особливостей і статусу студентства, потреб навчально-виховного процесу, завдань, що ставить суспільство перед вищою освітою. Теоретичні дослідження проблеми диференційованого навчання вищої математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю не створюють загальної картини й усебічно не охоплюють усіх особливостей процесу формування математичної складової в структурі підготовки фахівця з агрономії, немає й достатнього експериментального матеріалу з цієї проблематики, що спонукає до продовження досліджень у цьому напрямі.

Основними чинниками, що перешкоджають реалізації диференційованого навчання математики у ВНЗ аграрного профілю, є: нерозробленість теоретичних і практичних основ методики такого навчання; цілей і вимог до математичної підготовки студентів-аграріїв; непристосованість більшості підручників і дидактичних матеріалів, одноманітність їх задачного фонду, відсутність достатньої кількості методичних посібників із завданнями прикладного змісту, виробничими даними, такими, що містять диференційовані завдання, комплексні задачі, розв’язування яких передбачає застосування матеріалу різних модулів, міжпредметних зв’язків.

У процесі диференційованого навчання вищої математики студентів-аграріїв необхідно враховувати їхні особистісні переваги (навченість і научаність, мотиваційну сферу, пізнавальні стилі, рівні сформованості навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності тощо) під час лекційних і практичних занять, самостійної й дослідницької форм робіт студентів, індивідуальних занять. Контроль результатів навчання необхідно здійснювати на основі розроблених і затверджених критеріїв оцінювання відповідно до вимог галузевих стандартів, нормативно-правових документів, що регламентують діяльність вищих навчальних закладів освіти всіх напрямів підготовки фахівців. У вищому навчальному закладі освіти III–IV рівнів акредитації аграрного напрямку виділяємо залежно від часу й місця у структурі організації навчального процесу такі види контролю: попередній, поточний, модульний, підсумковий і заключний.

Кожній організаційній формі диференційованого навчання вищої математики повинна відповідати певна структура. Причому кожен структурний компонент повинен мати цілком визначену мету, завдання, організовуватись із урахуванням динамічної диференціації, що передбачає варіювання домінуючих і допоміжних критеріїв її здійснення. Під час диференційованого навчання математики студентів-аграріїв слід використовувати як традиційні форми, методи, засоби навчання, так і інноваційні: сучасні педагогічні продукти, технології інтерактивного навчання, інтернет-технології, електронні підручники тощо.

Теоретичні основи диференційованого навчання вищої математики студентів-аграріїв опубліковано у 24-х працях автора: [149, 150, 153, 154, 157–162, 164–168, 174, 175, 177–179, 185, 255, 276, 278].

Конкретна методика диференційованого навчання математики у ВНЗ аграрного профілю представлена у другому розділі дослідження.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ

2.1. Методика формування навчальних цілей і планування процесу навчання вищої математики

Планування діяльності – невід’ємна складова організації диференційованого навчання вищої математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю, що започатковує навчальний процес, є його ідеальною моделлю.

Чіткість і конкретність діяльності викладача під час планування – запорука успішності результатів навчального процесу. Саме планування є необхідною передумовою цілеспрямованості у діяльності всіх підрозділів вищої школи, створює умови для ефективної, організованої роботи науково-педагогічного та студентського колективів, раціонального розподілу й використання навчального часу, відведеного на роботу в аудиторії, самостійну діяльність, заходи контролю.

Ефективність процесу планування залежить від того, наскільки викладач усвідомлює відповідність між соціальним замовленням до підготовки фахівця певного напрямку, ролі й місця навчальної дисципліни у цьому процесі, що є необхідною умовою чіткості й однозначності досягнень студентами певного рівня математичної й професійної компетентностей.

Перша складова планування – постановка цілей і завдань навчання взагалі й вивчення вищої математики зокрема. Наступний етап – модульне планування, він практично втілює цільовий компонент у навчально-виховний процес. Модульне планування відображається в усіх видах діяльності викладача і студентів протягом часу, відведеного на вивчення дисципліни. Представимо методику формування навчальних цілей, модульне планування процесу навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” студентів напрямку підготовки „Агрономія”.

2.1.1. Цілі і завдання навчання вищої математики студентів-аграріїв.

Виділяємо цілі навчання вищої математики у ВНЗ аграрного профілю п'яти рівнів: державні, галузеві, спеціальні, предметні і цілі занять. Цілі кожного окремого рівня виділені у нормативно-правових документах, що регулюють процес управління й організації навчальною діяльністю студентів.

Державні, галузеві та спеціальні цілі формулюються в загальній постановці, відображають соціальне замовлення до характеристик і здатностей фахівців із вищою освітою певного напрямку підготовки. Їх практична реалізація здійснюється в процесі конкретизації на матеріалі навчальної дисципліни, тобто предметних цілях. Останні прописуються в програмі дисципліни [209], розкриваються через конкретні завдання засвоєння окремих навчальних модулів – блоків ЗМ.

Перелічимо предметні цілі вивчення навчальної дисципліни ВМ студентами-аграріями: 1) засвоєння математичних ЗУН, що необхідні для вивчення і опанування інших дисциплін циклів гуманітарної та соціально-економічної і професійної-практичної підготовки; 2) оволодіння цілісною системою математичних ЗУН, що необхідні для професійної діяльності; 3) формування наукового світогляду, свідомих уявлень про ідеї й методи вищої математики, її роль у пізнанні дійсності, професійній діяльності; стійкої мотивації до навчання; математичної культури; 4) моральне, трудове, економічне, естетичне, патріотичне виховання, формування позитивних рис характеру; 5) інтелектуальний розвиток особистості; 6) формування життєвих і соціально-ціннісних компетентностей студента.

Структуруємо цільові компоненти, умовно виділивши навчальну (загальноосвітню), виховну та розвивальну складові. Структурними компонентами загальноосвітніх цілей математичної підготовки аграріїв, є вищевисунуті цілі 1)–3); виховна – четверта; розвиваючі – п'ята і шоста.

У розробленій нами програмі [209] навчальні цілі розкриваються через конкретні завдання засвоєння окремих розділів дисципліни – блоків ЗМ. Сформулюємо завдання першого блоку ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання”: 1) повторити, закріпити основні відомості про функції, їх властивості, грани-

ці, похідну, диференціал, техніку обчислення границь і диференціювання функцій; закріпити навички дослідження властивостей функцій методами диференціального числення, вміння будувати їх графіки; 2) повторити, розширити основні відомості про первісну функції, невизначений і визначений інтеграли, їх властивості, основні методи інтегрування; сформулювати поняття про невластні інтеграли, їх обчислення; повторити й закріпити геометричні застосування визначеного інтеграла; 3) сформулювати розуміння функції як математичної моделі виробничого процесу: розкрити геометричний, механічний, біологічний, економічний зміст понять границі, похідної, диференціала функції, невизначеного й визначеного інтегралів на основі задач прикладного змісту, акцентувати увагу на їх ролі у дослідженні реальних явищ і виробничих процесів в агробіології, сільському господарстві.

Розглянуті цілі, сформульовано у вигляді кінцевих результатів засвоєння першого блоку змістових модулів студентами агрономічного факультету. Покажемо алгоритм формулювання цілей вивчення окремих ЗМ. Мета і завдання вивчення кожного змістового модуля програми дають можливість, згідно з класифікацією, виділити цілі п'ятого рівня – цілі занять.

Методику формування цілей занять покажемо на прикладі вивчення ЗМ „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”. Розіб'ємо їх на складові подібно до предметних цілей, у квадратних дужках виділимо питання поглибленого рівня вивчення. Мету вивчення цього ЗМ, тобто навчальні (загальноосвітні) цілі лекційного й практичного занять, СРС, сформулюємо таким чином: студенти повинні повторити й засвоїти основні поняття (множина, об'єднання, переріз, різниця множин, числові множини; функція, область визначення, множина значень, способи задання; обмежені, монотонні, парні і непарні, періодичні функції, нулі функцій; елементарні функції, їх класифікація, властивості, графіки; алгеб-раїчні й трансцендентні функції; обернені, складені, параметрично, неявно задані функції); усвідомити властивості виробничих функцій, рівнянь росту (алометричне, логістичне, мономолекулярне рівняння, рівняння експоненційного росту, Гомпертца, Річардсона, Чантера), їх графіки, передумови застосування до моделювання виробничих процесів; [опанувати поняття функцій

багатьох змінних, області визначення, множини значень, способів задання, графіків функцій двох змінних, ліній рівня, поверхонь рівня; приклади функцій багатьох змінних у сільському господарстві]), повторити формули (рівняння, аналітичні вирази основних елементарних функцій; [рівняння лінії і поверхні рівня]); засвоїти алгоритми (описання властивостей функції за її графіком, побудови графіка функції; [правило побудови графіка функції двох змінних, ліній рівня, поверхонь рівня, метод перерізів]); вміти: будувати графіки елементарних функцій за допомогою геометричних перетворень, за їх властивостями; описувати властивості функцій за їх графіками [розпізнавати способи задання функції двох змінних; демонструвати приклади функціональних залежностей багатьох змінних у сільському господарстві]; володіти методами елементарних перетворень функцій, їх графіків [методами побудови графіків функцій двох змінних, лінії рівня, поверхні рівня методом перерізів]; застосовувати знання про функції, їх властивості під час дослідження явищ сільського господарства [про функцій багатьох змінних, їх властивості на прикладах виробничих процесів] [209].

Поділ навчального матеріалу дисципліни на структурні компоненти, що відповідають передбаченим організаційним формам, дає можливість виокремити цілі занять. Зокрема мети лекційного заняття, ПЗ, самостійної й індивідуальної форм робіт, відповідно до логіко-дидактичного аналізу ЗМ, методіку якого представлено в підпункті 2.1.2.2.

Крім навчальної мети, мають бути визначені розвиваюча та виховна цілі, які у програмі не виділено. Їх доцільно формулювати відповідно до змісту навчального матеріалу, складу академічної групи, морально-вольових якостей студентів, інших характеристик аудиторії.

У процесі опанування студентами матеріалу ЗМ „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”, на наш погляд, розвиваючу мету доречно сформулювати таким чином: 1) розвивати в студентів теоретичне мислення на основі множинного підходу; вчити аналізувати та застосовувати причинно-наслідкові зв'язки, аналогію і порівняння на прикладі поняття „функції”; робити узагальнення, формулювати висновки; 2) вчити використовувати сло-

весну, символічну та графічну математичні мови в процесі засвоєння основних понять і властивостей множин і функцій, „читати” графічні об’єкти; застосовувати різні способи задання функцій під час вивчення ММ, що описують процеси навколишнього середовища; 3) розвивати культуру усної математичної мови (вміння логічно й послідовно висловлювати думки, доводити математичні твердження); графічну культуру (естетичний смак, точність побудови графічних об’єктів: зображень операцій із множинами, графіків функцій, таблиць); 4) формувати вміння інтерпретувати математичні результати дослідження функцій однієї і більше змінних на прикладах явищ сільського господарства, аналізувати їх ефективність, раціональність, достовірність отриманих результатів.

Виховна мета є ще більш специфічною складовою загального цільового компонента в порівнянні з розвиваючою й загальноосвітньою. У ній відображаються не лише виховні можливості навчального матеріалу дисципліни ВМ, вікові особливості аграріїв, загальнолюдські моральні принципи, а й індивідуальні, притаманні лише конкретній студентській аудиторії характеристики (в межах ВНЗ, факультету, потоку, академічної групи). Для вказаного модуля, гіпотетично формулюємо виховну мету: виховувати математичну культуру, добросовісне ставлення студентів до навчання, до виконання домашніх завдань; розвивати такі особистісні якості, як воля, впевненість у своїх силах тощо.

Часто на практиці зручніше сформулювати мету розвиваючу і виховну до всього блоку ЗМ, оскільки саме такі цілі реалізуються не на одному-двох заняттях, а в процесі комплексної діяльності викладача та студентів під час вивчення всього матеріалу блоку. За подібною методикою формуються цілі вивчення інших змістових модулів [123, с. 11–22].

Цілепокладання – це не лише основа планування навчально-виховної діяльності, а й головний етап її організації; від його раціональності й ефективності повністю залежить відповідність або розбіжність між вимогами до підготовки фахівців і реальними досягненнями студентів.

Результати дослідження висвітлено в пункті 2.1.1, опубліковано у праці автора [184].

2.1.2. Модульне планування навчання вищої математики студентів-аграріїв.

Модульне планування навчальної діяльності розуміємо як спосіб побудови програми взаємодії учасників процесу, що ґрунтується на чіткій системі цілей вивчення інформаційних блоків (блоків модулів, змістових модулів), із метою визначення послідовності та змісту дій, спрямованих на засвоєння дисципліни, розвиток самостійності студентів.

Модульний план – це одночасно і структурування навчального матеріалу, і міра його „дозування”, поділ на матеріал лекційних і практичних занять, самостійну роботу, залежно від запланованого виду діяльності, рівня навченості та науковості студентів. Модульне планування викладач здійснює керуючись навчальним планом (див. табл. 1.1), [187, с. 137] і програмою дисципліни [209].

Модульний план навчання дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямування)” майбутніх агрономів – це універсальна модель взаємодії суб’єктів навчально-виховного процесу. Його результатом є виділення основних і додаткових ЗУН, що вивчаються на лекціях, під час практичних занять в аудиторії, самостійно: в процесі виконання домашніх, індивідуальних і розрахунково-графічних робіт; встановлення форм поточного та підсумкового видів контролю навчальних досягнень студентів; уточнення методів, прийомів і засобів навчання вищої математики.

2.1.2.1. Модульне планування навчальної діяльності.

Програма взаємодії учасників навчально-виховного процесу повністю підпорядкована цільовій ієрархії (підпункт 2.1.1, [184]). Практичну реалізацію цілей і завдань математичної підготовки майбутніх фахівців із агрономії здійснює викладач на основі навчального плану конкретного року набору.

Основними структурними компонентами навчального плану є: графік навчального процесу; загальні відомості про бюджет часу, відведений на вивчення конкретної дисципліни, із поділом на аудиторні заняття, позааудиторну СРС, практики, форми підсумкового контролю; зміни й доповнення до базового пла-

ну (табл. 1.1). Навчальний план – це модель організації навчального процесу підготовки студентів певного напрямку і кваліфікаційного рівня.

Нормативною базою модульного планування дисципліни, окрім навчального плану, є типова програма. Її обов'язковими компонентами є: структура змісту дисципліни (погодинний розподіл загального обсягу часу між кожним блоком ЗМ і його складовими); навчальні цілі кожного блоку ЗМ, зміст матеріалу дисципліни; орієнтовні вимоги до рівнів засвоєння ЗУН по кожному ЗМ; критерії оцінювання навчальних досягнень студентів; рекомендований перелік тем практичних занять (ЛПЗ); тематика СРС; список основної та додаткової літератури [209].

На практиці, типова програма є нормативним документом, у якому в загальному вигляді представлено окремі структурні елементи змісту математичної підготовки майбутніх фахівців-аграріїв.

На основі типової програми дисципліни та навчального плану, викладач формує робочу програму, в якій адаптує всі наявні навчально-методичні складові, передбачені стандартами, до процесу формування фахівця конкретного року набору.

Робоча програма містить такі розділи: загальна характеристика навчальної дисципліни; календарно-тематичний план на семестр; чіткий розподіл ЗМ на складові: тематика лекційно-практичних занять, із зазначенням основних питань; терміни та форми контролюючих заходів (поточного (самостійних, контрольних, розрахунково-графічних робіт) і підсумкового контролю). В окремих підрозділах робочої програми наведено пояснення: скорочених позначень, використаних у робочій програмі; тематика питань для СРС, теми розрахунково-графічних робіт, завдання тестового контролю і КР; перелік видів індивідуальних навчальних досягнень студентів із рейтинговим регламентом оцінювання (традиційна (4-бальна) і накопичувальна (100-бальна) система ECTS); рекомендовані ТЗН, список основної та додаткової літератури (фрагмент робочої програми представлено в додатку Б, табл. Б.1). Робочу програму доцільно розміщувати на сайті ВНЗ із метою вільного доступу як адміністрації установи, так і широкого загалу користувачів. Кожен студент, який має доступ до мережі інтернет, у разі необхідності отримає змогу дистанційно працювати з нею в процесі опанування навчальної

дисципліни. Представлені критерії оцінювання навчальних досягнень вміщено для усвідомлення студентами вимог до рівнів засвоєння змісту дисципліни [25].

Викладач складає модульний план на основі ієрархії цілей (пункт 2.1.1), керуючись навчальним планом (див. табл. 1.1) і програмою дисципліни [209], підручниками та посібниками, що вміщені у списку основної рекомендованої літератури, в яких висвітлено зміст блоків ЗМ, довідкові дані.

Аналогом модульного планування навчання вищої математики у ВНЗ є тематичне і модульне планування у школі й коледжі відповідно. Методику здійснення останніх детально описано у працях Г. Білянїна [21], І. Дремової [67], В. Швеця [273]. Моделлю дидактичного циклу, за якою здійснюється у строгій послідовності взаємодія учасників навчально-виховного процесу відповідно до поставленої мети, у школі є тематичний план до серії уроків, у коледжі – модульний план серії занять. У нашому дослідженні модульне планування пропонуємо здійснювати поетапно за схемою, представленою у працях [21, 273], частково адаптувавши її до специфіки організації навчального процесу у вищій школі.

Для ВНЗ аграрного профілю складовими модульного плану є змістові модулі, матеріали яких охоплюють одну (дві) тему (розділ) вищої математики. Вони об'єднують лекцію, практичні заняття, самостійну й індивідуальну форми робіт студентів, передбачають контроль навчальних досягнень.

Виділяємо етапи модульного планування:

- 1) формування навчальних, розвиваючих і виховних цілей до блоків ЗМ [209];
- 2) здійснення логіко-дидактичного аналізу навчального матеріалу підручників, у яких викладено зміст модуля (блоку ЗМ), уточнення вимог типової програми до рівня засвоєння навчальної дисципліни: 2.1) побудова структуро-логічної схеми матеріалу ЗМ дисципліни; 2.2) поділ модуля, у разі необхідності, на структурні елементи із встановленням почерговості їх вивчення (повторення);
- 3) формування цілей, носієм яких є виділений модуль: 3.1) аналіз умов, у яких відбувається навчання, індивідуальних особливостей студентів і особистих можливостей викладача, які необхідні для досягнення цілей навчання; 3.2) прий-

няття рішення про послідовність вивчення матеріалу ЗМ, визначення цільових завдань до кожного етапу навчальної діяльності;

4) створення за встановленою формою самого модульного плану.

Щорічно можливі доповнення, уточнення, корегування і вдосконалення як робочої програми, так і модульного плану навчальної дисципліни. Це зумовлено змінами у навчальному плані (обсяг годин, відведених на вивчення дисципліни, варіювання форм підсумкового контролю, інших чинників), але сама модель – „канва” модульного плану залишається, зазвичай, у цілому без змін. Кожен викладач, здійснюючи модульне планування, вносить певні корективи, відповідно до власного досвіду, наявних ТЗН, психолого-педагогічних особливостей студентської аудиторії.

Методику поетапного здійснення модульного планування представлено на прикладі одного із ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції”. Такої ж методики слід дотримуватись під час здійснення планування ЗМ інших блоків.

2.1.2.2. Логіко-дидактичний аналіз змісту навчального матеріалу модуля.

Модульне планування вивчення матеріалу ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції” здійснюється на основі предметних цілей першого блоку ЗМ, які сформульовано у типовій програмі навчальної дисципліни [209], публікації автора дослідження [184] із урахуванням цільової ієрархії (пункт 2.1.1). У попередньому підпункті виділено цілі занять ЗМ „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”: навчальні, виховні й розвиваючі. Аналогічним чином формуємо цілі занять ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції”: 1) повторити, систематизувати і закріпити основні відомості про похідну, диференціал, техніку диференціювання функцій однієї змінної; 2) сформувати навички диференціювання функції багатьох змінних; 3) розкрити прикладний зміст понять похідної і диференціала функції однієї та двох змінних на прикладах задач із агробіології.

Наступний етап модульного планування – логіко-дидактичний аналіз змісту модуля. На основі сформульованих цілей, що проєктують вимоги до рівня засво-

ення ЗУН модуля і його складових, виділяємо основні, або провідні елементи змісту навчання (поняття, формули, алгоритми). Їх доцільно розглядати в аудиторії під час лекції, закріплювати на ПЗ у процесі розв'язування завдань, вправ. У назвах ЗМ відображено центральні поняття, навколо яких зосереджено всі інші елементи змісту навчання. Елементом змісту навчання вважаємо найменшу, логічно завершену, закінчену за змістом порцію навчального матеріалу. Вони виділені в програмі окремо і виступають кінцевими цілями навчання дисципліни.

До допоміжних елементів знань відносимо такі, які студент вивчає самостійно, частково в процесі виконання домашніх, індивідуальних і розрахунково-графічних робіт. Зазвичай, це елементи знань, що відомі студентам із ШКМ, включаємо їх до категорії понять, формул, алгоритмів, винесені на самостійне повторення (випереджальне), закріплення. На основі поділу елементів знань на провідні й допоміжні, аналізу матеріалу підручників, посібників, довідкових джерел [34, 41, 56, 71, 135, 195] виділяємо елементи змісту навчання модуля і позначаємо їх таким чином: (ВП) – вважаємо відомим студентам поняттям, означенням до вивчення нового матеріалу ЗМ; (ПФ) – поняття, означення, що формується під час вивчення ЗМ; (ВФ) – вважаємо відомими студентам формули, співвідношення до вивчення нового матеріалу ЗМ; (ФФ) – формули, співвідношення, що формуються під час вивчення нового матеріалу ЗМ; (ВСД) – вважаємо відомі студентам способи діяльності, правила, алгоритми до вивчення нового матеріалу ЗМ; (СДФ) – спосіб дій, правило, алгоритм, що формуються під час вивчення нового матеріалу ЗМ.

Для зручності введемо позначення відомих елементів (понять, формул, способів діяльності) літерами алфавіту, а нових – числами. Окремо відмітимо основні поняття, формули й алгоритми, які будуть застосовуватись під час опанування матеріалів інших ЗМ, позначимо їх зірочкою. Представляємо список елементів змісту навчання модуля „Похідна функції. Диференціал функції” згідно з позначеннями.

- (ВП)*. а. Приріст аргументу функції однієї змінної.
 (ВП)*. б. Приріст функції однієї змінної.

- (ВП)*. в. Задачі, що приводять до поняття похідної.
- (ВП). г. Задача про миттєву швидкість прямолінійного руху.
- (ВП). д. Січна до кривої.
- (ВП). е. Дотична до кривої.
- (ВП). ж. Нормаль до кривої.
- (ВП)*. з. Задача про дотичну до кривої.
- (ВП). и. Означення похідної функції в точці.
- (ВП)*. к. Зміст похідної функції однієї змінної.
- (ВСД)*. л. Диференціювання функцій однієї змінної.
- (ВП). м. Функція однієї змінної, диференційована в точці.
- (ВП)*. н. Функція однієї змінної, диференційована на інтервалі.
- (ВП)*. о. Теорема про зв'язок диференційованості та неперервності функції однієї змінної в точці.
- (ВСД)*. п. Правила диференціювання функцій однієї змінної.
- (ВФ)*. р. Похідна алгебраїчної суми функцій однієї змінної.
- (ВФ)*. с. Похідна добутку функцій однієї змінної.
- (ВФ)*. т. Похідна частки функцій однієї змінної.
- (ВФ)*. у. Табличне диференціювання.
- (ВФ)*. ф. Похідна складеної функції однієї змінної.
- (ВФ)*. х. Похідна оберненої функції однієї змінної.
- (ВСД)*. ц. Похідні вищих порядків функції однієї змінної явно заданої.
- (ПФ)*. 1. Частинні прирости аргументів функцій двох змінних.
- (ПФ)*. 2. Частинні прирости функцій двох змінних.
- (ПФ). 3. Задача про швидкість хімічної реакції.
- (ПФ). 4. Задача про чисельність популяції.
- (ПФ). 5. Геометричний зміст частинних похідних функції двох змінних.
- (ФФ). 6. Дотична площина до поверхні в точці.
- (ФФ). 7. Дотична нормаль до поверхні в точці.
- (СДФ)*. 8. Частинні похідні функції двох змінних першого порядку.
- (СДФ)*. 9. Диференціювання функцій двох змінних.
- (ФФ). 10. Похідна функції однієї змінної, заданої параметрично.
- (ФФ). 11. Похідна функції однієї змінної, заданої неявно.
- (СДФ). 12. Логарифмічне диференціювання функцій однієї змінної.
- (ФФ). 13. Похідна показниково-степеневі функції однієї змінної.
- (СДФ). 14. Похідні вищих порядків функції однієї змінної неявно заданої.

- (СДФ). 15. Похідні вищих порядків функції однієї змінної параметрично заданої.
- (СДФ). 16. Похідна складеної функції двох змінних.
- (СДФ). 17. Диференціювання функцій двох змінних неявно заданих.
- (ПФ)*. 18. Диференціал функції однієї змінної.
- (ПФ)*. 19. Геометричний зміст диференціала функції однієї змінної.
- (ПФ). 20. Механічний зміст диференціала.
- (ФФ). 21. Знаходження диференціала функції однієї змінної.
- (СДФ). 22. Інваріантність форми диференціала функції однієї змінної.
- (ФФ). 23. Властивості диференціала.
- (ФФ). 24. Диференціал функції однієї змінної в наближених обчисленнях.
- (СДФ). 25. Диференціали вищих порядків функції однієї змінної.
- (ФФ). 26. Повний диференціал функції двох змінних.
- (ПФ). 27. Геометричний зміст диференціала функції двох змінних.
- (СДФ). 28. Частинні похідні функцій двох змінних другого порядку.
- (СДФ). 29. Мішані частинні похідні функції двох змінних.

Наступний етап модульного планування – побудова структуро-логічної схеми навчального матеріалу ЗМ. Граф-схема – це структура, що представляє логічні зв'язки між елементами змісту навчального матеріалу модуля. Вершини графа – кружки, якими позначаємо елементи змісту навчання, виділені в результаті логіко-дидактичного аналізу; ребра – стрілки, що відображають зв'язки між елементами.

Кожному елементу змісту навчання на графі відповідає певний кружок із літерою або номером, наприклад: (a) – приріст аргументу функції однієї змінної; (x) – похідна оберненої функції однієї змінної; (10) – похідна функції однієї змінної, заданої параметрично; (18) – диференціал функції однієї змінної, інші позначення. Логічні зв'язки між елементами змісту навчання позначаємо на граф-схемі односторонніми або двосторонніми стрілками (рис. 2.1). На схемі елементи змісту навчання, стрілки від яких є вихідними, умовно називаємо початковими – а; б; 1; 2 тощо. Кінцевими або тупиковими вважаємо всі елементи, стрілки до яких є вхідними – м; н; о; 14; 15, інші.

Елементи, які мають велику кількість зв'язків із наступними, і є базовими у їх формуванні, називаємо значимими, до них стрілки є вхідними і вихідними. Прикладом значимих елементів є: в; л; п; 9; 18 тощо, на схемі їх затушовано.

Елементи змісту навчання, які мають велику кількість зв'язків із попередніми і формуються на їх основі, вважаємо складними. До таких елементів відносимо: и; 6; 7; 21; 23; 28 та інші. Елементи змісту навчання, які мають зв'язки і з попередніми, і з наступними елементами, є вузловими. На граф-схемі вузловими є: в; ц; 9; 21; 26 тощо (термінологія і позначення використані із досліджень [21, с. 97–106], [273, с. 32–42]).

Різноманітність логічних зв'язків, відображених на схемі (рис. 2.1), наявність багатьох вузлових елементів, короткочасність вивчення модуля (лекції (2 год), ПЗ (2 год), СРС (4 год)) свідчать про необхідність виділення структурних елементів модуля. Здійснюємо його за критеріями: 1) навчальний матеріал, що вивчають студенти в аудиторії (матеріал на повторення або вивчення); 2) навчальний матеріал, призначений для самостійного вивчення (матеріал на повторення або вивчення).

Після детального аналізу змісту першого модуля виділимо групи освітніх цілей. Перша – цілі, реалізація яких передбачає засвоєння студентами загальних відомостей, термінів, способів діяльності, понять, алгоритмів пов'язаних із диференціальним численням функції однієї змінної. Друга група – це цілі, реалізація яких передбачає формування нових понять, термінології, способів діяльності, використання алгоритмів, пов'язаних із диференціальним численням функції багатьох (двох) змінних.

Третя група цілей пов'язана із можливостями узагальнення і застосування математичних методів і моделей, пов'язаних із диференціальним численням функцій однієї і багатьох (двох) змінних у задачах прикладного змісту. Саме ці групи цілей і є основним принципом, за яким відбувається структурування навчального матеріалу модуля, оскільки він має додатковий („службовий”) характер, є пропедевтикою вивчення наступного, узагальнюючого ЗМ „Застосування диференціального числення при розв'язуванні задач”. Визначення третьої групи цілей є перехідним етапом до процесу опанування матеріалу наступного модуля. Покажемо на основі запропонованої класифікації виділення цільових завдань етапів навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Наступному етапу модульного планування – формування цілей, носієм яких є змістовий модуль, передує процес виділення викладачем дидактичних циклів блоку модулів. Представимо один із можливих варіантів поділу часу, відведеного на вивчення всього блоку між змістовими модулями, що входять до його складу на прикладі блоку ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання”.

Навчальний матеріал першого блоку ЗМ являє собою три дидактичні цикли: 1) „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій. Границя функції. Особливості обчислення границь”, 2) „Похідна функції. Диференціал функції. Застосування диференціального числення при розв’язуванні задач”, 3) „Інтегральне числення функцій. Застосування інтегрального числення”.

Аналіз умов організації ДН показав, що дидактичні цикли реалізуються таким чином: на кожен із них припадає по 4 год лекційних і по 4 год практичних занять; по 8 год СРС, що включає в себе виконання індивідуальних домашніх і розрахунково-графічних завдань. Контроль за навчальною діяльністю викладач здійснює в процесі запланованої модульної КР, тестування. Кількість короткочасних самостійних робіт визначається на розсуд викладача. У процесі планування такий поділ кладемо в основу вибору теоретичного матеріалу, прикладів, завдань для роботи в аудиторії й самостійно.

Планування і забезпечення реалізації цілей узгоджується із загальнодидактичними принципами: доступності, систематичності й наступності під час організації неперервного процесу навчання загальноосвітньої і вищої шкіл.

Чітке формування дидактичних циклів і постановка навчальних цілей до кожного окремого заняття забезпечує можливість формулювання цільових завдань до кожного виду діяльності, етапів її здійснення. Оцінювання навчальних досягнень відбувається у формі порівняння цілей вивчення дидактичного циклу із реальними ЗУН. Контроль переходить із розряду формального в об’єктивний і зрозумілий студентам процес, що дозволяє кожному з них встановлювати співвідношення між тим, що потрібно знати та вміти, і тим, чого вони досягли насправді.

Здійснення логіко-дидактичного аналізу матеріалу блоків ЗМ і модулів, що входять до їх складу, узгоджується із психофізіологічними закономірнос-

тями розвитку студентської вікової групи [251]. У процесі вивчення питань, пов'язаних із ШКМ, пошуковий експеримент засвідчив, що у студентів поступово зникає категоричність у сприйманні вищої математики як складної для розуміння дисципліни, яка не є фаховою, а тому потрібною. Поступово у майбутніх аграріїв з'являється відчуття повторення понять, алгоритмів, що вивчались у школі, які разом із новими способами діяльності узагальнюють і систематизують їх математичну та фахову підготовку. Передбачене програмою розв'язування задач прикладного змісту сприяє формуванню позитивної мотивації до вивчення математики, умови завдань містять дослідні дані, термінологію дисциплін, що відповідають профілю підготовки майбутніх агрономів, приклади агробіологічних процесів і явищ сільського господарства.

Щодо послідовності вивчення основних і допоміжних елементів змісту навчального матеріалу модуля, то вона логічно впливає з аналізу цілей, логіко-дидактичного аналізу та структуро-логічної схеми. Для ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції” вивчення розпочинається із властивостей і правил диференціювання функції однієї змінної, оскільки майже всі вони характерні для функції багатьох змінних. Переважна частина матеріалу, яка стосується диференціювання функції однієї змінної, під час модульного планування виноситься на повторення чи самостійне опрацювання, оскільки її вивчення передбачене стандартами загальноосвітньої підготовки. У процесі формування дидактичних матеріалів лекційних і практичних занять доцільно враховувати різнорівневу навченість і наочуваність студентів. Практично це реалізується в процесі викладання основних понять, формул, алгоритмів, доведень і обґрунтувань у доступній формі, також використовуються включення пояснень, зразки розв'язування вправ. Така необхідність зумовлена тим фактом, що, частина студентів самостійно опановує весь теоретичний матеріал, який передбачений програмою на повторення, розглядає приклади розв'язування типових завдань. Інша частина – виконує всі перераховані види навчальної діяльності із допомогою викладача (студента-консультанта) на консультаціях. Деякі аграрії лише частково справляються із завданнями під повним керів-

ництвом викладача, тому виникає потреба збільшити кількість вправ мінімального рівня складності, урізноманітнити завдання обов'язкового рівня.

Навчальний матеріал, що стосується диференціального числення функції багатьох змінних, вивчається в аудиторії на лекційних і практичних заняттях, закріплюється розв'язуванням завдань розрахунково-графічних робіт. Вивчення модуля завершується розглядом прикладів застосування диференціального числення функції однієї і багатьох змінних у задачах прикладного змісту. Таке структурування навчального матеріалу відображено на схемі (див. рис. 2.1): виділено дві зони, в яких розміщено відповідні елементи навчання. У зоні I містяться елементи змісту навчання, що формуються в процесі вивчення модуля. Їх засвоєння є метою саме цього етапу навчально-пізнавальної діяльності студентів. Самі елементи змісту навчання і зв'язки між ними є актуально усвідомлюваними, на них спрямована навчальна діяльність студента. У зоні II містяться елементи змісту навчання, які вже сформовано, засвоєно й опановано студентами раніше. Ці елементи не є образами-цілями у навчальній діяльності – це основа актуального усвідомлення елементів зони I. Елементи зони II раніше були образами-цілями й актуально усвідомлювались у процесі вивчення ШКМ. Вони, і зв'язки між ними й елементами зони I, є свідомо контрольованими. Отже, зона II – це зона, в яку вміщуємо свідомо контрольований навчальний матеріал [67, с. 86, 273, с. 41–42].

Певна річ, що в процесі вивчення наступного ЗМ „Застосування диференціального числення при розв'язуванні задач” першого блоку елементи змісту навчання, розташовані в зоні I, частково зміщуються в зону II. Вони переходять у категорію свідомо контрольованих. Деякі з них є складовими зони II структуро-логічної схеми вивчення таких модулів: „Інтегральне числення функції”, „Застосування інтегрального числення” і не тільки. На схемі такі елементи змісту навчання для зручності відмічено зірочками (див. рис. 2.1).

Модульне планування включає в себе етап виділення цільових завдань до кожного виду навчальної діяльності студентів. Формулюємо цільові завдання вивчення ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції” у вигляді вимог до опанування

матеріалу: 1) цільові завдання, реалізація яких передбачає засвоєння майбутніми аграріями загальних відомостей, термінів, способів діяльності, понять, алгоритмів, пов'язаних із диференціальним численням функції однієї змінної: студент формулює основні означення (приріст аргументу і приріст функції, похідна функції, геометричний і механічний зміст похідної, дотична, нормаль до кривої, похідні вищих порядків, диференціал функції); користується основними формулами та співвідношеннями модуля (означення похідної, правила диференціювання, таблиця похідних, рівняння дотичної і нормалі до графіка функції, похідна складеної функції, „читає” їх складові); розв'язує як нескладні задачі на знаходження похідних елементарних функцій, використовуючи правила диференціювання і таблицю похідних, так і складніші, такі, що містять складені, обернені, тригонометричні функції; володіє методами логарифмічного диференціювання, наближеними обчисленнями; 2) цільові завдання, реалізація яких передбачає формування нових понять, термінології, способів діяльності, використання алгоритмів, пов'язаних із диференціальним численням функції однієї і багатьох (двох) змінних: пояснює зміст основних понять модуля (диференціал функції однієї змінної, частинні прирости функції багатьох (двох) змінних, частинні похідні функції двох змінних першого і другого порядків, повний диференціал функції двох змінних, нормаль, дотична площина), знає їх означення; володіє основними правилами й алгоритмами (диференціювання параметрично і неявно заданих функцій, методом логарифмічного диференціювання, наближеними обчисленнями, знаходження частинних похідних першого та другого порядків функції багатьох (двох) змінних), диференціюванням складеної функції багатьох змінних; 3) цільові завдання, пов'язані із можливостями застосування математичних методів і моделей, які побудовані на диференціальному численні функції однієї і багатьох (двох) змінних у задачах прикладного змісту: описує й наводить приклади застосування похідної функцій однієї і двох змінних під час розв'язування задач прикладного змісту; будує ММ до задач із виробничими даними; усвідомлює поняття границі, похідної, диференціала функції однієї і двох змінних на основі задач прикладного змісту. Фрагмент прикладу модульного плану наведено у додатку Б табл. Б.1.

Останнім етапом модульного планування є структурування матеріалу, визначення змісту кожної із форм навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Однією із організаційних форм є випереджальна домашня робота (пункти 2.2.1, 2.2.3, 2.3.3). Її суть полягає у повторенні понять: приросту аргументу та приросту функції, похідної функції, геометричного й механічного змісту похідної; дотичної, нормалі до кривої; похідних вищих порядків; записах у робочі зошити формул і співвідношень: означення похідної, правил диференціювання, таблиці похідних; рівнянь дотичної і нормалі до графіка функції; похідної складеної функції.

Подальша діяльність викладача та студента під час лекційного заняття здійснюється частково як розгляд (актуалізація): означень, понять, формул і співвідношень модуля, опорних схем, таблиць, фолій, графічних представлень об'єктів. Наведемо можливий план актуалізації ЗУН під час лекції: 1) задачі, що приводять до поняття похідної (задачі про миттєву швидкість прямолінійного руху та про дотичну до кривої); 2) означення похідної, зміст похідної (механічний і геометричний); 3) диференціювання функцій однієї змінної (функція однієї змінної, диференційована в точці та на інтервалі; теорема про зв'язок диференційовності та неперервності функції однієї змінної в точці); 4) похідні основних елементарних функцій (таблиця похідних); 5) властивості похідної (похідна алгебраїчної суми, добутку, частки функцій однієї змінної); 6) похідна складеної функції; 7) похідні вищих порядків.

Представимо доцільний, на наш погляд, план вивчення нового матеріалу під час лекції на тему „Похідна функції. Диференціал функції”: 1) диференціал, його застосування; 2) означення, приклади, види і властивості функцій багатьох змінних; 3) частинні похідні (частинні прирости функції багатьох (двох) змінних; частинні похідні функції двох змінних першого й другого порядків); 4) похідна функції однієї змінної заданої параметрично і неявно; 5) логарифмічне диференціювання функцій однієї змінної; 6) повний диференціал функції двох змінних; нормаль, дотична площина.

Розгляд матеріалу на лекції необхідно супроводжувати достатньою кількістю прикладів розв'язування типових завдань. Підсумки лекції мають форму

узагальнення навчального матеріалу, із наведенням прикладів застосування диференціального числення функцій у подальшій професійній діяльності студентів.

На ПЗ студенти користуються матеріалами, занотованими самостійно під час випереджальної підготовки до лекції і записами, зробленими в аудиторії. На основі врахування рівнів навченості й науковості диференціюємо завдання ПЗ за такими рівнями: I) мінімальний (обов'язковий) рівень навчальних досягнень студента: 1) формулює означення (приросту аргументу і функції однієї змінної; похідної функції; дотичної і нормалі до кривої; похідної вищих порядків; диференціала функції); 2) описує зміст похідної (геометричний і механічний); 3) користується формулами (правилами диференціювання; таблицею похідних; рівняннями дотичної і нормалі до графіка функції; похідною складеної функції), „читає” їх складові; 4) розв'язує нескладні задачі на знаходження похідних елементарних функцій, використовуючи правила диференціювання і таблицю похідних; 5) володіє методом наближених обчислень; 6) має уявлення про частинні похідні функції двох змінних; II) базовий (підвищений) рівень: 1) пояснює і формулює суть основних понять теми (приросту аргументу і функції однієї змінної; похідної функції; дотичної і нормалі до кривої; похідної вищих порядків; диференціала функції; частинних приростів функції двох змінних; частинних похідних функцій двох змінних першого та другого порядку; повного диференціала функції двох змінних; нормалі та дотичної площини); 2) обчислює значення похідної функції в точці й на кінцях інтервалу; 3) володіє технікою диференціювання як елементарних, складених, обернених, так і тригонометричних функцій; логарифмічним диференціюванням; диференціюванням параметрично і неявно заданих функцій; знаходження частинних похідних першого та другого порядків функцій двох змінних; 4) описує і наводить приклади застосування похідної і диференціала в процесі розв'язування задач прикладного змісту; 5) застосовує похідну в процесі складання ММ, що описують виробничі процеси та явища; 6) усвідомлює поняття границі, похідної, диференціала функції однієї і двох змінних на основі задач прикладного змісту.

У результаті самостійної роботи студент повинен набути ЗУН, які закріплюються під час здійснення нижче зазначених форм діяльності.

III) Індивідуальні домашні завдання: 1) вивчити означення понять (приріст аргументу і функції однієї і двох змінних; похідна функції однієї і двох змінних першого та другого порядку включно; дотична і нормаль до кривої; похідні вищих порядків; диференціал функції однієї змінної і повний диференціал функції двох змінних; нормаль і дотична площина), вміти їх застосовувати в ході розв'язування завдань; 2) вміти користуватися формулами (диференціювання як елементарних, так і складених, обернених і тригонометричних функцій; логарифмічного диференціювання; знаходження частинних похідних першого та другого порядків функцій двох змінних; диференціювання складених функцій багатьох змінних, параметрично і неявно заданих функцій) під час розв'язування завдань; 3) наводити приклади застосування диференціального числення функції однієї і двох змінних.

IV) Завдання розрахунково-графічної роботи: розв'язати типові завдання різних рівнів складності.

Основним завданням у процесі формування навчальних цілей і планування є не лише підготовка відповідної документації згідно з вимогами кредитно-модульної системи навчання, а й розробка зрозумілого для студентів графіка навчального процесу і заходів контролю; доступність критеріїв оцінювання [246].

Отже, планування навчання вищої математики складається із компонентів: виділення освітніх цілей вивчення дисципліни; уточнення навчальних завдань окремих блоків ЗМ, їх складових; здійснення логіко-дидактичного аналізу навчального матеріалу; виділення структури та змісту дидактичних циклів. Діяльність студентів організовується на основі врахування рівнів навченості, наочності й особливостей пізнавальних стилів конкретного академічного потоку й окремих груп. Процес планування створює підґрунтя для розробки та впровадження в навчальний процес вищої школи комплексної навчально-пізнавальної діяльності студентів (в аудиторії і самостійно) та дає можливість об'єктивно, своєчасно оцінити й корегувати їхні індивідуальні навчальні досягнення.

Наступний етап організації ДН вищої математики – розробка методики вивчення теоретичного матеріалу та формування практичних вмінь і навичок, СРС під час занять і позааудиторно.

2.2. Організація диференційованого вивчення теоретичного матеріалу

Лекція – одна із традиційних форм групового навчання у вищій школі. Як правило, з неї починається вивчення кожного нового блоку змістових модулів навчальної дисципліни. Це перша ланка у дидактичному циклі навчально-виховного процесу вищої школи. Від рівня опанування студентами теоретичного матеріалу залежить результативність усіх наступних складових навчання математики: практичних занять, самостійної роботи, заходів контролю.

Метою проведення лекційних занять в умовах диференційованого навчання, є організація навчально-пізнавальної діяльності студентів, спрямованої на оволодіння певним рівнем програмного матеріалу навчальної дисципліни ВМ, відповідно до індивідуальних і психолого-педагогічних характеристик особистості. Методологічне значення лекцій полягає у розкритті фундаментальних теоретичних положень дисципліни, формуванні наукових методів пізнання, що лежать в основі практичної (професійної) діяльності майбутнього фахівця-аграрія. Дидактична основа навчання під час лекційних занять відображається у цільових функціях кожної окремої лекції: навчальній, розвиваючій, виховній.

Виділяємо три основні типи лекційних занять із вищої математики. Під час організації саме цих типів лекцій, найбільш вдало реалізуються цілі й завдання математичної підготовки майбутніх фахівців із агрономії. Цільовий компонент є основним критерієм вибору типу лекцій. Практична реалізація цілей здійснюється відповідно до завдань окремих етапів занять. Чіткість постановки цільових завдань визначає структуру лекції, кожен етап якої організовується із урахуванням критеріїв (домінуючих і допоміжних) динамічної диференціації навчання вищої математики.

Диференційоване вивчення теоретичного матеріалу з вищої математики в аграрному ВНЗ здійснюється поетапно: підготовка (планування, добір форм, методів, прийомів і засобів навчання); процес організації лекційних занять; самостійної роботи студентів; контроль результатів діяльності.

2.2.1. Підготовка до лекцій.

Підготовка до лекційних занять здійснюється на основі виділення цілей і завдань як математичної підготовки взагалі, так і окремих лекцій зокрема; добору психолого-педагогічних критеріїв організації ДН; результатів модульного планування дисципліни (опис представлено у пункті 2.1.2). Виділимо основні складові підготовчої діяльності викладача до проведення лекційних занять.

Перший компонент організації теоретичної підготовки студентів – це вивчення нормативної бази, відповідно до якої уточнюються цілі навчання дисципліни, блоків ЗМ, окремих модулів (див. пункт 2.1.1, [173]).

Наступна складова підготовки до проведення лекцій в умовах диференціації – уточнення психолого-педагогічних характеристик майбутніх фахівців із агрономії нового набору. Перед проведенням лекційних занять у розпорядженні викладача доступною є інформація про студентську аудиторію: рівні навченості зі шкільних предметів, що є профілюючими для конкретної спеціальності, а також із алгебри і геометрії; наявність (відсутність) сертифіката зовнішнього незалежного оцінювання з математики. Більш повну інформацію про психологічні особливості першокурсників (научуваність, рівні сформованості навчальної мотивації й інші характеристики), викладач переважно отримує із особових справ (електронної бази даних ВНЗ), анкет і тестів, які він разом із куратором пропонує студентам під час занять, виховних (кураторських) годин, консультацій. Дані про рівень навченості, відображені у додатках до шкільних атестатів, уточнюються під час проведення „вхідної контрольної роботи”, націленої на визначення рівня залишкових знань, необхідних для оволодіння вищою математикою (див. пункт 1.2.1).

Модульне планування є наступним компонентом підготовчої діяльності викладача до проведення лекційних занять. Вибір типу лекції з навчальної дисципліни ВМ здійснюємо подібно до вибору типів уроків у старшій школі, відповідно до психолого-педагогічних передумов організації навчання студентів на першому курсі ВНЗ (див. пункт 1.2.1). Обираємо класифікацію, запропоновану В. Онищуком, яка ґрунтується на дидактичних цілях уроків, їх місці у навчальному процесі [186]. Співвідношення типів лекцій різне, залежать від

характеру навчальної дисципліни, цілей і задач окремих занять. Тип лекції визначає її структуру, методiku підготовки і технологію проведення, що є запорукою успішної взаємодії викладача і студента.

Враховуючи специфіку теоретичної складової навчальної дисципліни ВМ для студентів агрономічного факультету, виділяємо основні типи лекцій, що мають місце в аграрному ВНЗ: *вступна лекція, лекція формування нових знань і способів діяльності, лекція узагальнення і систематизації знань* (див. пункт 2.2.2, [172]). Планування типу, структури, методичного забезпечення лекції – це моделювання навчального процесу.

За результатами модульного планування дисципліни викладач передбачає організаційні форми навчання вищої математики. Розробка структуро-логічної схеми та проведення логіко-дидактичного аналізу змісту дисципліни становить основу розробки дидактичних матеріалів, що забезпечують підготовку та вивчення теоретичного матеріалу (колективно й самостійно), методичних розробок ПЗ, варіантів можливих заходів поточного та підсумкового контролю, тематики додаткових форм навчально-пізнавальної діяльності студентів (доповідей наукових конференцій, завдань олімпіад, ігрових заходів).

Зміст окремої лекції визначається у результаті цілепокладання і модульного планування навчання вищої математики, в процесі виділення цілей і задач математичної підготовки майбутніх аграріїв. Перед викладачем постає завдання добору відповідних дидактичних методів і прийомів, що є найбільш доречними для кожного етапу організації навчально-пізнавальної діяльності студентів відповідно до їх індивідуально-психологічних особливостей (див. пункт 1.2.2).

Під час підготовки до проведення лекційних занять із вищої математики в умовах диференціації добір методичних прийомів і засобів здійснюється на основі врахування того факту, що на практиці рідко зустрічаються студенти, які б мали яскраво виражені однотипні індивідуально-пізнавальні стилі із явними проявами домінування модальностей, певних когнітивних або інтелектуальних стилів.

Викладач, маючи психологічну характеристику аудиторії, орієнтується на її типових представників, але під час пояснення нового матеріалу йому необхід-

но одночасно впливати на всіх студентів, не виділяти окремо і не надавати переваг певному інтелектуальному стилю. В основу організації навчання студентів-аграріїв вищої математики покладено загальнодидактичні принципи (науковості, систематичності, зв'язку теорії з практикою, свідомості та самостійності навчання, доступності, міцності знань, єдності наукового, навчального процесу [232, с. 86–89]); принципи ДН (сформульовані парами, кожна наступна з яких є похідною від попередніх): науковості і природовідповідності, диференціації й індивідуалізації, адаптовано високого рівня труднощі, складності й активності, зв'язку навчання з життям (життєвості) та самостійності; традиційні складові навчання: наочність, навчання швидким темпом, виховне навчання, гуманізація і гуманітаризація, демократизм [222, с. 147–157]. Кожен із цих принципів не є самостійним, автономним положенням; вони визначають зміст організаційних форм, методів і прийомів, які застосовуються в навчальному процесі відповідно до поставлених цілей і завдань математичної підготовки фахівця відповідного рівня.

Формування й засвоєння знань із дисципліни ВМ не вичерпується аудиторною роботою, це лише один із компонентів цілісного процесу навчальної діяльності студентів. Наступна складова підготовчого етапу до проведення лекцій в умовах диференціації – це планування й організація самостійної роботи студентів. Її метою є повторення, опанування, закріплення й узагальнення ЗУН з вищої математики теоретичного та практичного змісту. Виділяємо два види СНПДС у ВНЗ аграрного профілю під час вивчення вищої математики.

Випереджальна СРС передбачає підготовку студентів перед проведенням лекції. Основне її завдання полягає в актуалізації наявних знань із ШКМ або вивчених раніше ЗМ із метою формування зв'язків із новим матеріалом; індивідуальне опанування окремих питань або всього ЗМ перед аудиторним заняттям. Обов'язковою складовою організації СНПДС є чітко сплановані терміни перевірки результатів. Контроль здійснюється з метою добору та корекції лекційного матеріалу, залежно від стану готовності аудиторії до сприймання й опанування нових ЗУН. Домінуючі критерії випереджальної СРС в умовах ДН вищої

математики – рівні сформованості самостійності, навченість і научуваність, допоміжні – навчально-пізнавальна мотивація, особливості пізнавальних стилів.

Традиційну СРС організують після заняття, в процесі індивідуального опрацювання першокурсниками матеріалу окремих питань модуля, під час підготовки до ПЗ, заходів контролю. Вона націлена на засвоєння знань і способів діяльності, сформованих під час лекційного заняття й актуалізованих у процесі випереджальної СРС, їх узагальнення і систематизацію. Обираємо домінуючі та допоміжні критерії традиційної СРС подібним чином як і під час організації випереджальної самостійної навчально-пізнавальної діяльності [173, 180].

Підготовка до організації обох видів СРС полягає у плануванні, розробці й корекції таких компонентів методичної системи ДН, як: 1) дидактичних матеріалів для самостійного вивчення (повторення); 2) завдань для проведення попереднього або поточного контролю опанованого (повтореного) теоретичного матеріалу (комп'ютерне тестування, письмове (усне) опитування, самоконтроль, інше).

Ефективність обох видів СРС визначається застосуванням доцільного методичного забезпечення дисципліни дидактичними матеріалами; вдало скомпонованими методами, засобами, прийомами побудови колективної і групової співпраці, одним із критеріїв вибору яких є психолого-педагогічні передумови організації навчально-пізнавальної діяльності студентів-першокурсників.

Серед основних вимог до оформлення дидактичних матеріалів для СРС виділяємо такі: тема; мета; розширений план; список основної літератури (зазначення, в разі необхідності, відповідних сторінок); перелік додаткових джерел інформації, адреси електронних ресурсів, що містять навчальні матеріали; конспект із основними теоретичними положеннями теми, прикладами розв'язування типових практичних завдань, що демонструють застосування теорії; перелік запитань для самоконтролю; зразок тестів із запитаннями теоретичного характеру. Складові дидактичних матеріалів можуть змінюватися залежно від рівнів навченості та научуваності аудиторії, сформованості навичок СНПДС, специфіки навчального матеріалу, інших чинників. Відмітимо, що поетапне ознайомлення зі списком екзаменаційних запитань, включення їх до пи-

тань самоконтролю, дозволяє більш плідно і раціонально організувати як СРС (усіх видів), так і аудиторну теоретичну й практичну підготовку [133].

З метою підвищення ефективності опанування теоретичного матеріалу студентами доцільно передбачити задачі прикладного змісту з агробіології різних рівнів загальності та складності. Їх розв'язування сприяє формуванню в аграріїв позитивної навчальної мотивації, розвитку пізнавального інтересу.

Ефективним засобом, який викладачеві доцільно планувати і застосовувати в процесі навчання й закріплення матеріалу дисципліни, є комп'ютерна техніка. Її застосування дає змогу в навчальному процесі використовувати електронні підручники, тренувальні навчальні програми типу Advanced Grapher, GRAN, MathCAD, STATISTICA, інші прикладні програми; офісні додатки: Microsoft Office Excel, Power Point та ін. Це дає змогу зробити матеріали дисципліни ВМ динамічними і наочними за рахунок можливостей побудови ілюстрацій, схем, таблиць, ОК, графічних об'єктів. Використання КТ дозволяє створити умови адаптації абстрактних теоретичних положень вищої математики до особливостей кожного пізнавального стилю студентів. Адже головними завданнями викладача під час підготовки до лекції є: добір і презентація в аудиторії теоретичного матеріалу із врахуванням особливостей пізнавальних стилів студентів „аудилів”, „візуалів”, „кінестетиків”, „лівопівкульних”, „правопівкульних”, їх комбінованих переплетень; формування мотивації й адаптація основних положень ЗМ до рівнів навченості та научуваності першокурсників; планування методів і прийомів, що відповідають наявним знанням студентів, сприяють формуванню на їх основі нових, забезпечуючи їх включення в систему, вже набутих знань, встановлення зв'язків між ними [80, 132]. Реалізувати зазначені завдання у процесі формування матеріалів випереджальної СРС можливо за умови, що викладач виділяє вихідний мінімум ЗУН, нижче за який подальше вивчення матеріалу дисципліни ВМ просто неможливе.

Одним із компонентів підготовчої діяльності викладача до вивчення теоретичного матеріалу є консультаційна робота, націлена на успішне засвоєння знань кожним студентом. Її мета: 1) роз'яснення майбутнім аграріям помилок, допущених під час засвоєння ЗУН програмного матеріалу, залежно від виявлених

прогалин; 2) корекція результатів пізнавальної і практичної діяльності студентів. Результати формувального експерименту показали, що організація консультацій сприяє підвищенню ефективності навчальної діяльності студентів. Такі форми роботи викладача зі студентами доцільно планувати і вносити у навантаження, оскільки вони є дієвими і необхідними, особливо для першокурсників.

Організація вивчення теоретичного матеріалу під час лекційних занять передбачає наступну підготовчу діяльність викладача: цілепокладання теоретичної складової навчання вищої математики; визначення мети кожної лекції, її ролі і місця в системі математичної і фахової підготовки майбутнього аграрія; вибір типу і структури окремих лекцій; виділення необхідного мінімуму вихідних знань і основних положень нового матеріалу; розподіл питань теоретичного матеріалу для фронтального вивчення в аудиторії й індивідуального опанування самостійно; планування заходів корекції результатів навчальних досягнень студентів; розробка методичного забезпечення лекційних занять (аудиторної і самостійної форм робіт) на основі врахування особливостей пізнавальних стилів студентів, рівнів навченості і научуваності, сформованості навчальної самостійності й мотивації.

2.2.2. Диференційоване вивчення теоретичного матеріалу на лекціях.

У результаті підготовчої діяльності в арсеналі викладача виділено цілі математичної підготовки аграріїв, розроблено модульний план, досліджено психолого-педагогічні характеристики студентської аудиторії для організації диференційованого навчання теоретичного матеріалу. Планування типів лекційних занять з вищої математики зумовлює формування їх структурних компонентів.

Перший тип лекційних занять з дисципліни ВМ – *вступна лекція*. Її, як правило, читають на початку вивчення дисципліни (блоку ЗМ). Зазвичай, її метою є ознайомлення студентів із цілями та завданнями вивчення навчальної дисципліни; місцем і роллю вищої математики в системі підготовки фахівця та інше.

На вступній лекції викладачеві доцільно повідомити джерела наукової інформації, чітко окреслити вимоги до ЗУН студентів: основні види та форми

навчальної діяльності; передбачені планом заходи контролю самостійної й індивідуальної роботи; графік консультацій; пояснити систему оцінювання навчальних досягнень; уточнити організаційні моменти. Прикладом плану вступної лекції навчальної дисципліни ВМ для студентів напряму підготовки „Агрономія”, є наступний фрагмент.

„Вступ. План: 1) предмет, об’єкт, методи дослідження вищої математики; 2) роль вищої математики у формуванні фахівця, в опануванні ним необхідних соціально-важливих і професійних знань, умінь і компетенцій; 3) взаємозв’язок вищої математики з іншими (у тому числі фаховими) дисциплінами; 4) роль українських і закордонних учених у розвитку математики як науки і навчальної дисципліни; 5) рекомендована навчальна література, дидактичні засоби”.

Научною і переконливою у важливості та необхідності вивчення вищої математики є побудова структуро-логічної схеми підготовки майбутнього агронома із зображенням зв’язків вищої математики з іншими дисциплінами; передбачені планом форми навчальних робіт (2-ге, 3-тє запитання лекції). Зауважимо, що 4-й пункт плану доцільно рекомендувати студентам для самостійного опрацювання, конспектування, написання рефератів, повідомлень, із чітко визначеною датою перевірки, критеріями оцінювання результатів.

Для вступної лекції домінуючими обираємо такі критерії диференціації: пізнавальні стилі, навчальну мотивацію і навченість; допоміжними: научуваність, рівні сформованості самостійності.

Другий тип лекційних занять – *лекція формування нових знань і способів діяльності*. Метою її організації і проведення є ознайомлення студентів із системою знань для практичного їх застосування, розвиток пізнавальної активності, направленої на розкриття об’єктивних зв’язків і відношень у новому матеріалі.

1-й етап – повідомлення теми, мети і завдань лекції. Тему, мету, завдання і план лекції зручно розміщати у методичних розробках занять (електронних ресурсах). Слід зазначити, що під час формулювання мети і завдань вивчення ЗМ ефективним є наголошення на зв’язку нової теми з попередніми і наступними лекціями, практичними заняттями, самостійною роботою.

2-й етап – актуалізація досвіду й опорних знань студентів. Сприймання нового матеріалу лекції доцільно розпочинати прикладами із життєвого досвіду студентів, у яких відображаються ознаки та властивості як відомих об'єктів, так і нових математичних понять для формування у свідомості майбутніх аграріїв асоціацій. Діяльність викладача на цьому етапі полягає у спеціально організованому діалозі, який має проблемний характер і підсилюється унаочненням, прикладами. Застосування пояснювально-ілюстративного методу зумовлено врахуванням домінуючих критеріїв організації ДН на етапі актуалізації знань: навченістю студентів (ЗУН із ШКМ або попередніх ЗМ); можливо, пізнавальними стилями (залежно від тематики й місця лекції в структурі математичної підготовки аграрія); допоміжних критеріїв – наукованості, рівнів сформованості мотивації і самостійності.

На цьому етапі лекції, за результатами КЕ, націленого на вивчення навченості першокурсників, студентську аудиторію умовно поділимо на групи: 1) перша група (75 %) – це студенти із низьким рівнем знань ШКМ, умовно позначаємо – (Н); 2) представники другої групи (20 %) – студенти із посереднім рівнем математичних ЗУН – (С); 3) до третьої групи (5 %) умовно відносимо студентів із достатнім рівнем математичної загальноосвітньої підготовки – це група (В).

3-й етап – мотивація навчальної діяльності студентів. Його складно виділити окремо. Ефективність організації етапу досягається за умови, що викладач протягом усього заняття проводить роботу, спрямовану на формування пізнавального інтересу та позитивної мотивації як до вивчення дисципліни ВМ, так і до сприймання й засвоєння матеріалу ЗМ. Домінуючим критерієм цього етапу лекції є рівень сформованості пізнавальної мотивації до навчальної діяльності; допоміжним обираємо критерій навченості студентів.

За даними проведеного КЕ (див. пункт 1.2.1, підрозділ 2.4, [159]), у студентів-аграріїв переважає низький рівень мотивації до вивчення математики (формальне ставлення зумовлене відсутністю навчального інтересу, системи знань із ШКМ). На цьому етапі умовно виділяємо такі групи першокурсників: 1) перша група (15 %) – це студенти, які мають серйозні проблеми із засвоєнням ЗУН із вищої математики; у них відсутній інтерес до навчання, не сформовані навчаль-

ні уміння, такі студенти мають низький рівень наукованості, формальне ставлення до навчання, відсутність навичок самоорганізації; позначимо групу аграріїв – (N, I); 2) до другої групи (35 %) входять студенти, які мають відносно невисокі показники наукованості, але досягають достатніх успіхів у навчанні, компенсуючи недостатній розвиток окремих розумових операцій організованістю, старанністю, відповідальністю; таку групу студентів позначимо (S, II); 3) третя група (40 %) – це першокурсники, в яких висока наукованість є потенційними можливостями, але позиція щодо навчання характеризується байдужістю до результатів, небажанням працювати систематично, виконувати роботу скрупульозно й охайно; такі студенти мають середній рівень успішності у навчанні; це група – (V, III); 4) четверта група (10 %) – це студенти з високою наукованістю, високим рівнем розумового розвитку у поєднанні зі сформованою позицією старанного студента, яка проявляється у намаганні виконувати роботу добросовісно, скрупульозно, використовуючи раціональні прийоми навчання; групу студентів із зазначеними характеристиками умовно позначимо (V, IV).

Зауважимо, що на практиці переважають, особливо на перших лекційних заняттях, групи типу: (N, I), (S, II), (V, III) і як виняток – (V, IV).

Поступове формування позитивної мотивації підкріплюється поточними та модульними оцінками результатів навчальної діяльності студентів, авторитетом самого викладача, атмосферою в академічній групі, подальшими перспективами навчальної діяльності (далекими й близькими). За результатами констатувального та формувального експериментів виділимо типові для аграрних ВНЗ групи першокурсників: (N, I; H), (S, II; H), (S, II; C), (V, III; H), (V, III; C), (V, III; B); виняток становлять групи (N, I; C), (N, I; B), (S, II; B), (V, IV; H), (V, IV; C), (V, IV; B).

Прикладом актуалізації досвіду студентів і формування навчальної мотивації для виділених груп є фрагмент лекції ЗМ „Розв’язування систем лінійних рівнянь”, що має проблемний характер.

„Запитання. Яким чином оформляються записи експериментальних даних?

Очікувана відповідь. У вигляді таблиць, що складаються із рядків і стовпців, у яких записують числові дані.

Запитання. Чи можна виконувати арифметичні дії із числами, що записані у комірках таблиць? Якщо арифметичні дії можна виконувати, наведіть приклади.

Очікувана відповідь. Так. Додавати (віднімати), множити та інші.

Запитання. Як визначити валовий збір пшениці та ячменю із табл. 2.1, 2.2?

Очікувана відповідь. Помножити площі ділянок на відповідну врожайність культур і результати додати”...

Наступне завдання – це приклад задачі, яку часто розв’язують аграрії.

Задача 2.2.1. Для проведення агродосліджень науково-дослідна станція розбила два поля однакової площі на три ділянки кожне, площі яких відповідно, – 100, 150 і 120 га. На обох полях кожному з ділянок було поділено навпіл для висіву одного сорту пшениці й одного сорту ячменю (див. табл. 2.1). Експериментатор після внесення різної кількості добрив на кожному з ділянок полів зафіксував урожайність зернових культур 2-го поля у вигляді таблиці (див. табл. 2.2).

Дайте відповіді на запитання („*” – завдання більш складного рівня).

- 1) Скільки всього гектарів землі засіяно пшеницею і ячменем на обох полях?
- 2) Яка врожайність зернових культур на кожній із ділянок першого поля, якщо відомо, що вона вдвічі більша, ніж на відповідних ділянках другого поля?
- 3) *Визначити валовий збір кожного виду зернових культур першого і другого полів окремо, загальний валовий збір із двох полів?

Колективно обговорюється розв’язок задачі без застосування теорії матриць.

Таблиця 2.1

Площі ділянок кожного поля

Культури	Площі ділянок, га		
	I	II	III
Пшениця	50	75	60
Ячмінь	50	75	60

Таблиця 2.2

Урожайність культур другого поля

Культури	Урожайність культур, ц/га		
	I	II	III
Пшениця	28	25	26
Ячмінь	21	20	24

4-й етап – сприймання і початкове усвідомлення студентами нового матеріалу. На попередніх етапах викладач нагадує студентам у формі асоціацій структуру

таблиць, способи обробки інформації, вміщеної у них (задача 2.2.1) не застосовуючи теорію матриць. Під час роботи з таблицями зазначений прийом передбачає формування у майбутніх фахівців початкового розуміння й усвідомлення властивостей нових математичних об'єктів – матриць, алгоритмів виконання дій із ними.

На цьому етапі лекції головною роллю наочних засобів (таблиць, схем) є формування у свідомості студентів образів-асоціацій між відомими об'єктами і новими способами діяльності з ними (додаванням матриць, множенням на число іншими діями), що відповідає психофізіологічним особливостям сприймання інформації. Опорні конспекти дозволяють першокурсникам не тільки краще сприйняти, зрозуміти матеріал, а й усвідомити, запам'ятати основні принципи й алгоритми діяльності із ними, що досягається одночасно зоровим сприйманням аналітичного запису (схем, таблиць, графіків) і слуховим (назв об'єктів, властивостей, ознак) [271, с. 6–7]. Домінуючими критеріями ДН на цьому етапі лекційного заняття є пізнавальні стилі (когнітивні стилі – імпульсивний (і) – рефлексивний (р), аналітичний (а) – синтетичний (с); переважаючі пізнавальні модальності – аудіальна (А), візуальна (W) і кінестетична (К), їх комбіновані переплетення); наочуваність студентів. Допоміжними критеріями є навченість і рівні сформованості мотивації.

Планом лекції передбачено розгляд шести питань: 1) матриці, дії з ними; 2) визначники, їх обчислення, властивості; 3) алгебраїчні доповнення і мінори; обчислення визначників n -го порядку; 4) поняття про системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР), їх типи, розв'язки; 5) розв'язування СЛАР; 6) наближені методи розв'язування СЛАР.

У процесі розгляду перших чотирьох запитань лекції викладач формує нові поняття, його діяльність націлена на управління процесом початкового сприймання й усвідомлення матеріалу студентами. П'яте і шосте запитання лекції пов'язують розглянуті під час заняття нові поняття і способи діяльності ЗМ, що фіксуються у пам'яті студентів у процесі закріплення під час практичної діяльності, в результаті розв'язування типових прикладів і задач. Врахування критеріїв ДН на цьому етапі лекції передбачає наочно-чуттєве ознайомлення студентів із ілюстративним представленням окремих питань модуля, коментуванням їх складових.

Застосування зазначених методичних прийомів зумовлено даними КЕ і висновками науковців: серед першокурсників практично відсутні „типові кінестетики”, але досить велика кількість представників „змішаних типів” („кінестетики-аудили”, „кінестетики-візуали”, „аудили-візуали”). Цей факт обумовлює вибір викладачем прийомів і засобів, орієнтованих на активізацію аудіовізуального каналу сприймання, обробки та збереження навчальної інформації. Приклад фрагмента ОК змістових модулів „Розв’язування систем лінійних рівнянь” і „Обробка статистичних даних” представлений у табл. 2.3, 2.4).

Таблиця 2.3

Фрагмент опорного конспекту ЗМ „Розв’язування систем лінійних рівнянь”

МАТРИЦЯ – ТАБЛИЦЯ	ВИЗНАЧНИК – ЧИСЛО
$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} = (a_{ij})$ <p>де $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$</p>	$ A = \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$
<p>Види матриць:</p> <p>1) транспонована: $A^T = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$</p> <p>2) приєднана: $\tilde{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{pmatrix}$</p>	<p><i>Міnor</i> – визначник, утворений викреслюванням i-ого рядка, j-ого стовпця з Δ:</p> $M_{ij} = \begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$
<p>3) діагональна матриця: $A = \begin{pmatrix} a_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & a_{22} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$</p> <p>3) одинична: $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$</p> <p>4) матриця-рядок: $A = (a_{11} \ a_{12} \ \dots \ a_{1n})$</p> <p>5) матриця-стовпець: $A = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \dots \\ a_{m1} \end{pmatrix}$</p> <p>6) нуль-матриця: $0 = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 \end{pmatrix}$</p>	<p><i>Алгебраїчне доповнення</i> – міnor із відповідним знаком: $A_{ij} = (-1)^{i+j} \cdot M_{ij}$</p> <p>Обчислення визначників:</p> <p>1) $A = \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}$;</p> <p>2) $A = \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11} \cdot a_{22} \cdot a_{33} +$ $+ a_{12} \cdot a_{23} \cdot a_{31} + a_{21} \cdot a_{32} \cdot a_{13} - a_{13} \cdot a_{22} \cdot a_{31} -$ $- a_{23} \cdot a_{32} \cdot a_{11} - a_{12} \cdot a_{21} \cdot a_{33}$;</p> <p>3) Число, записане у вигляді визначника n-го порядку, дорівнює сумі добутків елементів будь-якого рядка (стовпця) визначника, на відповідне алгебраїчне доповнення:</p> $\Delta = \sum_{i,j=1}^n a_{ij} \cdot A_{ij}$

5-й етап – усвідомлення об’єктивно існуючих зв’язків і відношень у матеріалі, що вивчається, розкриття їх внутрішньої суті. Дидактичні прийоми, які застосовує викладач на цьому етапі, подібні до тих, що були розглянуті вище. Зокрема, мова йде про унаочнення. Це зумовлено незмінністю домінуючих і допоміжних критеріїв диференціації. Але у процесі усвідомлення нового матеріалу використовується інша наочність, на відміну від тієї, що була на етапі формування й ознайомлення з ним. Або ж можливі варіанти застосування того самого ОК, але у ньому слід виділити інші ознаки та зв’язки. Дати студентам не лише чітке уявлення про математичний об’єкт, а й створити в їх пам’яті виразний і конкретний його образ, включити його в діяльність – головне завдання використання наочності саме цього етапу лекції.

Таблиця 2.4

Фрагмент опорного конспекту ЗМ „Обробка статистичних даних”

Складові статистичних рядів розподілу	Графічне представлення статистичних рядів розподілу																
<p>Огіва – лінія, що зображує швидкість зміни досліджуваної ознаки; по осі абсцис розміщені в порядку зростання статистичні дані, по осі ординат – їх відповідні значення</p>																	
<p>$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_i \leq \dots \leq x_n$ – варіаційний (ранжирований) ряд розподілу, де x_i – варіант; $i = 1, 2, \dots, n$ – номер варіанта</p>																	
<p>Полігон – багатокутник розподілу, координати вершин якого по осі абсцис – значення варіант, а по осі ординат – відповідні частоти</p>																	
<p>Варіаційний ряд розподілу:</p> <table border="1" data-bbox="226 1742 762 1868"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>x_1</th> <th>x_2</th> <th>...</th> <th>x_s</th> <th>...</th> <th>x_n</th> <th>сума</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>m</td> <td>m_1</td> <td>m_2</td> <td>...</td> <td>m_s</td> <td>...</td> <td>m_n</td> <td>n</td> </tr> </tbody> </table> <p>де x_s – варіант, (значення дискретної випадкової величини); m_s – частота варіанта</p>	x	x_1	x_2	...	x_s	...	x_n	сума	m	m_1	m_2	...	m_s	...	m_n	n	
x	x_1	x_2	...	x_s	...	x_n	сума										
m	m_1	m_2	...	m_s	...	m_n	n										

Усвідомлення матеріалу як пізнавального процесу перш за все пов'язане з логічними операціями – аналізом, синтезом, порівнянням, зіставленням, протиставленням, абстрагуванням і конкретизацією, які враховано в доборі методів навчання (див. пункт 1.2.2). Під час лекцій із дисципліни ВМ часто застосовують абстрактно-дедуктивний, рідше конкретно-індуктивний методи.

Абстрактно-дедуктивний метод є найбільш прийнятним для викладу четвертого, п'ятого, шостого питань лекції, виходячи з навчальної мети та змісту матеріалу. Завдання діяльності викладача – ознайомлення студентів із поняттями та видами СЛАР, алгоритмами їх розв'язування. Першим доцільно розглянути метод Крамера розв'язування СЛАР. Матричний метод доречно продемонструвати під час лекції, застосовуючи або частково-пошуковий прийом, або прийом евристичної бесіди. Діяльність викладача полягає у заздалегідь спланованій системі запитань, відповідаючи на які, студенти самостійно формулюють означення понять, знаходять способи розв'язування задач.

Демонстрація прийому евристичної бесіди представлена на початку розгляду нового питання лекції: „Матриці, дії з ними”. Викладач організовує розповідь, побудовану як монолог або „внутрішній діалог”. Суть прийому полягає в тому, що лектор сам ставить запитання і, можливо, сам на них уголос відповідає, демонструючи застосування теорії в процесі розв'язування прикладів.

Аналогічним чином вибудовується евристична бесіда під час опанування студентами матричного способу розв'язування СЛАР. Завданням зазначеного прийому є побудова аналізу розв'язку СЛАР у матричній формі для самостійного запису студентами алгоритму. Управління пізнавальною діяльністю набуває вигляду, наприклад, діалогу із серії запитань.

„На дошці записана або спроектована на екран неоднорідна СЛАР, що містить три рівняння і три невідомі. Студенти дають відповіді на запитання: 1) який математичний об'єкт записано на дошці; 2) зі скількох рівнянь і скількох невідомих складається система; 3) що означає розв'язати СЛАР; 4) які способи розв'язування СЛАР вам відомі; 5) чи можна розв'язати методом Крамера записану СЛАР; 6) чи можна скласти із коефіцієнтів при невідомих матрицю A ;

7) який вигляд має умова системи у матричній формі, якщо позначити матрицю із коефіцієнтів при невідомих A , матриці-стовпці із вільних членів і невідомих, як B і X відповідно; 8) що є результатом множення матриці A на матрицю X ; 9) як знайти матрицю X згідно з позначеннями: $A \cdot X = B$; 10) який алгоритм розв'язування СЛАР матричним методом, якщо матриця X із невідомих знаходиться за такою формулою: $X = A^{-1} \cdot B$; 11) як перевірити правильність знайдених коренів СЛАР; 12) чи будь-якої розмірності СЛАР можна розв'язати матричним методом; 13) що означає висновок „головний визначник системи $\Delta \neq 0$ ”; 14) чи можна вважати, що скорочений запис алгоритму розв'язування СЛАР матричним методом має вигляд: 1) $A^{-1} = 1/|A| \cdot \tilde{A}^T$ ($|A| \neq 0$; \tilde{A} ; \tilde{A}^T); 2) $X = A^{-1} \cdot B$?...”

Планом лекції передбачено опанування шести питань. Із метою підвищення ефективності аудиторної роботи доцільно опустити деякі пункти алгоритму розв'язування СЛАР матричним методом (обчислити кілька алгебраїчних доповнень; приєднану транспоновану матрицю записати в готовому вигляді). Запропонувати студентам виконати допоміжні обчислення самостійно вдома, орієнтуючись на готові результати. Умова системи може бути такою ж, як і та, що вже була розв'язана методом Крамера.

6-й етап – узагальнення і систематизації знань. Узагальнення – це виділення деяких властивостей певного класу предметів, перехід від одиничного до загального (від конкретного до більш загального). Узагальнення тісно пов'язане із систематизацією, суть якої полягає у розподілі предметів і явищ на групи і підгрупи залежно від подібності й відмінності між ними. Систематизувати теоретичний матеріал означає розмістити його в певному порядку, у відповідній послідовності, що відображає структуру, склад і взаємозв'язки понять, алгоритмів, складових матеріалу лекції [186, с. 99–102; 231, с. 36–37, с. 55].

Домінуючими критеріями ДН під час етапу узагальнення й систематизації знань на лекції є: навченість, научуваність, пізнавальні стилі; допоміжними виступають рівні сформованості мотивації. Одним із прийомів систематизації навчального матеріалу є його представлення у формі таблиць, схем, ОК. Прикладом фрагменту ОК є схема „Розв'язування СЛАР” (рис. 2.2).

На рис. 2.2 зображено типи СЛАР, методи їх розв'язування, критерії вибору методів, інші відношення між новими об'єктами. Метою аналізу схеми є формулювання узагальнених висновків про те, що метод Крамера застосовується для розв'язування всіх без винятку систем, у яких кількість рівнянь рівна кількості невідомих (квадратні СЛАР); матричний метод доцільний лише у випадках, коли матриця із коефіцієнтів при невідомих системи є невинродженою.

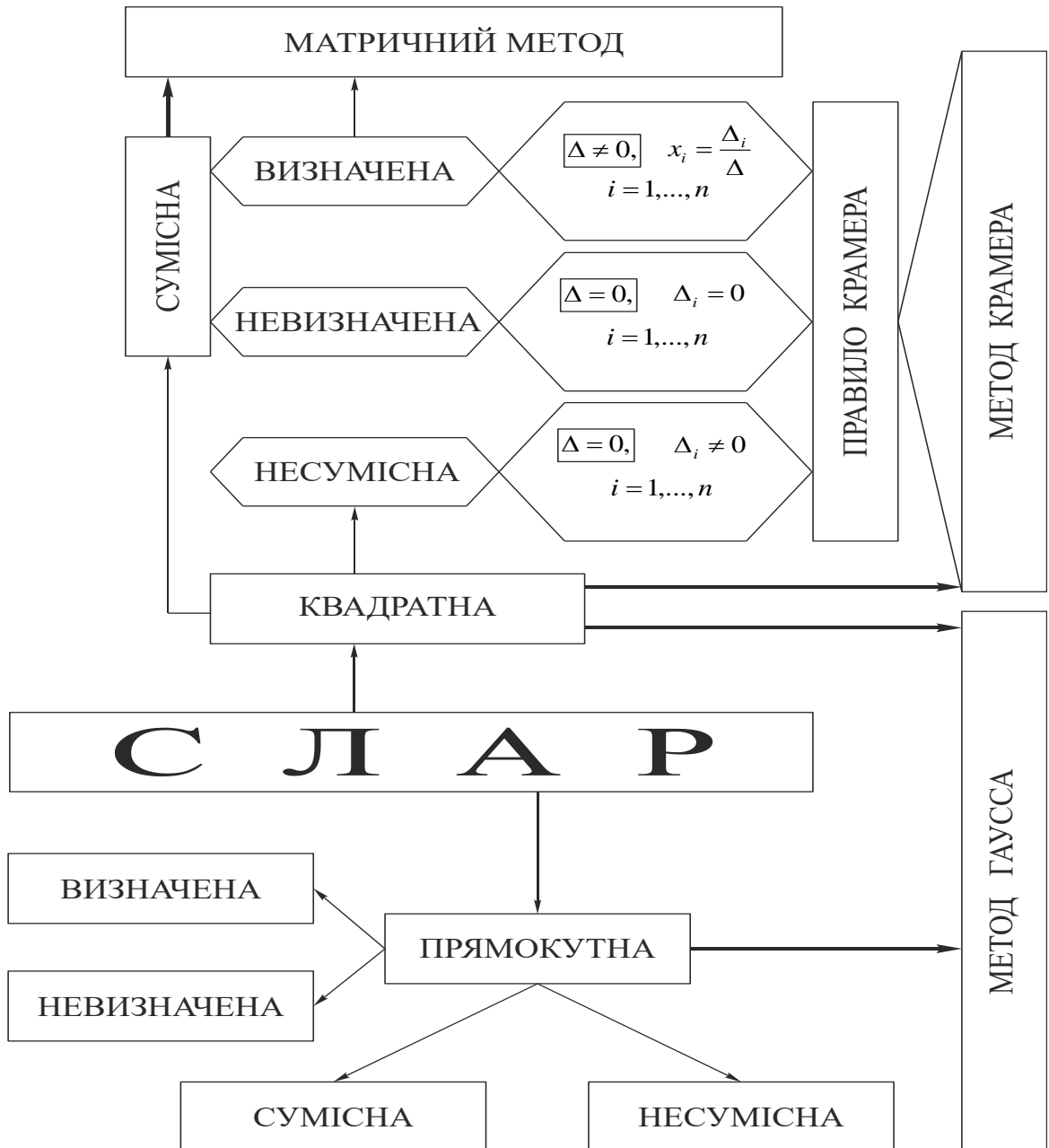


Рис. 2.2. Опорний конспект до питання ЗМ „Розв'язування СЛАР”

Метод Гаусса є універсальним і придатним для розв'язування абсолютно всіх СЛАР, будь-якого порядку й виду. Особливо доцільно наголосити студентам, що коли коефіцієнти при невідомих в умові СЛАР – дробові числа, кіль-

кість рівнянь у системі значна, то раціональним є розв'язування СЛАР за допомогою ітеративних методів (методу послідовних наближень і методу Зейделя).

Для лекції типу формування нових знань і способів діяльності характерними є первинні узагальнення, найбільш елементарні. Такі узагальнення націлені на формування цілісних уявлень про математичні об'єкти ЗМ, розкриття причинно-наслідкових зв'язків між математичними об'єктами і способами діяльності з ними, вони сприяють виникненню понятійних узагальнень [186, с. 18–19].

7-й етап – підбиття підсумків лекції. Викладач виділяє питання, які будуть повторно розглянуті під час ПЗ, наголошує додатково на зв'язку матеріалу лекції з попередніми і наступними ЗМ. Домінуючі критерії, на які орієнтується викладач у процесі підсумкової диференційованої діяльності, – це навченість і научуваність, допоміжний – рівні сформованості навчальної мотивації. Оцінка діяльності аудиторії під час заняття доброзичлива; в разі необхідності викладач виділяє тих студентів, хто сумлінно працював на лекції.

8-й етап – домашнє завдання. Оголошується з метою акцентування уваги студентів на основних ЗУН, сформованих на занятті.

Наступний фрагмент – завдання СРС найвищого рівня складності, розв'язування яких вимагає від студентів глибоких знань матеріалу, вмінь практичного його застосування, формулювання теоретичних узагальнень ЗМ „Розв'язування систем лінійних рівнянь”.

„Перевірити на прикладах властивості дій із матрицями. Якщо операції мають зміст, сформулювати властивості дій із матрицями: 1) чи комутативні відносно додавання матриці A і B : $A + B = B + A$; відносно множення: $A \cdot B = B \cdot A$; 2) чи асоціативні відносно додавання матриці A , B і C : $A + (B + C) = (A + B) + C$; відносно множення: $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$; 3) чи справедливі рівності: $A + 0 = A$, $A - A = 0$, $A \cdot 0 = 0 \cdot A = 0$, де 0 – нуль-матриця; 4) яка роль нульової матриці; 5) чи виконуються асоціативні закони відносно множення чисел $\alpha \neq 0$, $\beta \neq 0$ на матрицю A : $\alpha \cdot (\beta \cdot A) = (\alpha \cdot \beta) \cdot A$ і множення матриць A і B на число $\alpha \neq 0$: $(\alpha \cdot A) \cdot B = A \cdot (\alpha \cdot B) = \alpha \cdot (A \cdot B)$; 6) чи виконується дистрибутивний закон множення матриць A , B і C : $(A + B) \cdot C = A \cdot C + B \cdot C$ і $C \cdot (A + B) = C \cdot A + C \cdot B$; множення на число $\alpha \neq$

0 відносно додавання матриць A і B : $\alpha \cdot (A + B) = \alpha \cdot A + \alpha \cdot B$; 7) чи виконується дистрибутивний закон множення на матрицю A відносно додавання чисел $\alpha \neq 0$, $\beta \neq 0$: $(\alpha + \beta) \cdot A = \alpha \cdot A + \beta \cdot A$; 8) яка роль одиничної матриці E в добутку матриць; 9) чи справедливі рівності: $A \cdot E = E \cdot A = A$; 10) чи виконується співвідношення для квадратних матриць A і B однакової розмірності: $|A \cdot B| = |A| \cdot |B|$?”

Метою виконання завдань середнього рівня складності є перевірка рівня засвоєння теоретичних знань студентів, навичок практичної діяльності з ними. У наступному фрагменті представлено приклади завдань зазначеного типу для перевірки властивостей визначників, їх самостійного формулювання.

1. Чи зміниться визначник: 1) у результаті транспонування; 2) у результаті перестановки місцями двох рядків (стовпців); 3) у результаті додавання до елементів одного рядка (стовпця) визначника відповідних елементів іншого рядка (стовпця), помножених на одне й те ж число?

2. Чому дорівнює визначник, якщо: 1) один його рядок (стовпець) складається тільки з нулів; 2) він має два однакових рядки (стовпці); 3) елементи обох рядків (стовпців) пропорційні; 4) кожен його елемент n -го рядка (n -го стовпця) є сумою двох доданків?

3. Чи зміниться визначник після винесення спільного множника із одного його рядка (стовпця)?

Прикладом завдань середнього рівня складності та прийому організації контролю навчальних досягнень студентів є фрагмент, у якому представлено „неповністю заповнену таблицю” (табл. 2.5), що вимагає від студентів часткового прояву творчих здібностей [97, с. 227, 230–232].

Прикладом завдань СРС і прийомів організації контролю рівня засвоєння матеріалу є тестування за допомогою комп’ютера або без нього. Доцільно скласти не менше трьох варіантів, у яких не менше дев’яти запитань із чотирма варіантами відповідей, де лише одна правильна. Якщо для тестування комп’ютер не використовується, зручним є друк запитань і бланків відповідей, у яких студенти навпроти номера запитання вписують літеру, що найбільш точно і повно відповідає правильному варіанту.

Фрагмент таблиці для визначення рівнів навчальних досягнень студентів зі змістового модуля „Розв’язування систем лінійних рівнянь”

№ з/п	Назва математичного об’єкта	Аналітичний запис	Приклади
1	Матриця $A_{3 \times 2}$		
2		$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$	
3			$A_{22} = -1$
4	Однорідна система трьох рівнянь із трьома невідомими		
5			$\begin{pmatrix} 3+2 & 1+(-3) \\ 0+(-1) & 4+5 \end{pmatrix}$
...

Прикладом тесту середнього рівня складності є наступний фрагмент („*” відмічено правильну відповідь).

1. Матрицею $A_{m \times n}$ називається:

- *таблиця, що містить m рядків і n стовпців;
- число, записане у вигляді таблиці, що містить два рядки й два стовпці;
- число, записане у вигляді таблиці, що містить три рядки й три стовпці;
- число, записане у вигляді таблиці, що містить n рядків і n стовпців.

2. Визначником другого порядку називається:

- таблиця, що містить m рядків і n стовпців;
- *число, записане у вигляді таблиці, що містить два рядки й два стовпці і дорівнює різниці добутків елементів головної й побічної діагоналі;
- число, записане у вигляді таблиці, що містить три рядки й три стовпці і дорівнює сумі добутків елементів, взятих по одному з кожного рядка і кожного стовпця;
- число, записане у вигляді таблиці, що містить n рядків і n стовпців і дорівнює сумі добутків елементів, взятих по одному з кожного рядка і кожного стовпця.

3. Вибрати зі списку властивість матриць A і B :

- $A + O \neq O + A$ – некомутативне;
- $A \cdot B = B \cdot A$ – комутативне;
- $A + (B + C) \neq (A + B) + C$ – неасоціативне;
- * $A \cdot B \neq B \cdot A$ – некомутативне.

4. Вказати матрицю C , що є добутком матриць A і B , якщо: $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 1 & -4 \end{pmatrix}$,

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 1 \end{pmatrix};$$

а) $C = \begin{pmatrix} -3 & 1 & -2 \\ 11 & 0 & -5 \end{pmatrix}$; б) $C = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 10 & -4 \end{pmatrix}$; в) $C = \begin{pmatrix} -3 & 1 & 13 \\ -1 & 6 & 0 \end{pmatrix}$; г) * $C = \begin{pmatrix} -3 & 8 \\ 13 & -2 \end{pmatrix}$.

5. Вказати алгебраїчне доповнення A_{21} визначника $\Delta = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -3 & 4 & 1 \\ 5 & 7 & -3 \end{vmatrix}$:

а) $-\begin{vmatrix} -3 & 1 \\ 5 & -3 \end{vmatrix}$; б) $-\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 4 & 1 \end{vmatrix}$; в) * $-\begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 7 & -3 \end{vmatrix}$; г) $-\begin{vmatrix} 2 & 0 \\ -3 & 1 \end{vmatrix}$.

6. Система рівнянь $\begin{cases} 4x - 2y + 6z = 3, \\ x + y - 2z = 0, \\ 2x - y + 3z = 1, \end{cases}$

- а) має безліч розв'язків; б) *має один розв'язок $(1; -5; -2)$;
в) не має розв'язків; г) має один розв'язок $(1; -2; -5)$.

7. Матриця $A = \begin{pmatrix} 3/2 & 1/2 & 3/2 \\ -3/2 & -1/2 & -1/2 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ для матриці $B = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 1 \\ 2 & 0 & -3 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ є:

- а) транспонованою; б) приєднаною; в) *оберненою; г) протилежною.

8. Система n лінійних рівнянь з n невідомими є сумісною, визначеною, якщо:

- а) * $\Delta \neq 0$; б) $\Delta = 0$, всі $\Delta_i = 0$, де $i = 1, 2, \dots, n$;
в) $\Delta = 0$; г) $\Delta = 0$, принаймні один $\Delta_i \neq 0$, де $i = 1, 2, \dots, n$.

9. Вибрати зі списку властивість визначників:

- а) визначник не міняється, якщо переставити місцями два його рядки (стовпці);
б) при транспонуванні знак визначника змінюється на протилежний;
в) *при транспонуванні визначник не міняється;
г) визначник дорівнює нулю, якщо один із елементів його рядка дорівнює нулю.

Прикладом завдань і прийому організації контролю навчальних досягнень студентів найнижчого рівня є математичний диктант тривалістю дев'ять – п'ятнадцять хвилин. Запитання націлені на перевірку засвоєння студентами но-

вих математичних об'єктів, символіки, позначень, назв. Контроль проводиться письмово у вигляді повних відповідей студентів навпроти відповідних номерів запитань, у разі необхідності прикладів:

- „1. Визначником третього порядку називається...
2. Приєднаною матрицею до квадратної матриці називається...
3. Мінором M_{ij} визначника n -го порядку називається...
4. СЛАР називається сумісною невизначеною, якщо...
5. Записати правило знаходження добутку двох матриць...
6. Записати умови рівності визначника нулю...
7. Записати алгоритм знаходження матриці, оберненої до даної...
8. Система n лінійних рівнянь з n невідомими несумісна, якщо...
9. Одиничною діагональною матрицею називається...”

Завдання поточного контролю рівня засвоєння матеріалу ЗМ „Розв'язування систем лінійних рівнянь” складені таким чином, щоб виключити можливість списування або випадкового вибору правильних варіантів відповідей. Доступ студентів до орієнтовних варіантів завдань у методичних розробках лекцій націлене на підвищення результативності навчання вищої математики.

Подібну структуру має наступний тип *лекцій* – *узагальнення і систематизації знань*. Виділяємо деякі характерні особливості підготовчого етапу до проведення такого типу лекції (див. пункт 2.2.1). Його специфіка полягає, не лише в розробці матеріалів ОК, таблиць, комплексних алгоритмів, презентацій, дидактичних прийомів, а й у підготовці умов доцільних задач прикладного змісту і засобів їх розв'язування. Лекцію такого типу, як правило, планує викладач після вивчення всього блоку ЗМ або у кінці вивчення дисципліни. Її метою є зведення засвоєних студентами ЗУН блоку ЗМ у строгу систему, визначення між її елементами діалектичних зв'язків і відношень. Кінцевим результатом засвоєння знань ЗМ є опанування (усвідомлення) основних теорій і ведучих ідей дисципліни ВМ. Результати формувального експерименту свідчать, що без такої лекції процес навчання є не повним, а знання першокурсників – фрагментарними.

1-й етап – повідомлення теми, мети і завдань лекції, особливістю якого є узагальнення мети і завдань заняття, що представлено у наступному фрагменті.

„Тема: „Застосування інтегрального числення”.

Навчальна (загальноосвітня) мета: студентам доцільно повторити і систематизувати знання про функції, їх властивості, границю функції, похідну, визначений інтеграл, диференціальні рівняння; закріпити й узагальнити навички дослідження властивостей функцій методами диференціального числення, вміння будувати їх графіки; обчислювати границі, диференціювати й інтегрувати функції; розв’язувати диференціальні рівняння. Повторити, розширити, систематизувати знання студентів про первісну функції, невизначений і визначений інтеграл, їх властивості, методи інтегрування, зміст визначеного інтеграла у виробничих задачах; алгоритми розв’язування диференціальних рівнянь. Узагальнити відомості про функції як математичні моделі виробничих процесів, поняття границі функції, похідної, диференціала функції, невизначеного і визначеного інтегралів на основі розв’язування прямої й оберненої задач прикладного змісту; поняття про роль диференціального й інтегрального числення у дослідженні явищ і процесів в агробіології й сільському господарстві [239].

Розвиваюча мета: 1) розвивати у студентів теоретичне мислення на основі множинного підходу; вчити застосовувати й аналізувати причинно-наслідкові зв’язки, аналогію і порівняння на прикладі поняття функції, похідної, інтеграла, диференціала; робити узагальнення, формулювати висновки; 2) вчити використовувати словесну, символічну та графічну математичні мови в процесі засвоєння основних понять і властивостей множин, функцій, похідної й інтеграла; „читати” графічні об’єкти; застосовувати різні способи задання функцій у процесі вивчення ММ навколишнього середовища; 3) розвивати культуру усної математичної мови (вміння логічно й послідовно висловлювати думки, доводити твердження як математичні, так і прикладного змісту); графічну культуру (естетичний смак, точність побудови графічних об’єктів); 4) формувати вміння інтерпретувати математичні результати дослідження функцій на прикладах

явищ сільського господарства, аналізувати їх ефективність, раціональність, достовірність отриманих результатів.”

2-й етап – мотивація навчальної діяльності студентів. Цьому виду заняття притаманні характеристики і критерії організації диференціації подібного етапу лекції, розглянутого вище типу. Представимо фрагмент, в якому наведено приклад розповіді, що має узагальнюючий характер.

„Викладач. На попередніх лекціях було розглянуто такі математичні об’єкти, як: множини й операції над ними; функції, їх властивості та види; границі функції в точці й на нескінченності, способи їх обчислення; похідну та її застосування до дослідження функцій; визначений і невизначений інтеграли й основні методи їх знаходження; алгоритми розв’язування диференціальних рівнянь, інші поняття. Усі ці окремі, на перший погляд, елементи знань блоку ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання” насправді тісно взаємопов’язані між собою і, як наголошувалось раніше, деякі з них мають взаємообернені властивості, будучи складовими цілісної системи математичної підготовки агрономів.

На основі сформованих знань і способів діяльності розв’яжемо задачу, умова якої містить ММ процесу росту коренеплоду моркви, що описує кілька фаз: спокою, накопичення вологи, росту клітковини, втрати вологи”.

3-й етап – узагальнення і систематизації основних теоретичних положень, ведучих наукових ідей. Вище зазначалось, що цей етап вибудовується на двох прийомах, які неможливо відділити окремо на узагальнення і окремо на систематизацію, оскільки вони тісно взаємопов’язані й практично нероздільні. Причому, чим вищий теоретичний рівень знань, тим більша їх роль у формуванні навичок узагальнення і систематизації. Останні є невід’ємними складовими розумового процесу засвоєння понять, способів діяльності [186, с. 99–102; 231, с. 36–37].

Узагальнення в процесі диференційованого навчання вищої математики, має дві форми: застосування до конкретного, окремого випадку вже відомих студентам формул, алгоритмів; на основі випадків, які були розглянуті на попередніх лекціях, ПЗ, під час СРС; виведення загальної формули, яка є універсальним інструментарієм досліджень агробіологічних процесів [106, с. 260–291].

Ефективність цього етапу лекції залежить від спеціально сформульованих завдань, метою розв'язування яких є актуалізації основних понять, означень, алгоритмів. Завдання можуть бути як практичного змісту, так і теоретичного. Прикладом доцільних завдань прикладного змісту першого блоку є задачі 2.2.2 і 2.2.3.

Задача 2.2.2. За математичною моделлю (2.1) залежності швидкості росту коренеплоду моркви від частини доби, її графіком (рис. 2.3) [78, с. 96] визначити: 1) проміжки, на яких функція зростає (спадає), неперервна; 2) числові значення прискорень росту коренеплоду моркви на проміжках: AB , BD , DE , EG ; 3) в який час доби економічна ефективність збору коренеплодів моркви найвища; 4) яким відрізкам, із погляду біології, на графіку відповідають фази: спокою, накопичення вологи, росту клітковини, втрати вологи; 5) *модель залежності росту довжини коренеплоду моркви від часу доби, побудувати її графік; 6) **числові значення довжини коренеплоду моркви протягом доби на проміжках: AB , BD , DE , EG (вважати, у разі необхідності, що довжина коренеплоду моркви на початку спостереження становить 10 см) (, **” відмічаємо завдання більш складного рівня).

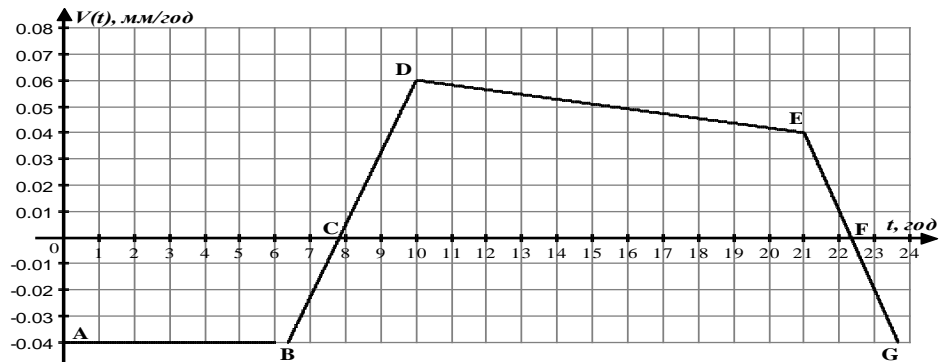


Рис. 2.3. Модель залежності швидкості росту коренеплоду моркви від частини доби

$$g(t) = \begin{cases} -0,04, & \text{якщо } 0 \leq t < 6, \\ \frac{11}{400} \cdot t - \frac{43}{200}, & \text{якщо } 6 \leq t < 10, \\ -\frac{2}{1100} \cdot t + \frac{86}{1100}, & \text{якщо } 10 \leq t < 21, \\ -\frac{9}{300} \cdot t + \frac{67}{100}, & \text{якщо } 21 \leq t < 24. \end{cases} \quad (2.1);$$

$$h(t) = \begin{cases} -0,04 \cdot t + 100, & \text{якщо } 0 \leq t < 6, \\ \frac{11}{800} \cdot t^2 - \frac{43}{200} \cdot t + 100 \frac{111}{200}, & \text{якщо } 6 \leq t < 10, \\ -\frac{1}{1100} \cdot t^2 + \frac{86}{1100} \cdot t + 99 \frac{98}{1100}, & \text{якщо } 10 \leq t < 21, \\ -\frac{3}{200} \cdot t^2 + \frac{67}{100} \cdot t + 92 \frac{77}{88}, & \text{якщо } 21 \leq t < 24. \end{cases} \quad (2.2)$$

Зауважимо, що для СРС підвищеного рівня складності доцільним є запис аналітичного виразу за графіком (див. рис. 2.3) на основі ММ, представленій в загальному вигляді [156, 163].

Задача 2.2.3. За математичною моделлю (2.2) опису залежності росту довжини коренеплоду моркви протягом доби, її графіком (рис. 2.4), визначити: 1) проміжки, на яких функція зростає (спадає), неперервна; 2) швидкість росту коренеплоду у фазах: спокою, накопичення вологи, росту клітковини, втрати вологи...

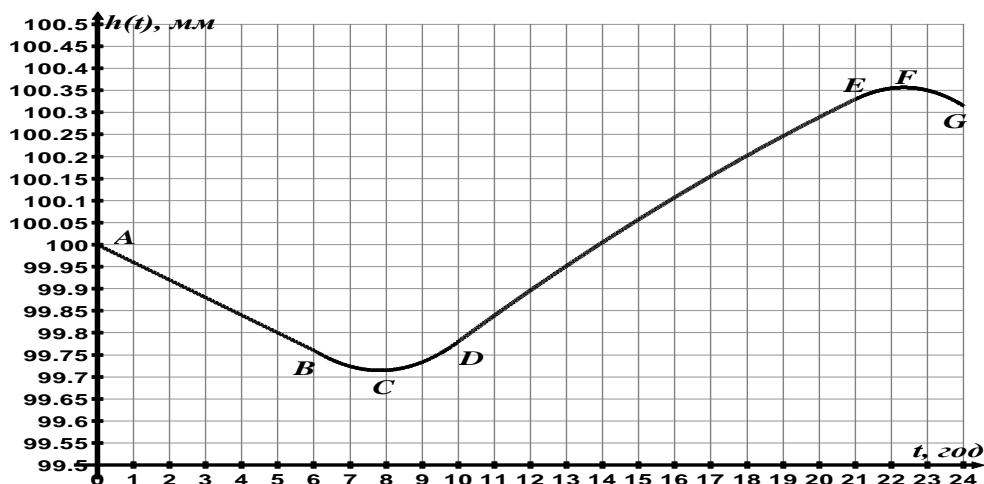


Рис. 2.4. Модель, що описує залежність росту довжини коренеплоду моркви протягом доби

Ефективність організації цього етапу лекції залежить від урахування викладачем домінуючих критеріїв: рівнів навченості та научуваності, типів пізнавальних стилів студентської аудиторії. Допоміжними критеріями є рівні сформованості мотивації. Доцільним прийомом, націленим на підвищення ефективності цього етапу лекції, є використання блок-схем, ОК, у яких відображено основні поняття, співвідношення між складовими ЗМ блоку, що супроводжують розповідь викладача. Прикладом наочного представлення матеріалу ЗМ „Похідна функції. Диференціал функції”, „Інтегральне числення функцій однієї змінної” є блок-схема, зображена на рис. 2.5, публікації [173, 182], до яких доцільно звертатись у процесі розв’язування задач 2.2.2, 2.2.3.

Особливістю розробки засобів унаочнення на цьому етапі лекції є узагальнення основних понять і алгоритмів усього блоку ЗМ, систематизація знань студентів, що є розрізненими елементами вивчення кожного окремого ЗМ. Діяльність викладача під час демонстрації ОК полягає в аналізі його структурних компонентів, виділенні зв’язків і відношень між складовими [177].

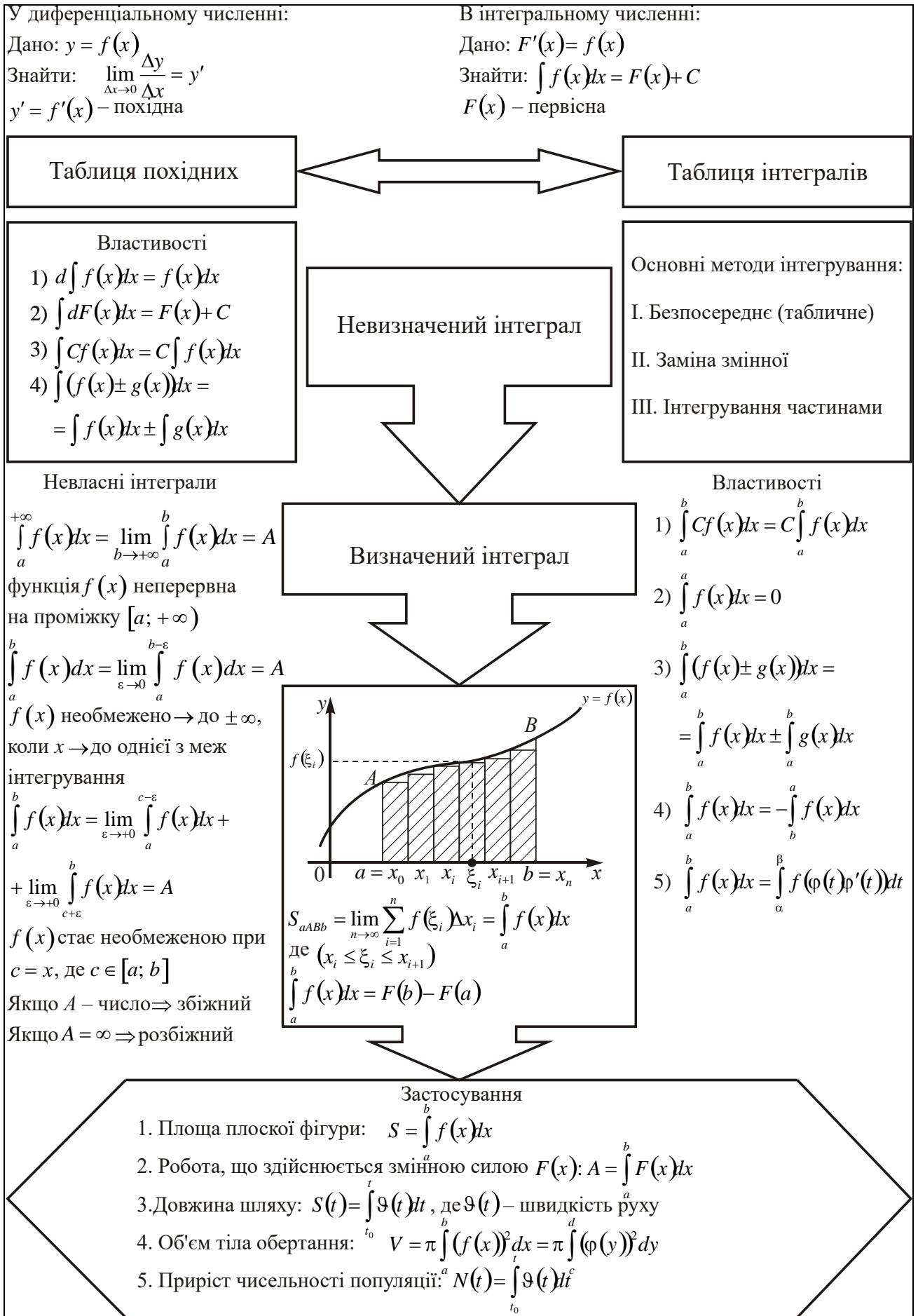


Рис. 2.5. Опорний конспект ЗМ „Інтегральне числення функцій”

Застосування зазначеного прийому зумовлено характерною особливістю опанування навчального матеріалу „кінестетиками-аудилами”, що зумовлює необхідність формування навичок побудови ланцюгів-суджень, у яких основні поняття ЗМ логічно пов’язані. Однією із причин „пробілів” у знаннях представників такого інтелектуального типу є саме відсутність логічних зв’язків-асоціацій, переходів між відомими і новими поняттями. Передбачення і врахування таких особливостей забезпечує можливість створення умов для прояву „кінестетиками-аудилами” високої динаміки наочності навіть серед „студентів-трійочників” [112, с. 74–79].

Добір конкретних прикладів явищ і процесів, що описані ММ, значно полегшує сприймання й розуміння матеріалу „візуалами-кінестетиками”, за умови детального опису й роз’яснення змісту завдань, кожної складової ОК, аналітичних виразів, представлених у таблицях. Для представників такого типу пізнавальних стилів важливим є самостійне розв’язування завдань на закріплення матеріалу із вдало скомпонованими умовами задач, у яких рівень складності поступово зростає.

Узагальнення на цьому етапі лекції означає перехід знань на більш високий рівень встановлення спільних властивостей і зв’язків у поняттях і співвідношеннях; це не стільки накопичення суми знань, скільки вміння їх комбінувати, пов’язувати по-новому, використовувати поза звичними межами. Тобто формування навичок узагальнення і систематизації – це розвиток індивідуальної здатності людини засвоювати матеріал залежно від пізнавальних стилів, на основі навченості й наочності [184]. Діяльність викладача вибудовується на основі врахування характерних проявів інтелектуальних типів, що залежить від домінування півкуль головного мозку („правопівкульні”, „лівопівкульні”, „рівнопівкульні”).

Зокрема, щоб навчити узагальненню і систематизації „студентів-візуалів”, у яких краще розвинена права півкуля головного мозку, доцільно розробити ОК, ілюстрації, в яких представлено загальні алгоритми розв’язування окремих прикладів типових завдань. Що ж до „студентів-візуалів лівопівкульних”, то вони схематично представлені абстрактні теоретичні поняття репрезентують у вигляді формул, аналітичних виразів. Характерною особливістю узагальнень цього інтелектуального типу є засвоєння інформації, поданої у вигляді чітких вказівок, інструкцій,

інших форм представлення для виведення загального алгоритму дослідження агробіологічних процесів або явищ. Знання представників цього інтелектуального типу є найбільш формалізованими: вони з легкістю запам'ятовують аналітичні вирази і на репродуктивному рівні чітко й безпомилково їх відтворюють.

Варто зауважити, що „аудили” аналітичний запис формул і правил репрезентують лише тоді, коли їм добре зрозумілі логічні зв'язки між складовими, чітко сформульовані словесні правила й пояснення. Обов'язковою умовою розуміння навчального матеріалу такими студентами є послідовність і логіка міркувань. „Аудили” – це єдиний із усіх інтелектуальних типів, якому легше кожного разу повністю і заново вивести формулу чи закономірність, ніж механічно її завчити. Їм достатньо лише нагадати початок логічного ланцюжка міркувань, якщо, певна річ, на ньому було зосереджено увагу викладача під час лекції. „Аудили” досить успішно розв'язують задачі прикладного змісту на закріплення теоретичного матеріалу, але за умови додаткового наголошення їх уваги на логічній послідовності в процесі пошуку складових, які покроково наближають до отримання кінцевого результату. Характерною особливістю представників академічних груп – „лівопівкульних аудилів” є домінування добре розвиненого словесно-логічного компонента над слабким наочно-образним. Такі студенти не потребують ОК, успішніше розв'язують задачі, умови яких сформульовано усно або записано в абстрактній формі.

Представникам інтелектуального типу „правопівкульні-аудили” необхідно забезпечити на лекції візуальні опори, засоби унаочнення з обов'язковим „озвученням” їх кожної складової, зв'язків між компонентами, висновків із наголошенням на вузлових моментах у представленому матеріалі.

Саме в процесі узагальнення і систематизації окремих понять і алгоритмів блоку ЗМ відбувається своєрідне індивідуальне переосмислення студентами структури матеріалу, виразу (задачі). Такий процес стає можливим, наприклад, лише після пропозиції викладача скласти вираз, аналогічний до вихідного або розв'язати обернену задачу. У такому випадку використовується аналогія в процесі узагальнення і систематизації знань студентів [181]. Але застосуванню аналогії, як і уза-

гальненню й систематизації слід вчити студентів додатково, це можливо за умов наявності вихідного (мінімального) рівня знань матеріалу [286, с. 60–73].

4-й етап – підсумки заняття, організовується подібно до попереднього типу лекції. Зауважимо, що для цього етапу заняття ефективним є прийом „короткого огляду” структури блок-схем ЗМ, наголошення на основних поняттях блоку модулів; характеристика навчальної діяльності студентів під час заняття.

5-й етап – домашнє завдання. Оскільки цей тип лекції є останнім у блоці ЗМ, то для нього доцільним є кілька варіантів формулювання завдань для СРС поза аудиторією. Один із них – це складання додаткових питань до аудиторної задачі, пошук відповідей на які передбачає сформованість умінь розв’язувати диференціальні рівняння; інший – виокремлення із теоретичних запитань, винесених на іспит саме тих, які будуть представлені на колоквіумі або на тестуванні.

Розглянуті типи лекцій для організації вивчення теоретичного матеріалу в аграрних ВНЗ є передумовою логічного продовження математичної підготовки у тематиці ПЗ, лабораторних практикумів, СРС. Виокремимо доцільні типи лекційних занять із вищої математики для наряду підготовки „Агрономія”, розмістимо їх відповідно до робочої програми [209]: I. Блок ЗМ: „Основи математичного аналізу та моделювання”: вступна лекція: 1) „Вступ”; лекції формування нових знань і способів діяльності: 2) „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”; „Границя функції. Особливості обчислення границь”; 3) „Похідна функції. Диференціал функції”; 4) „Застосування диференціального числення при розв’язуванні задач”; 5) „Інтегральне числення функцій”; лекція узагальнення і систематизації знань: 6) „Застосування інтегрального числення”; II. Блок ЗМ: „Дисперсійний аналіз в агрономії”: лекції формування нових знань і способів діяльності: 7) „Основні поняття теорії ймовірностей”; 8) „Випадкова величина та її числові характеристики”; 9) „Основні поняття математичної статистики. Варіаційний ряд. Полігон частот. Гістограма”, „Дисперсійний аналіз”; лекція узагальнення і систематизації знань: 10) „Кореляційна залежність. Коефіцієнт кореляції”; III. Блок ЗМ: „Алгоритмізація програм з агрономії”: лекції формування нових знань і способів діяльності: 11) „Розв’язування систем лінійних рівнянь”. „Метод найменших ква-

дратів”; лекція узагальнення і систематизації знань: 12) „Аналіз залежностей між випадковими величинами. Обробка статистичних даних”.

Отже, основою класифікації лекцій є – дидактичні цілі занять, їх місце у навчальному процесі. Розроблену нами типологію і структуру лекцій із дисципліни ВМ для аграрних ВНЗ рекомендуємо застосовувати на практиці, під час планування й організації вивчення теоретичного матеріалу, можливо, із деякими змінами і доповненнями. Наступний компонент навчально-пізнавальної діяльності студентів під час вивчення дисципліни ВМ, що є обов’язковим елементом формування і засвоєння знань і способів діяльності, – самотійна робота, основною метою якої є закріплення теоретичного матеріалу.

2.2.3. Вивчення теоретичного матеріалу студентами самотійно.

Самотійна робота студентів – невід’ємна складова навчального процесу ВНЗ, на яку відводиться до 50 % загального обсягу часу. Методику організації СНПДС в аграрному ВНЗ описано в публікаціях автора дослідження [151, 180]. Деталізуємо основні види самотійної роботи під час вивчення теоретичного матеріалу.

Діяльність першокурсників під час самотійної роботи поза аудиторією залежить від сформованості в них навичок самотійної навчально-пізнавальної діяльності, навчальної мотивації, рівнів навченості та научуваності, пізнавальних стилів. Ефективність самотійної роботи в умовах ДН досягається в результаті створення викладачем умов для можливості вибору першокурсниками способу представлення навчального матеріалу, джерел навчальної інформації, темпу опрацювання, інших чинників, зумовлених їх індивідуально-психологічними особливостями сприймання, обробки й засвоєння ЗУН. Для ефективної організації СНПДС викладачеві доцільно подбати про створення методично обґрунтованих дидактичних матеріалів для самотійної роботи контролю й корекції результатів навчальних досягнень студентів [228, с. 184–209].

Організація вивчення теоретичного матеріалу з вищої математики відбувається на лекціях трьох типів, як було зазначено вище (див. пункт 2.2.2). Відмітимо особливості позааудиторної СНПДС відповідно до виділених типів лек-

ційних занять; деталізуємо найбільш доцільні прийоми і методи здійснення контролю навчальних досягнень аграріїв у процесі самостійної роботи.

Використовуючи перший тип лекції – вступної, викладачеві доцільно спланувати традиційний вид позааудиторної СРС. Відповідно до орієнтовного плану вступної лекції (див. пункт 2.2.2), основною метою організації самостійної роботи є розширення світогляду студентів, розвиток інтересу до історії науки, досягнень діячів минулого та сучасності. Однією із форм традиційної самостійної роботи для цього типу лекції є виконання студентами творчих завдань, результати яких свідчать про загальний розвиток першокурсників: уміння працювати з літературою, здійснювати навчально-пошукову діяльність, проявляти здатність до систематизації й виділення головного в навчальній інформації, узагальнень, демонстрації рівня сформованості естетичного смаку. Зазначені риси характеру особистості відображаються у вмінні студентів оформляти матеріали, презентувати їх широкому загалу. Домінуючими критеріями саме такого виду індивідуальної діяльності студентів є пізнавальні стилі, рівні сформованості мотивації й самостійності; допоміжними є навченість і научуваність.

Виокремимо вимоги до структури й оформлення матеріалів традиційної СРС вступної лекції: тема реферату (повідомлення); розширений план; список використаної літератури з обов'язковими посиланнями у тексті на джерела інформації. Загальний обсяг роботи становить 5–9 аркушів комп'ютерного набору.

Викладач здійснює контроль вибору тематики (якщо не передбачено списку рекомендованих тем), змісту самостійно підготовлених студентами рефератів (повідомлень). Оцінювання виконання СРС доцільно здійснювати на консультації за результатами виступів (повідомлень). Кращі роботи (частково доопрацьовані) можуть бути рекомендовані для виступів майбутніх агрономів на наукових конференціях, для оформлення матеріалів студентських і кафедральних газет, обговорення найбільш цікавих тем на предметних гуртках.

Наступному типу лекції – формування нових знань і способів діяльності характерна організація традиційної позааудиторної СРС. Слід зауважити, що характер останньої дещо інший, ніж вступної лекцій. Метою організації такого

виду СНПДС є засвоєння нових (базових) знань і способів діяльності, з якими студенти ознайомились під час лекції, самостійне опрацювання питань, що розширюють зміст модуля, розглянутого в аудиторії. По суті, майбутній фахівець виконує два види діяльності: опанування матеріалу ЗМ, який висвітлив викладач на занятті; індивідуальну роботу, спрямовану на добір, пошук і опрацювання додаткових питань поглибленого рівня, їх розуміння й осмислення.

Управління традиційною СНПДС викладач здійснює у процесі забезпечення доступу студентів до складових навчально-методичного комплексу дисципліни. Серед останніх виділимо: робочу програму; календарно-тематичний план; перелік тем СРС, що містить розширений план і запитання для самоконтролю; дидактичні матеріали (рисунок, ОК, таблиці); списки рекомендованої літератури (основної й додаткової). Окремо виділимо методичні розробки, в яких вміщено плани ПЗ, перелік основних понять, алгоритмів, завдань базового та поглибленого рівнів, приклади розв'язування типових вправ, які було розглянуто під час лекції, додаткові завдання практичного змісту як обов'язкову складову дидактичних матеріалів для аудиторної й самостійної роботи студентів. Доцільним компонентом дидактичних матеріалів для СРС є розширені пояснення і коментарі до прикладів, представлення кількох способів розв'язування типових завдань, задачі прикладного змісту із вказівками (підказками), розв'язування (обговорення) яких передбачено під час практичних занять.

Приклад доцільних завдань мінімального й базового рівнів, розв'язування яких передбачено під час традиційної СРС після лекції, типу формування нових знань і способів діяльності до ЗМ „Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”, поданий нижче. Умови задач доцільно розмістити у конспектах лекцій, перед запитаннями для самоконтролю. Результати розв'язування викладач планує для обговорення під час ПЗ („*” відмічаємо завдання більш складного рівня).

Задача 2.2.4. На рис. 2.6, а зображено графік залежності врожайності y (ц/га) зерна кукурудзи від кількості внесеного азотного добрива x (кг/га), що описується аналітично: $y = -0,0021x^2 + 0,936x + 49,84$ [78, с. 65–66]. Визначити, яка кількість

внесених добрив дає найбільшу врожайність кукурудзи; аргументувати доцільність внесення добрив у розмірі 300 ц/га. Висновки підтвердити графіком.

Зауважимо, що до задачі 2.2.4 доречно звернутись викладачеві в процесі вивчення ЗМ „Застосування диференціального числення при розв’язуванні задач” до демонстрації етапів дослідження функції на екстремум, аналізу алгоритму пошуку найбільшого та найменшого значень функції однієї змінної.

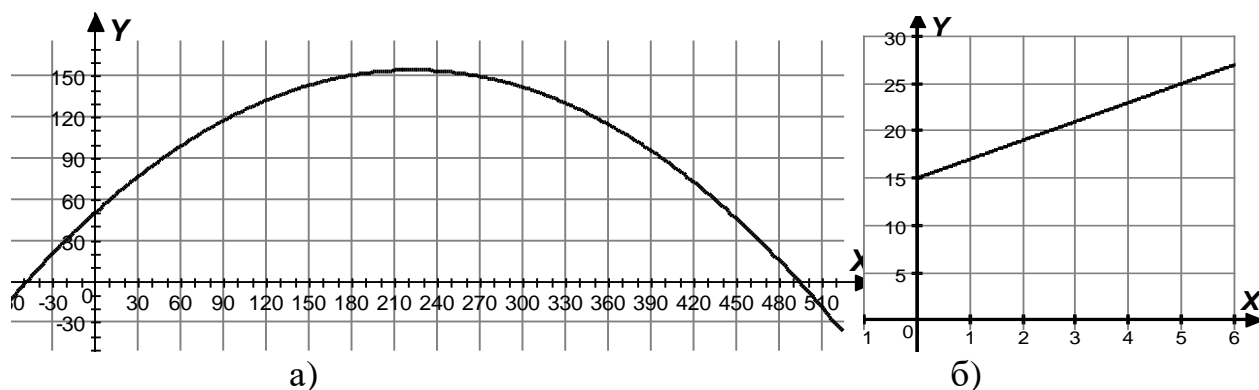


Рис. 2.6. Ілюстрації до задач 2.2.4 і 2.2.5

Задача 2.2.5.* Збільшення врожайності зернових культур у фермерському господарстві за останні 5 років задано графіком (рис. 2.6, б) (на осі ординат відкладено врожайність (ц/га); на осі абсцис – роки). Визначити: 1) у якому році врожайність досягне 24 ц/га; 2) врожайність зернових культур у фермерському господарстві, яка була п’ять років тому; яка буде через п’ять років (за умови збереження тенденції); 3) на скільки центнерів щорічно зростає врожайність зернових культур у господарстві [12, с. 58]?

Побудувати графік залежності росту врожайності зернових культур у фермерському господарстві за умови, що початкова становила – 20 ц/га, а тенденція росту врожайності залишалась без зміни.

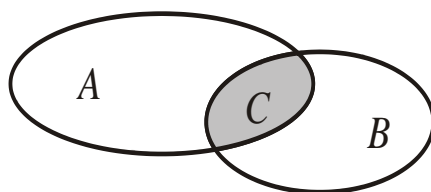
Розв’язування задач 2.2.4 і 2.2.5 націлене на формування у студентів умінь описувати поведінку й властивості функцій за їх графіками, проводити аналогію між ММ і агробіологічними процесами, що виступає обов’язковим показником математичної культури студентів-аграріїв. Зауважимо, що в матеріали для СРС доцільно внести пояснення у вигляді приміток або зауважень, які містять пояснення до термінології фахових дисциплін.

Після лекції типу формування нових знань і способів діяльності в процесі організації диференційованого навчання математики викладач має розробити дидактичні матеріали для організації традиційного виду СРС враховуючи домінуючі критерії: наукованість, пізнавальні стилі, навченість, рівні розвитку самостійності та допоміжні – рівні сформованості мотивації.

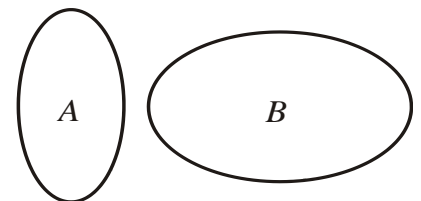
У наступному фрагменті представлено приклад теоретичного матеріалу, виділеного для традиційної самостійної роботи, з метою індивідуального опанування студентами окремого питання „Операції (дії) над множинами” змістового модуля „Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”.

„Над множинами як і над іншими математичними об’єктами (числами, функціями тощо) можна виконувати певні дії (операції).

Перерізом (добутком) множин A і B називається множина C , що складається з елементів, які одночасно належать і множині A , і множині B ; позначається: $C = A \cap B$, тобто $C = \{x \mid x \in A \text{ і } x \in B\}$. Запис читається так: „множина C є перерізом множин A і B ”. Переріз множин на діаграмах Ейлера-Венна має вигляд (рис. 2.7, а, б):



а) $A \cap B = C$



б) $A \cap B = \emptyset$

Рис. 2.7. Переріз множин A і B

Приклад: 1) дано множини: $M_1 = \{\text{польові рослини}\}$, $M_2 = \{\text{рослини із стрижневою кореневою системою}\}$, тоді $M_1 \cap M_2 = \{\text{польові рослини із стрижневою кореневою системою}\}$; 2) дано множини: $A = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$, $B = \{x \mid x \in \mathbb{N}\}$. Якщо $C_1 = A \cap B$, то $C_1 = \{1, 2, 3\}$; 3) дано множини: $A = \{x \mid x^2 + 3x - 4 = 0\}$, $B = \{x \mid x^2 - x = 0\}$. Якщо $C_2 = A \cap B$, то $C_2 = \{1\}$, оскільки $A = \{-4; 1\}$, $B = \{0; 1\}$.

Об’єднанням (сумою) множин A і B називається така множина C , що складається з елементів, які належать множині A або множині B , або і A , і B одночасно. Позначається: $C = A \cup B$, тобто $A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ або } x \in B\}$. Запис чи-

тається так: „множина C є об'єднанням множин A і B ”, схематично зображається на діаграмах (рис. 2.8, а, б).



Рис. 2.8. Об'єднання множин A і B

Приклад (умови завдань 1)–3) аналогічні до попереднього прикладу):

- 1) тоді $M_1 \cup M_2 = \{\text{усі польові рослини й інші рослини зі стрижневим коренем}\}$;
- 2) якщо $C_1 = A \cup B$, то $C_1 = \{-1, 0, 1, 2, 3\}$; 3) якщо $C_2 = A \cup B$, то $C_2 = \{-4, 0, 1\}$, оскільки $A = \{-4; 1\}$, $B = \{0; 1\}$ ”.

Аналогічним чином доцільно представити матеріал СРС, у якому сформульовано означення різниці двох множин A і B , B і A .

Результати формувального експерименту свідчать про те, що на перших лекціях доречно пропонувати невеликі за обсягом питання (теми) для позааудиторної СРС, оскільки за даними КЕ у першокурсників не сформована навчальна самостійність. Ефективним прийомом розвитку індивідуальної самостійної діяльності студентів є нарощення складності й обсягу завдань із кожною наступною лекцією.

Фрагменти методичних розробок завдань для організації контролю результатів навчальної діяльності студентів деталізовано у пункті 2.2.2 на прикладі матеріалу ЗМ „Розв’язування систем лінійних рівнянь”. Контроль за результатами традиційної СРС інших ЗМ організовується подібним чином.

Останній тип лекції – лекція узагальнення і систематизації знань. Для цього типу лекції доцільно організовувати позааудиторну як традиційну, так і випереджальну СРС. Суть традиційної самостійної роботи після лекції цього типу полягає у підготовці студентів до підсумкових (модульних) заходів контролю: колоквиум, тестування (завдання теоретичного або практичного змісту, або комплексне їх поєднання), підготовка до контрольної роботи, виконання завдань розрахунково-графічної роботи (якщо такі заплановано), перевірка наявності й

правильності розв’язків домашніх вправ, інших форм організації СПНДС. Оскільки лекція узагальнення і систематизація знань – це останнє заняття в блоці ЗМ, то СРС є покроковою підготовкою студентів до модульного контролю. Домінуючі й допоміжні критерії організації традиційної СНПДС в умовах ДН вищої математики лекцій цього типу аналогічні до попереднього типу лекційного заняття.

Метою організації випереджальної СНПДС перед лекцією цього типу є актуалізація наявних знань студентів, попередня підготовка до сприймання нового матеріалу на основі певного рівня сформованих теоретичних понять і практичних навичок. Для цього типу СРС викладач виділяє основні складові ЗМ, формули та співвідношення, алгоритми розв’язування типових завдань блоку.

Зручним і наочним для випереджальної СРС є повторення матеріалу ЗМ за блок-схемами і ОК; підготовка відповідей на запитання, що входять до екзаменаційних білетів. Прикладом такого ОК окремого питання ЗМ „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій” є схема, призначена для випереджального самостійного опрацювання з метою актуалізації знань студентів із ШКМ перед лекцією на тему „Застосування інтегрального числення” (рис. 2.9):

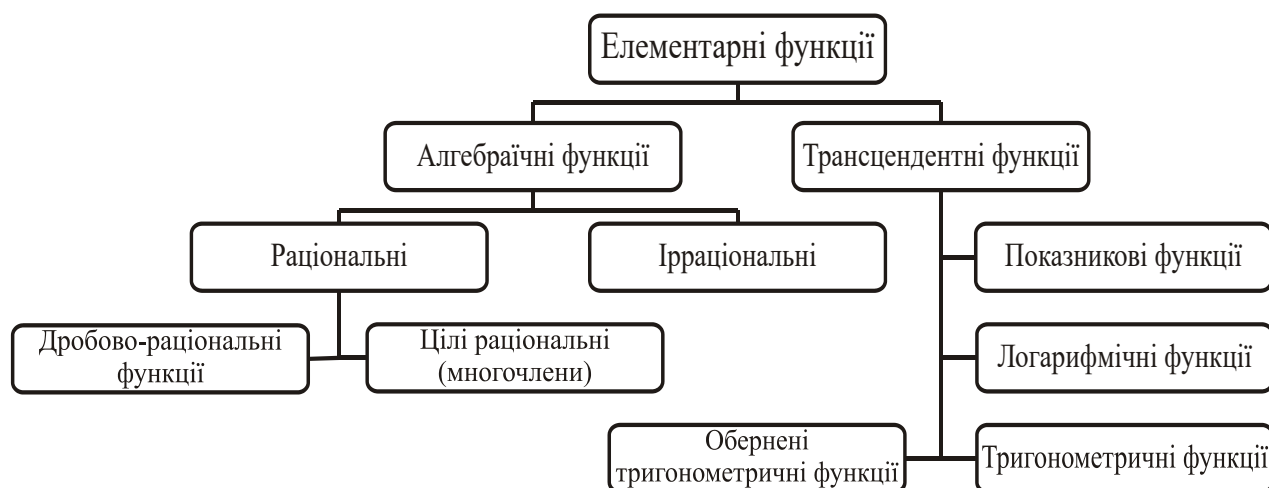


Рис. 2.9. Схема „Класифікація елементарних функцій”

Такий спосіб представлення матеріалу для випереджальної СРС не лише зручний на етапі повторення, а й ефективний засіб узагальнення та систематизації знань студентів. Створення ОК, графічних об’єктів, що відображають зв’язки між основними поняттями, є необхідною діяльністю для роботи в аудиторії під час лекцій різних типів, на окремих етапах, для фронтального повто-

рення теоретичного матеріалу ПЗ, під час самостійної підготовки студентів до поточних і підсумкових форм контролю.

Метою перевірки результатів випереджальної СРС є визначення рівня сформованості основних понять ЗМ, на яких вибудовуються наступні етапи навчально-пізнавальної діяльності студентів під час лекції. Його доцільно здійснювати до наступного заняття або на його початку. Терміни проведення контролю випереджальної СРС зумовлені плануванням, у разі необхідності, й проведенням корекційної роботи результатів засвоєння теоретичного матеріалу лекції, сформованістю практичних навичок розв'язування типових завдань базового рівня.

За результатами виконання всіх видів СРС викладач визначає рейтинг студентів у групі й на потоці, веде облік результатів усіх видів їхньої діяльності.

Отже, для лекції узагальнення і систематизації знань доречно організувати випереджальну і традиційну СНПДС, що, в свою чергу, є передумовою здійснення поточного й підсумкового контролю, заходів корекції.

Творчим і цікавим практичним завданням для СРС, націленим на узагальнення, систематизацію, закріплення і перевірку знань теоретичного матеріалу, є створення математичних кросвордів. Така діяльність вимагає від студента витрат часу не лише на добір і формулювання змістовних запитань, що стосуються ЗМ чи блоку дисципліни, а й на схематичне їх оформлення. Для економії часу на komponування математичних складових, зручною і простою у користуванні є програма Crossword Forge Puzzle. Обмежень у її використанні практично немає: для формування кросворду слова програмою вибираються автоматично, кожного разу можливою є зміна форми та складу його компонентів. У додатку 3 представлено приклад одного із можливих варіантів кросворду, запитання якого містять матеріал першого блоку ЗМ [34].

Ми описали орієнтовну модель процесу теоретичної підготовки студентів під час лекцій і самостійно, представили фрагменти доцільних прийомів організації контролю результатів навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців-аграріїв. Наступним етапом диференційованого навчання вищої математики в аграрному ВНЗ є розробка методичного комплексу організації ПЗ.

2.3. Диференційоване формування практичних навичок і вмінь розв'язування математичних задач

Диференційоване формування практичних навичок і вмінь із математики у ВНЗ III–IV рівнів акредитації має такі складові: підготовка до проведення практичних занять; організація діяльності студентів під час ПЗ; самостійна робота студентів під час занять і позааудиторно.

В аграрному ВНЗ кожен компонент навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” має визначену структуру. Підготовчий етап до проведення ПЗ передбачає планування комплексу занять із урахуванням змістового наповнення лекцій; добір методів, прийомів і засобів навчання відповідно до цілей практичної підготовки з дисципліни, реалізація яких здійснюється на основі динамічної диференціації навчання математики.

Практична підготовка з вищої математики в аграрних ВНЗ в умовах диференційованого навчання здійснюється в процесі організації занять трьох типів. Окреме місце відводимо комбінованим типам ПЗ. Типи практичних занять і їх структурні компоненти добирають згідно цілей практичної математичної підготовки, цільових завдань занять і їх окремих етапів, відповідно до загальної концепції формування фахівця з агрономії.

На особливу увагу в структурі практичної математичної підготовки майбутніх аграріїв заслуговує СНПДС під час занять і позааудиторно. Метою організації самостійної роботи студентів в умовах диференційованого навчання є формування й закріплення індивідуальних знань, умінь і навичок із вищої математики для подальшої фахової підготовки. Засвоєння студентами математичних методів у комплексному поєднанні з комп'ютерною технікою, засобом, що забезпечує ефективне розв'язування агробіологічних задач, зміцнює мотивацію майбутніх аграріїв до вивчення дисципліни, активізує пізнавальний інтерес, покращує наукованість і навченість першокурсників, формує самостійність. Мета практичної підготовки з дисципліни полягає у забезпеченні майбутніх фахівців із агрономії математичним апаратом, придатним для подальшого професійного становлення.

2.3.1. Підготовка до практичних занять.

Кожне ПЗ – це складова навчального процесу. Вибір типу і структури ПЗ повністю підпорядкований відповідним типам лекційних занять. Основою класифікації лекцій і ПЗ є дидактичні цілі занять, їх місце у навчальному процесі. Виділяємо основні типи ПЗ із вищої математики в аграрному ВНЗ: ПЗ-1 – *формування навичок і вмінь*; ПЗ-2 – *застосування ЗУН*; *комбіновані* ПЗ-3 типу: ПЗ-3.1 – *контролю ЗУН, формування навичок і вмінь*; ПЗ-3.2 – *узагальнення, систематизації, контролю й корекції ЗУН*. У табл. 2.6 виділено найбільш доцільні типи ПЗ до кожного ЗМ із навчальної дисципліни ВМ, згідно з обраною класифікацією [186].

Варіативність типів ПЗ зумовлена цілями підготовки майбутніх фахівців із агрономії, метою окремих занять, рівнями навченості та научуваності першокурсників, наявністю матеріально-технічних засобів в арсеналі викладача. Зауважимо, що вибір типів ПЗ не є єдино можливим, особливо це стосується комбінованих типів занять [176]. Складові підготовчого процесу до проведення ПЗ не мають суттєвих відмінностей із лекціями (див. пункт 2.2.1), за винятком етапу формування змістового наповнення аудиторної й позааудиторної діяльності студентів.

Зміст окремого ПЗ складається з однієї теми (або кількох тем), ЗМ (або блоку модулів). Організація практичної підготовки з вищої математики в умовах диференціації здійснюється в процесі компонування змістового наповнення практичних завдань різного рівня складності та глибини засвоєння навчального матеріалу відповідно до програми дисципліни. У нашому дослідженні виділяємо вимоги до засвоєння основних понять, алгоритмів, співвідношень двох рівнів: мінімального (базового) і обов'язкового (підвищеного).

Поділ питань на базовий та обов'язковий рівні використовується з метою формування у студентів більш глибоких ЗУН. У питання поглибленого рівня вміщено матеріал для демонстрації прикладної спрямованості дисципліни ВМ, застосування її в агрономії, економіці й інших галузях.

Змістовий компонент підготовчого етапу до проведення ПЗ із вищої математики містить складову, на основі якої уточнюються, плануються й корегу-

ються матеріали аудиторної й позааудиторної навчальної діяльності студентів – вхідний контроль.

Таблиця 2.6

Типи практичних занять із вищої математики

Тематика ПЗ	Типи ПЗ
Перший блок ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання”	
1. Функції, їх класифікація. Побудова графіків функцій за їх властивостями	ПЗ-3.1 – контролю ЗУН, формування навичок і вмінь
2. Обчислення границь функцій	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
3. Диференціальне числення функцій	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
4. Застосування диференціального числення функцій	ПЗ-2 – застосування ЗУН
5. Інтегральне числення функцій	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
6. Застосування інтегрального числення	ПЗ-2 – застосування ЗУН
7. Диференціальне та інтегральне числення функцій	ПЗ-3.2 – узагальнення, систематизації, контролю й корекції ЗУН
Другий блок ЗМ „Дисперсійний аналіз в агрономії”	
8. Повторні незалежні випробування	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
9. Обчислення числових характеристик випадкових величин. Нормальний розподіл	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
10. Обчислення числових характеристик варіаційних рядів	ПЗ-2 – застосування ЗУН
11. Перевірка гіпотез про закон розподілу. Дисперсійний аналіз випадкової величини	ПЗ-1 – узагальнення, систематизації, контролю й корекції ЗУН
12. Кореляційний аналіз	ПЗ-3.2 – застосування ЗУН
Третій блок ЗМ „Алгоритмізація програм із агрономії”	
13. Розв’язування систем лінійних рівнянь	ПЗ-1 – формування навичок і вмінь
14. Метод найменших квадратів	ПЗ-2 – застосування ЗУН
15. Алгоритм обробки статистичних даних	ПЗ-2 – застосування ЗУН

Його традиційно проводить викладач на першому ПЗ й організовує згідно з такими вимогами: 1) виділення основних елементів знань із ШКМ, необхідних для успішного засвоєння вищої математики; 2) розробка тестових завдань різного рівня складності відповідно до виділених елементів знань із ШКМ, що містять завдання закритого і відкритого типу; 3) розробка чітких критеріїв оцінювання кожного завдання, в основу яких покладаємо ступінь складності, кіль-

кість необхідних дій і внесення навчальних елементів, застосування яких націлене на розв'язування кожного завдання [100, с. 90–102].

Метою здійснення ВК із математики є не лише визначення рівнів залишкових знань кожного першокурсника із ШКМ або окремих тем, а й можливість для викладача та студентів відстежувати динаміку їх наочуваності. Вона проявляється під час навчальної діяльності аграріїв і корекційної роботи викладача протягом семестру, у результатах поточного й підсумкового контролю. За результатами вхідного контролю викладач формує перші динамічні групи, основою виділення яких є навченість студентів.

Критеріями диференційованого формування практичних умінь і навичок розв'язування математичних задач під час аудиторної й позааудиторної навчальної діяльності студентів є навченість і наочуваність, пізнавальні стилі, рівні сформованості самостійності й мотивації. Зазначені критерії є основою вибору викладачем відповідних методів, дидактичних прийомів і засобів навчання, як передумов досягнення мети і завдань практичної математичної підготовки агрономів. Головним критерієм вибору є міра їх впливу на формування у студентів відповідних практичних навичок і умінь, розвиток пізнавального інтересу, інтелекту, творчих здібностей як кожного окремого прийому і методу, так і комплексного поєднання.

Серед основних організаційних форм практичної підготовки з математики в аграрному ВНЗ виділяємо колективну роботу студентів в аудиторії під керівництвом викладача. Вона спрямована на формування й засвоєння нових знань і способів діяльності шляхом розв'язування стандартних (типових) задач базового рівня. Метою організації такої форми діяльності є опанування студентами основних етапів і способів розв'язування завдань мінімального рівня. Під час організації практичної підготовки в умовах диференціації тривалість такого виду діяльності на ПЗ визначається змістовим наповненням заняття. Для студентів, які мають достатній рівень знань, колективне закріплення нового матеріалу не є обов'язковим, для них доцільно передбачити завдання для самостійного розв'язування.

Викладач від колективної роботи спрямовує діяльність студентів до групової, яка здійснюється шляхом виділення динамічних гомогенних або гетерогенних

груп в аудиторії залежно від типу завдань, що ставляться перед конкретним етапом ПЗ. Зазвичай групову форму діяльності студентів використовують у процесі формування навичок розв'язування задач певного класу, закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни, ігрових ситуацій. Під час ПЗ в умовах групового навчання, доцільно передбачити комбінації і перерозподіл складу мікрогруп студентів, об'єднання (поділ) кількох груп або їх підскладових, що зумовлено цілями занять, типами завдань. Така діяльність під час ПЗ організовується як групова самостійна робота під керівництвом викладача, що є найбільш поширеною формою навчально-пізнавальної взаємодії студентів під час занять [119, с. 51–76].

На особливу увагу в процесі планування практичної підготовки з вищої математики заслуговує індивідуальна робота студентів під час ПЗ. Це аудиторна СРС під керівництвом викладача, який організовує на ПЗ розв'язування завдань кількох видів, зокрема: 1) завдання, що мають різний рівень складності; 2) завдання, що мають однаковий рівень складності й розраховані на різну міру допомоги викладача або студента-консультанта [257, с. 134–142].

Підготовку й організацію самостійної та індивідуальної навчально-пізнавальної діяльності студентів доцільно здійснювати, використовуючи різноманітні дидактичні прийоми, серед яких окреме місце відводимо таким, що передбачають застосування КТ. Зокрема, під час підготовки до ПЗ доречно в навчальному процесі використовувати мультимедійні засоби, динамічні презентації, графопроектор, інші ТЗН, а це, в свою чергу, потребує від викладача ретельної підготовки й планування. Зокрема, результати наукових досліджень, у яких вивчається ефективність упровадження системи комп'ютерної математики у навчальний процес вищої школи, свідчать, що навчальні програми дозволяють значно розширити спектр завдань, які доцільно розв'язувати під час викладання матеріалу дисципліни: 1) проведення математичних досліджень, що вимагають аналітичних перетворень і числових розрахунків; 2) розробка алгоритмів, що реалізують ті чи інші методи розв'язування задач, їх аналіз і застосування; 3) математичне моделювання і комп'ютерний експеримент; 4) аналіз і обробка статистичних і експериментальних

даних; 5) візуалізація результатів дослідження, їх графічне представлення; 6) створення графічних і розрахункових матеріалів [248, с. 26–29].

Результати пошукового експерименту свідчать, що комп'ютерну техніку викладач може доцільно використати на будь-якому із етапів підготовки й проведення ПЗ: від етапу формування мотивації, контролю залишкових знань, до підбиття підсумків занять, оцінювання діяльності студентів. Однією із умов ефективного її використання є чітке планування й передбачення ролі, місця й функцій ТЗН саме на конкретному етапі ПЗ у відповідній академічній групі.

У процесі здійснення практичної підготовки з вищої математики в умовах диференціації викладач планує необхідну міру допомоги студентам, у тому числі й під час застосування різноманітних видів ТЗН, що передбачає розробку відповідного методичного забезпечення дисципліни.

Серед основних засобів навчання вищої математики на ПЗ усіх типів, застосування яких спрямоване на формування системи обов'язкового рівня ЗУН, виокремимо задачі. В умовах ДН із кожного ЗМ викладачеві доцільно виділяти окремі типи задач. За основу класифікації задач обираємо ступінь самостійності студентів під час їх розв'язування, оскільки СРС є найбільш поширеною навчально-пізнавальною діяльністю під час організації практичної підготовки з математики. Виділимо задачі для колективної, групової, індивідуальної і СРС в аудиторії. Обов'язковим є добір і поєднання типів задач, що відповідають макроструктурі ПЗ [80].

Важливе місце в плануванні системи ПЗ усіх типів необхідно відводити визначенню місця і форм контролю знань студентів. У ВНЗ використовують такі види контролю навчальних досягнень студентів: 1) вибіркоче усне опитування на початку заняття; 2) фронтальне стандартизоване опитування за картками і тестами протягом 5–10 хв; 3) фронтальна перевірка виконання домашніх завдань; 4) самостійна робота студентів біля дошки над розв'язуванням задач, аналогічних до розглянутих в аудиторії або до задач домашньої роботи; 5) оцінка міри участі студента у процесі заняття (внесення пропозицій, оригінальних способів розв'язування, уточнень і визначень, доповнень попередніх відповідей та інших форм діяльності); 6) письмова КР (до 45 хв); 7) СРС навчаючого, контро-

люючого характеру (протягом 20–30 хв); 8) перевірка виконання індивідуальних завдань; 9) письмовий або тестовий контроль за допомогою комп'ютера [257, с. 107]. Усі перераховані види контролю доцільно застосовувати під час перевірки рівнів навчальних досягнень студентів агрономічного факультету.

Планування практичної математичної підготовки передбачає продовження й логічне завершення аудиторної навчально-пізнавальної діяльності студентів у вигляді домашньої роботи. Це один із видів індивідуальної самостійної роботи, відомої студентам ще зі школи. Її організація і проведення здійснюється з метою закріплення матеріалу, вивченого під час аудиторного заняття (лекції чи ПЗ); самостійного опанування ЗУН; розв'язування задач за зразком, або таких, що вимагають творчого підходу; підготовка до заходів контролю. Результати проведеного КЕ свідчать про те, що у ВНЗ аграрного профілю домашні завдання не диференціюються за рівнем складності й загальності. У цьому випадку викладачі недооцінюють навчальні можливості саме такого виду індивідуальної диференційованої СРС.

Окрім традиційних видів домашніх завдань, у ВНЗ доцільно розробляти комплексні індивідуальні завдання. Це завдання розрахунково-графічних робіт, які містять набір задач для розв'язування протягом тривалого часу. Їх зміст охоплює основні поняття блоку ЗМ. Метою організації такої навчальної діяльності студентів є закріплення теоретичних знань блоку ЗМ практичними навичками та вміннями. До кожної теми розрахунково-графічних робіт доцільно добирати відповідні типи задач, розробляти методичні рекомендації щодо їх розв'язування у вигляді основних теоретичних відомостей по кожному ЗМ. Такі завдання мають бути теж диференційованими як за рівнем складності, так і за змістом.

Підготовка майбутніх агрономів передбачає поступове становлення фахівця, здатного орієнтуватись у ММ, використовувати їх у подальшій професійній діяльності на основі певного рівня сформованих ЗУН. Вивчення ММ, що описують агробіологічні процеси і явища, вимагає від викладача формування відповідного рівня математичних знань і вмінь, від студентів – їх засвоєння, принаймні на обов'язковому рівні, що є необхідною передумовою успішного здійснення подальшої професійної діяльності майбутніх агрономів.

Таким чином, планування системи ПЗ передбачає визначення цілей і завдань; психолого-педагогічних передумов організації практичної математичної підготовки; виділення методів, форм і засобів навчання за результатами модульного планування, що націлено на організацію процесу опанування студентами матеріалу дисципліни. У дослідженні представлено доцільні компоненти методичної системи диференційованого навчання вищої математики майбутніх аграріїв. Процес підготовки до ПЗ з дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” у ВНЗ аграрного профілю описаний у публікаціях автора дослідження [176, 183].

2.3.2. Методичні особливості проведення практичних занять в умовах диференціації.

До першого типу практичних занять із вищої математики в аграрному ВНЗ відносимо ПЗ-1 – *формування навичок і вмінь*. Метою його організації є формування й закріплення основних теоретичних понять ЗМ, означень, формул, співвідношень, правил, алгоритмів, навичок їх застосування у процесі проведення практичних обчислень, аналізу й інтерпретації отриманих результатів, усвідомлення практичного значення ЗУН із математики в майбутній професійній діяльності.

Деталізуємо структурні компоненти ПЗ-1, виділимо цільові завдання окремих етапів, критерії, за якими здійснюється динамічна диференціація навчання математики студентів-аграріїв.

1-й етап – повідомлення теми, мети і завдань заняття. На цьому етапі заняття викладач висуває як загальні цілі формування практичних навичок і вмінь із вищої математики, так і на основі аналізу вимог до обов’язкових результатів навчання – окремого, конкретного ПЗ.

2-й етап – актуалізація опорних знань і практичного досвіду студентів. Однією з особливостей навчання дисципліни ВМ в аграрному ВНЗ є постійна логічна опора на попередній досвід студентів: знань і вмінь із ШКМ, попередніх змістових модулів. Цільовим завданням цього етапу ПЗ-1 є підготовка й активізація студентів до плідної навчальної діяльності в процесі розв’язування практичних задач колективно й самостійно. Викладач добирає підготовчі вправи, розв’язування яких

включає актуалізацію теоретичних знань і практичних навичок, сформованих у студентів на попередніх лекційних і практичних заняттях, під час самостійної роботи. Діяльність викладача здійснюється із урахуванням таких домінуючих критеріїв як навченість і научуваність, рівні сформованості навичок СНПДС, особливості пізнавальних стилів; допоміжних – рівнів навчальної мотивації.

Обов'язковим компонентом організації навчально-пізнавальної діяльності є контроль і корекція результатів діяльності. Контроль на етапі актуалізації опорних знань і практичного досвіду студентів виконує навчально-коригуючу функцію. Метою його організації є виявлення у студентів рівнів знань основних понять для подальшого їх уточнення й поглиблення, підготовка до засвоєння нових способів діяльності; уточнення недоліків і ліквідація прогалин у математичних знаннях і вміннях, здобутих на лекціях і під час самостійної роботи.

Розв'язування практичних завдань під час актуалізації досвіду студентів перед ПЗ-1 розраховане на підготовчу навчально-пізнавальну діяльність та обов'язкове подальше колективне обговорення етапів їх виконання під керівництвом викладача. Такі практичні завдання сприяють усвідомленню основних понять і алгоритмів лекції, відновленню знань і вмінь, необхідних для опанування новим матеріалом практичних занять. Зазначимо, що умови підготовчих вправ доцільно добирати подібні до тих, які вже розв'язували як приклади під час лекційного заняття. Наведемо приклади підготовчих завдань 2.3.1–2.3.4 обов'язкового рівня на тему „Ймовірність подій. Повторні незалежні випробування” (табл. 2.7, 2.8).

Таблиця 2.7

Таблиця актуалізації понять „випробування” і „події” випереджальної СРС

Випробування	Події
Витягування куль із коробки з білими кулями	$A = \{\text{витягли білу кулю}\}; B = \{\text{витягли чорну кулю}\}$
Підкидання монети номіналом 50 коп.	$A = \{\text{випав аверс}\}; B = \{\text{випав реверс}\};$ $C = \{\text{випав парний аверс}\}$
Підкидання грального кубика	$A = \{\text{випало 4 очки на грані кубика}\},$ $B = \{\text{випала парна кількість очок на грані кубика}\}$
Посів зерна пшениці	...
...	...

Завдання 2.3.1.° Заповніть таблицю (табл. 2.7), наведіть приклади.

Зауваження: за рівнем складності поділяємо завдання таким чином: „^o” – завдання обов’язкового рівня; завдання поглиблених рівнів складності: „*” – середнього; „**” – підвищеного.

Завдання 2.3.2.^o Колонки 3–5 табл. 2.8 частково заповнено. Виконати такі завдання, результати пояснити: 2.1) заповнити колонки 3–5 (коментує „візуал” або „кінестетик”); 2.2) продовжити таблицю прикладами (див. табл. 2.8); 2.3) побудувати круги Ейлера для прикладів, наведених у табл. 2.8, (побудову виконує „візуал”); 2.4) прокоментувати табл. 2.8 і діаграми (пояснює „аудил”).

Таблиця 2.8

Таблиця актуалізації понять „події, їх види, дії над подіями”

№	Випробування, події	Дії над подіями		
1	Підкидання грального кубика: $A = \{\text{випала парна кількість очок}\} = \{2, 4, 6\}$, $\hat{A} = \{\text{випала кількість очок менша за 4}\} = \{1, 2, 3\}$	$A + B = \{1, 2, 3, 4, 6\}$	$A \cdot B = \{2\}$	$A - B = \{4, 6\}$
		$B - A = \{1, 3\}$	$\Omega \setminus A = \bar{A} = \{1, 3, 5\}$	$\Omega \setminus B = \bar{B} = \{4, 5, 6\}$
2	По цілі одночасно стріляють два снайпери: $A = \{\text{у мішень влучив перший снайпер}\}$, $B = \{\text{у мішень влучив другий снайпер}\}$	$A + B = \{\text{принаймні один снайпер влучив у мішень}\}$	$A \cdot B = \{\text{одночасно два снайпери влучили у мішень}\}$	$A - B = \{\text{тільки перший снайпер влучив у мішень}\}$
		$B - A = \{\text{тільки другий снайпер влучив у мішень}\}$	$\Omega \setminus A = \bar{A} = \{\text{у мішень не влучив перший снайпер}\}$	$\Omega \setminus B = \bar{B} = \{\text{не влучив другий снайпер у мішень}\}$
3	На ділянці довільним чином вибирають дві рослини: $A = \{\text{перша рослина здорова}\}$, $B = \{\text{друга рослина здорова}\}$	$A + B = \{\text{принаймні одна рослина здорова}\}$	$A \cdot B = \{\text{обидві рослини здорові}\}$	$A - B = \{\text{тільки перша рослина здорова}\}$
		$B - A = \{\text{тільки друга рослина здорова}\}$	$\Omega \setminus A = \bar{A} = \{\text{перша рослина хвора}\}$	$\Omega \setminus B = \bar{B} = \{\text{друга рослина хвора}\}$
4	Із стада навмання вибрали корову: $A = \{\text{корова має річний надій від 3000 кг до 3500 кг}\}$, $B = \{\text{корова має річний надій не менше 3500 кг}\}$	$A + B = \{\text{корова має річний надій більше 3000 кг}\}$	$A \cdot B = \{\text{корова має річний надій 3500 кг}\}$	$A - B = \{\text{корова має річний надій від 3000 кг до 3499 кг}\}$
		$B - A = \{\text{корова має річний надій більший 3500 кг}\}$	$\Omega \setminus A = \bar{A} = \{\text{корова не має річного надою від 3000 кг до 3500 кг}\}$	$\Omega \setminus B = \bar{B} = \{\text{корова має річний надій менший 3500 кг}\}$
5

Під час обговорення результатів випереджальної СРС діяльність викладача вибудовується, серед іншого, на основі врахування особливостей пізнавальних стилів першокурсників, що організовується таким чином: 1) на частині дошки „візуал” заповнює порожні комірки таблиці; 2) „аудил” класифікує події (достовірні, сумісні та інші), які записано у другій колонці табл. 2.8, наводить інші приклади випробувань і подій.

Примітка: доцільно до завдань, записаних у табл. 2.8, наперед підготувати додаткові запитання, типу: „чому дорівнює ймовірність випадання реверса (аверса) монети”, інших.

Завдання 2.3.3.^o Виберіть навмання одну сторінку з підручника [14, 37, 81], підрахуйте, скільки всього на ній літер і скільки разів зустрічаються літери „а”, „ж”, „о”, „з”. Обчисліть імовірність появи кожної літери у тексті (результати виконання завдання повідомляє й записує на частині дошки „кінестетик”).

Зауваження: під час лекції доцільно розв’язати завдання, з метою формування у студентів поняття ймовірності події: «Перевірити ймовірність того, що на першому курсі агрономічного факультету (або у конкретній групі) не більше 36 % студентів, чії прізвища починаються на літери „К” і „П”».

Завдання 2.3.4.^o У ящику 50 яблук сорту A і 30 яблук сорту B . Із ящика взяли два яблука. Знайти ймовірність появи наступних подій: а) обидва яблука сорту A ; б) обидва яблука сорту B ; в) одне яблуко сорту A , а інше – сорту B .

Очікуваний спосіб оформлення розв’язку задачі. Введемо позначення: подія $A_1 = \{\text{першим взяли яблуко сорту } A\}$; подія $A_2 = \{\text{другим взяли яблуко сорту } A\}$; подія $B_1 = \{\text{першим взяли яблуко сорту } B\}$; подія $B_2 = \{\text{другим взяли яблуко сорту } B\}$.

Примітка: викладач перевіряє наявність виконання завдання. Наведемо приклад діалогу під час розв’язування задачі аналітичним методом.

Студент-аналітик. „Як обчислити ймовірність того, що навмання взяли два яблука сорту A ?”

Очікувана відповідь. „Взяли два яблука сорту A означає, що перше яблуко взяли сорту A , і друге яблуко взяли сорту A , тобто відбулись одночасно дві події (A_1 і A_2), які є сумісними. За теоремою (про ймовірність добутку двох суміс-

них подій) маємо: $P_1 = P(A_1) \cdot P(A_2 / A_1)$, де $P(A_1) = \frac{50}{50+30}$, а $P(A_2 / A_1) = \frac{50-1}{80-1} = \frac{49}{79}$. Отже, $P_1 = P(A_1) \cdot P(A_2 / A_1) = \frac{50}{80} \cdot \frac{49}{79} = 0,388 = 38,8 (\%)$.”

Студент-аналітик. „Як обчислити ймовірність того, що підряд взяли два яблука сорту B ?”

Очікувана відповідь. „Аналогічно до попередніх міркувань, події (B_1 і B_2) – сумісні, тому $P_2 = P(B_1) \cdot P(B_2 / B_1)$, де $P(B_1) = \frac{30}{50+30}$, а $P(B_2 / B_1) = \frac{30-1}{80-1} = \frac{29}{79}$.

$$P_2 = P(B_1) \cdot P(B_2 / B_1) = \frac{30}{80} \cdot \frac{29}{79} = 0,138 = 13,8 (\%)$$

Студент-аналітик. „Як обчислити ймовірність того, що підряд взяли два яблука різних сортів?”

Очікувана відповідь. „Підряд взяли два яблука різних сортів означає, що перше яблуко взяли сорту A , а друге яблуко – сорту B , або перше яблуко взяли сорту B , а друге яблуко – сорту A . Тобто кожна окрема пара подій (A_1 і B_2) і (B_1 і A_2) – сумісна, але одночасно вони відбуватися не можуть. Отже, пари подій несумісні, за теоремою про ймовірність суми двох несумісних подій, їх імовірність дорівнює сумі ймовірностей:

$$P_3 = P(A_1) \cdot P(B_2 / A_1) + P(B_1) \cdot P(A_2 / B_1) = \frac{50}{80} \cdot \frac{30}{79} + \frac{30}{80} \cdot \frac{50}{79} = 2 \cdot 0,237 = 0,475 = 47,5 (\%)$$

Студент-аналітик. „Як виконати контроль проведених обчислень?”

Очікувана відповідь. „Події (A_1 і A_2), (B_1 і B_2), (A_1 і B_2) і (B_1 і A_2) утворюють повну групу, сума їх імовірностей дорівнює одиниці:

$$P_1 + P_2 + 2 \cdot P_3 = 0,39 + 0,14 + 2 \cdot 0,24 = 1$$

Примітка: якщо рівень математичної підготовки студентів академічної групи достатній, то доречно додатково (повторно) у формі діалогу зупинитись на обговоренні окремих етапів розв’язання задачі синтетичним методом.

Зауваження: в аудиторії, під час лекції, розв’язано подібну задачу, з метою формування й закріплення у студентів поняття ймовірності видів подій (теорем додавання і множення ймовірностей подій): „На полі працюють три

бригади. Ймовірність виконання плану першою бригадою – 0,71; другою – 0,82; третьою – 0,94. Знайти ймовірності: 1) повного виконання плану трьома бригадами; 2) виконання плану тільки однією бригадою; 3) виконання плану тільки двома бригадами; 4) виконання плану хоча б однією бригадою”.

Наступний фрагмент – задача середнього рівня складності. Мета розв’язування – закріплення у студентів поняття „найімовірнішого числа появи подій”. Викладач пропонує розв’язати задачу двома способами: перший – обчислити за формулою Бернуллі можливі варіанти життєздатності черенків; другий – обчислити безпосередньо за формулою найімовірнішого числа появи подій. Обов’язковою умовою виконання завдання є обговорення й порівняння результатів.

Завдання 2.3.5.* Садівник зробив восени 6 щеплень. Із досвіду минулих років відомо, що після зимівлі 7 із кожних 10 черенків лишаються життєздатними. Яка кількість життєздатних черенків є найбільш імовірною?

Обговорення розв’язання доцільно організувати таким чином: на частині дошки студент-кінестетик записує результати розв’язування за формулою Бернуллі; студент-аудит усно аналізує записи; на іншій частині дошки студент-візуал робить записи обчислень за формулою найімовірнішої кількості появи події.

Зауваження: в аудиторії, на фолії під час лекції було продемонстровано й обговорено зміст подібної задачі: „Знайти найімовірнішу кількість випадання реверса під час п’яти підкидань монети”.

3-й етап – мотивація навчальної діяльності студентів. Організовується подібним чином як і під час лекцій на основі виділених критеріїв динамічної диференціації. Головним цільовим завданням діяльності викладача в процесі формування позитивної мотивації на ПЗ є створення умов переходу зовнішніх мотивів у внутрішню потребу студента, активізація його навчально-пізнавальних інтересів.

Формування інтересу до розв’язування математичних задач на ПЗ і самостійно залежить від вдалого компонування змісту навчального матеріалу, методів, прийомів і засобів організації діяльності студентів, серед яких важливу роль відводимо розв’язуванню задач прикладного змісту [182]. Представимо приклад

компонування етапу актуалізації опорних знань, практичного досвіду студентів і етапу формування навчальної мотивації у вигляді діалогу, поданого нижче.

Викладач. „У всіх практичних завданнях, які ви розв’язали самостійно й обговорили на ПЗ, основним поняттям були „прості події”. Вам відомо, що в ході вивчення теоретичного матеріалу, часто зустрічаються задачі, в яких необхідно обчислити ймовірність появи (не появи) „складних подій”.

Наше завдання полягає у відпрацюванні вмінь обчислювати ймовірності появи (не появи) складних подій у результаті обчислення ймовірностей простих подій із використанням теорем додавання і множення ймовірностей.

У якій формулі поєднано теореми множення і додавання ймовірностей?

Як обчислити ймовірність появи (не появи) події A , що може відбутись за умови настання однієї із несумісних подій B_1, B_2, \dots, B_n , що утворюють повну групу?”

Студент-аудит усно відповідає на запитання викладача.

Студент-візуал зображає на дошці графічні об’єкти і пояснює їх (ілюстрація повної групи подій, теорем додавання і множення ймовірностей).

Студент-кінестетик наводить приклади простих, складних та інших подій.

Відмітимо можливість і доцільність перестановки послідовності саме перших трьох етапів ПЗ відповідно до логіки побудови навчального процесу.

4-й етап – первинне формування практичних навичок і вмінь. Цільовим завданням цього етапу ПЗ-1 є аналіз алгоритмів розв’язування типових завдань, встановлення логічних взаємозв’язків теоретичних положень із типами і структурними елементами розв’язків прикладних задач. Практична реалізація цільових завдань досягається в процесі розв’язування ввідних задач і вправ, розрахованих на колективну роботу студентів в аудиторії під керівництвом викладача. Метою їх розв’язування є активізація пізнавального інтересу студентів у процесі створення проблемних ситуацій, як передумов формування навичок самостійного пошуку нових способів діяльності. Викладач організовує колективну роботу студентів із обов’язковою перспективою поступового переходу до аудиторної самостійної роботи. На цьому етапі ПЗ-1 діяльність студентів вибу-

довується із урахуванням таких критеріїв динамічної диференціації: домінуючих – научуваності, навченості; допоміжних – пізнавальних стилів, навчальної мотивації. Приклади ввідних задач представлено в наступному фрагменті.

Задача 2.3.6°. Для сівби заготовлено насіння пшениці сорту S_1 , яке містить невелику кількість домішок сортів S_2 , S_3 і S_4 . Із посівного матеріалу взято зернину. Ймовірність, що зернина сорту S_1 – 0,96; сорту S_2 – 0,01; сорту S_3 – 0,02; сорту S_4 – 0,01. Ймовірності, що із зернини виросте колосок, у якому буде не менше 50 зерен, дорівнюють для сортів відповідно: 0,5; 0,15; 0,2 і 0,05. Знайти ймовірності, що 1) взятий колосок міститиме не менше, ніж 50 зернин; 2) із посівного матеріалу виріс колосок сорту S_3 , що містить не менше, ніж 50 зернин.

Примітка: розв’язування задачі організовується колективно в аудиторії під керівництвом викладача аналітичним методом у формі діалогу: коментування, аналіз, обговорення числових значень результатів. Увагу студентів доречно зосередити на правильному введенні гіпотез і умовних ймовірностей подій. Доцільно нагадати про можливість здійснення поетапного контролю за результатами розв’язування ($\sum_{i=1}^n P(H_i) = 1$, де гіпотези H_i – взятий колосок із насінням сорту S_i , $i = 1, \dots, 4$).

Для усвідомлення алгоритму знаходження ймовірності складних подій і переоцінки їх ймовірностей доцільно викладачеві і студентам сформулювати додаткові запитання до задачі типу: „Як знайти ймовірність того, що із посівного матеріалу виріс колосок сорту S_2 , що містить менше 50 зернин?”

Завдання домашньої СРС доцільно, наприклад, сформулювати таким чином: „Знайдіть ймовірність, що взятий колосок містить менше 50 зернин та інші”. Розв’язування додаткового завдання націлене на свідоме розуміння й засвоєння матеріалу ПЗ, воно є перехідним типом завдань від репродуктивного до частково-пошукового, творчого виду навчальної діяльності студентів. Такі завдання є досить ефективними й цікавими для студентів, але вимагають затрат часу від викладача на їх перевірку й корекцію результатів.

У наступному фрагменті представлено приклад ввідної задачі. Її розв’язування доцільно розпочати із обговорення основних теоретичних питань.

Задача 2.3.7. Під час проведення досліду посіяли 8 зернин. Вважаючи, що сходження всіх зернин однакове і рівне 90 %, обчисліть імовірність того, що зійде: 1) ° рівно 6 зернин, немає значення, в якій послідовності; 2) * не менше 6 зернин.

Примітка: ввідну задачу 2.3.7 доцільно розв’язати колективно під керівництвом викладача аналітико-синтетичним методом, додатково звернути увагу студентів на вибір формули, за якою обчислюється ймовірність у першому пункті; наголосити у другому пункті на доцільності застосування теореми додавання ймовірностей незалежних подій, а не інтегральної теореми Муавра – Лапласа. Закріплення алгоритму обчислення ймовірностей повторних незалежних випробувань відбувається у формі аналізу теоретичного матеріалу, критеріїв вибору формул. Наприклад, до дошки виходить студент-візуал і складає таблицю (табл. 2.9), зміст якої коментує, перевіряє, уточнює студент-аудит. Студент-кінестетик пояснює властивості функцій Лапласа, правила користування таблицями та прийоми пошуку значень функцій.

Таблиця 2.9

Формули обчислення ймовірності за схемою Бернуллі

Назва формули	Аналітичний вираз	Застосування
Формула Бернуллі	$P_n(k) = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k}$	$n \leq 10$
Локальна теорема Муавра – Лапласа	$P_n(k) \approx \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \varphi(x), x = \frac{k - np}{\sqrt{npq}}, \varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$	$n \gg 10,$ $n \cdot p > 10$
Формула Пуассона	$P_n(k) \approx \frac{\lambda^k}{k!} \cdot e^{-\lambda}, \text{ де } \lambda = n \cdot p$	$n \gg 10,$ $p < 0,1,$ $n \cdot p < 10$
Ймовірність, що в серії n випробувань подія A з’явиться не менше k_1 і не більше k_2 рази		
Інтегральна теорема Муавра – Лапласа	$P_n(k_1; k_2) \approx \hat{O}(x_2) - \hat{O}(x_1), \text{ де } x_{1,2} = \frac{k_{1,2} - np}{\sqrt{npq}}, \text{ а}$ $\Phi(x) = \int_0^x \varphi(t) dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt$	$n \gg 10,$ $n \cdot p > 10$

5-й етап – первинне застосування набутих знань. Головною метою етапу є формування навичок самостійного розв’язування задач певного типу для закріп-

лення теоретичного матеріалу шляхом попереднього пояснення, коментування послідовності дій і обговорення ходу їх розв'язування; запобігання закріпленню помилок. На цьому етапі ПЗ-1 доцільне розв'язування пробних вправ і задач. Це перший тип практичних завдань для самостійного застосування сформованих ЗУН.

Залежно від виду діяльності студентів в аудиторії, під час розв'язування пробних завдань умовно поділимо їх на види: 1) попереджувальні – завдання, перед розв'язуванням яких теоретично обґрунтовується і пояснюється алгоритм виконання кожного кроку; 2) вправи з коментуванням – завдання, процес розв'язування яких супроводжується поясненнями; 3) вправи з поясненням – вид завдань, розв'язування яких передує детальному поясненню.

Пробні вправи з поясненням – це перехідний тип завдань до самостійного виду діяльності студентів в аудиторії під керівництвом викладача. Спільною рисою всіх видів пробних вправ є поєднання усного мовлення студентів (теоретичних знань) із практичними діями – розв'язуванням задач. Залежно від рівня математичної підготовки академічної групи, змісту навчального матеріалу, на практиці доцільно використовувати як один із видів пробних вправ, так і їх комбінацію.

Розв'язування практичних завдань етапу застосування набутих знань здійснюється для формування у студентів обов'язкових результатів навчання. Це вправи, які повинен вміти розв'язувати кожен студент. Зауважимо, що для студентів агрономічного факультету, можливо, що цей етап ПЗ-1 стане заключним. Це пов'язано із суб'єктивними причинами, результатом яких є відсутність у студентів готовності переходу до наступного етапу ПЗ-1. Для такої групи студентів викладач завчасно готує картки, інструкції, підказки, вказівки, інші дидактичні матеріали для організації їх подальшої роботи на занятті з метою поступового формування навичок самостійної роботи. Для цього етапу ПЗ-1 домінуючими критеріями організації диференційованого застосування набутих знань виступають навченість і научуваність, здатність студентів до самостійної діяльності, допоміжні – пізнавальні стилі й рівень розвитку мотивації. Представимо нижче приклад пробних вправ етапу застосування набутих знань.

Задача 2.3.8. Обчислити ймовірність, що із 58 посіяних зернин зійде: 1) ° рівно 22, все рівно у якій послідовності; 2) ° не менше 6 і не більше 22 зернин; 3) * не менше 22 зернин. Ймовірність сходження зерен рівна 90 %.

Примітка: пробну задачу 2.3.8 доцільно розв'язати, використовуючи попереднє коментування. Доречно додатково звернути увагу на вибір формули, за якою проводитимуться обчислення у першому пункті, зіставити хід розв'язання задачі 2.3.8 із задачею 2.3.7.

Задача 2.3.9*. Ймовірність виживання бактерій після радіоактивного опромінення дорівнює 0,004. Знайти ймовірність, що після опромінення із 500 бактерій залишаться: а) дві живих бактерії; б) не менше двох бактерій.

Примітка: викладачеві доцільно контролювати процес СРС, у разі необхідності коригувати хід розв'язування задач тих студентів, у яких виникають питання під час вибору необхідних формул, обчислень.

6-й етап – застосування студентами знань і дій у стандартних і нових умовах. Головним цільовим завданням етапу є закріплення теоретичних знань практичним їх застосуванням (відпрацюванням) під час СНПДС під керівництвом викладача з перспективою подальшого формування нестандартних прийомів розумової діяльності. Для цього етапу ПЗ характерним є розв'язування тренувальних вправ, що виконуються за зразком або інструкцією з метою засвоєння сформованих навичок. Їх розв'язування передбачає повну або часткову самостійність студентів, різноманітність у виборі типів завдань, поступове зростання складності. Домінуючі та допоміжні критерії диференціації аналогічні до попереднього етапу ПЗ.

За ступенем самостійності виконання тренувальні вправи в методичній літературі поділяються на такі види: 1) за зразком – завдання, у процесі розв'язування яких необхідно використати опори або алгоритми, розраховані на виконання студентами з найнижчим рівнем самостійності й навченості; 2) вправи за інструкцією – завдання, під час розв'язування яких використовуються вказівки щодо порядку дій, послідовності обчислень; розв'язування завдань має відтворювальний характер, хоча вони відрізняються від попереднього виду вищим ступенем самостійності студентів і рівнем складності, передбачені

для розв'язування студентами із достатнім рівнем математичних знань і навичок самостійної роботи, обов'язкова подальша перевірка й корекція результатів виконання викладачем або „консультантом-експертом”; 3) вправи або завдання під час розв'язування яких студент повинен діяти самостійно, без будь-яких вказівок або інструкцій від викладача; перехідні завдання до творчого типу розраховані на студентів із високими показниками успішності з вищої математики, сформованим умінням СНПДС [186, с. 110–112].

Зауважимо, що в деяких академічних групах можливе використання лише одного або двох видів вищезазначених тренувальних вправ, залежно від теми, змісту навчального матеріалу ПЗ, навченості та научуваності студентів. Розв'язування задач цього етапу – це передумови формування навичок СНПДС під час практичних занять. Доцільним є розв'язування задач, зразком для яких є, наприклад, хід розв'язання задачі 2.3.5, випереджальної домашньої роботи, що була проаналізована на етапі актуалізації знань в аудиторії, або задачі 2.3.7, 2.3.8. Приклад тренувальних вправ за інструкцією поданий нижче.

Задача 2.3.10°. У середньому на 2 м^2 площі посіву зустрічається 1 стеблина бур'яну. Знайти ймовірність того, що на площі 4 м^2 знайдеться: 1) 2 стеблини бур'янів; 2) не більше двох стеблин бур'янів; 3) принаймні одна стеблина бур'яну.

Інструкція до розв'язування задачі 2.3.10: 1) введіть просту подію A – поява k стеблин бур'яну на одиниці площі S ; 2) обчисліть інтенсивність потоку (середнє число появи подій λ_1 на одиниці площі S): $\lambda = \lambda_1 \cdot S$; 3) потік подій Пуассонівський, імовірність появи події A k разів на площі S обчислюється таким

$$\text{чином: } P_t(k) = \frac{(\lambda_1 \cdot S)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda_1 \cdot S}.$$

Третій тип тренувальних вправ, розрахований для самостійного розв'язування під контролем викладача в аудиторії на ПЗ-1 студентами, які у групі мають найкращі показники успішності з дисципліни ВМ. Для такої групи студентів цікавими є задачі підвищеної складності, розв'язування яких полягає у використанні як стандартних формул і підходів, так і додаткових спрощень, підстановок, перетворень. На практиці завдання такого типу обов'язково повинні бути пред-

ставлені на кожному ПЗ-1 до всіх тем, передбачених програмою. Але, як свідчать дані експерименту, до їх розв'язування студенти агрономічного факультету в аудиторії переходять дуже рідко. Частіше за все, це завдання, розв'язування яких завершується індивідуально вдома або на консультації під керівництвом викладача.

7-й етап – підбиття підсумків ПЗ. Головним цільовим завданням етапу є лаконічне узагальнення матеріалу заняття, формулювання висновків, які можуть бути представлені у вигляді ОК; оцінювання навчальної діяльності студентів.

8-й етап – повідомлення домашнього завдання. Оскільки за своїм характером домашня робота – це продовження аудиторної роботи, то цільове завдання цього етапу ПЗ полягає в організації самостійної роботи поза аудиторією, що націлена на закріплення теоретичних знань практичними навичками розв'язування відповідного типу вправ і задач (додаток В).

Домінуючими критеріями, на які орієнтується викладач у процесі формування завдань для домашньої роботи, є рівні сформованості в студентів самостійності (працює самостійно „+”, ні – „-“), навченість (В, С, Н) і научуваність (V, S, N), за допоміжні обираємо пізнавальні стилі, рівні мотивації. Щоб закріпити матеріал лекції і ПЗ, необхідно розробити комплекс домашніх завдань. Вони повинні бути різнорівневі, здебільшого типові для закріплення ЗУН. Такі завдання домашньої роботи поділяються на види: тренажери – набір завдань для відпрацювання однієї конкретної навички, зазвичай логічної або обчислювальної, як правило, це 4–8 завдань, розміщених у порядку зростання складності; серії – набір завдань для відпрацювання одного конкретного алгоритму, який поступово видозмінюється, розгортається за ступенем складності та загальності; автомат – набір завдань, який дозволяє комбінувати декілька алгоритмів одночасно, що дає можливість самостійно формувати алгоритми із окремих кроків. Типовими групами для зазначених домінуючих критеріїв диференціації аграріїв є: (V, C, +), (S, C, +), (S, C, -), (S, H, -); винятки: (V, B, +), (N, H, +), (V, B, -), (N, C, +), (V, C, -), (V, H, +), (N, C, -), (V, H, -).

Фрагмент доцільних практичних завдань домашньої роботи студентів для заняття типу ПЗ-1 – формування навичок і вмінь представлено в додатку В.

Наступний тип – ПЗ-2 – *застосування ЗУН*. Загальною вимогою до організації ПЗ-2 застосування ЗУН є: викладач створює необхідні умови для завчасного опанування студентами теоретичного матеріалу, прикладів демонстрації практичного його використання з метою поступового формування навичок СНПДС і перспективи переходу до самоконтролю за результатами діяльності.

Метою організації ПЗ-2 є засвоєння узагальнених способів виконання практичних дій для подальшого їх переносу й застосування у виробничих і професійних ситуаціях. У процесі організації такого типу ПЗ викладач планує комплекс завдань, розв'язування яких націлене на засвоєння прикладу, зразка або алгоритму для прискорення процесу формування ЗУН, їх застосування. Приклади конспектів такого типу ПЗ, тематика якого „Метод найменших квадратів (МНК)”, представлено в публікаціях [169, 170], додатку Д.

Деталізуємо окремі складові ПЗ-2. Перші три етапи заняття організовуються подібним чином, як це було представлено для ПЗ-1. Вибір типу ПЗ-2 – як лабораторно-практичного, зумовлений різноманітністю типів емпіричних залежностей, які зустрічаються у практиці фахівців-аграріїв, значною кількістю завдань, практична реалізація яких громіздка і довготривала.

Зазначаємо, що цільове завдання етапу актуалізації опорних знань і практичного досвіду студентів не відрізняється від того, яке було сформульовано для подібного етапу ПЗ-1, але практична його реалізація має певні особливості, пов'язані із доцільністю застосування викладачем таких методів і прийомів:

- 1) постановка проблемного завдання і проведення на його основі аналізу умов;
- 2) цілеспрямоване обговорення способів розв'язування проблемного завдання, що зводиться до правильного й раціонального вибору студентами алгоритму;
- 3) вияв у студентів ЗУН, необхідних для розв'язування поставленої проблеми під час аналізу основних і додаткових пунктів алгоритму, обраного в попередньому пункті;
- 4) вибір засобів розв'язування проблеми, виявлення у студентів навичок роботи із необхідним обладнанням;
- 5) формулювання практичних висновків, прогнозування.

Домінуючими критеріями ДН на цьому етапі ПЗ-2 є навченість і научуваність студентів, допоміжними – особливості пізнавальних стилів, рівні сформованості самостійності й мотивації. Викладачеві варто передбачити можливості розширення змісту модуля за рахунок внесення питань поглибленого рівня, а саме: поняття про лінеаризацію нелінійних залежностей вже на етапі актуалізації опорних знань. Одним із найбільш ефективних засобів унаочнення й систематизації опорних ЗУН студентів є представлення суті МНК для нелінійних залежностей у вигляді таблиці, на складових якої доречно акцентувати увагу представників усіх пізнавальних стилів (додаток Д, табл. Д.1).

3-й етап – мотивація навчальної діяльності студентів. Основна діяльність викладача зосереджена на формуванні й підкріпленні навчальної мотивації, що є домінуючим критерієм організації диференціації цього етапу. Викладачеві доцільно коротко наголосити на прикладному змісті навчального матеріалу, перспективах його подальшого застосування під час вивчення фахових дисциплін, таких як „Основи наукових досліджень в агрономії”, „Аналіз і моделювання рослинних продуктивних систем”, „Біометрія й організація досліджень” і т. ін.

4-й етап – аналіз умови практичного завдання. Цільовим завданням цього структурного компонента ЛПЗ є усвідомлення студентами основних етапів і послідовності дій в алгоритмі МНК. У результаті аналізу умов завдань викладачеві доцільно розробити загальний алгоритм розв’язування задач на пошук параметрів емпіричних залежностей МНК і методику його реалізації за допомогою табличного процесора Excel. Врахування домінуючих критеріїв цього етапу ПЗ-2: навченості й научуваності, особливостей пізнавальних стилів студентів реалізується в процесі формулювання завдань обов’язкового та поглибленого рівнів передбачає використання графічних можливостей табличного процесора Excel, що відображено у структурі загального алгоритму МНК, складові якого детально описано в додатку Д.

5-й етап – самостійна діяльність студентів під контролем викладача. Цільове завдання цього етапу ПЗ-2 полягає в організації й забезпеченні СНПДС в аудиторії під керівництвом викладача. На цьому етапі викладач організовує індивідуальну,

парну або групову СНПДС, вибір виду роботи залежить від наявної кількості необхідного обладнання та засобів для виконання практичних завдань.

Домінуючими критеріями здійснення диференційованої СНПДС для цього етапу ПЗ-2 є навченість і наукованість, рівні сформованості навчальної самостійності студентів; допоміжні – пізнавальні стилі, рівні сформованості навчальної мотивації. Діяльність викладача, яка вибудовується на такій кількості критеріїв, здійснюється на основі продуманої, виваженої розробки алгоритму виконання завдань, оформлення результатів їх розв'язування. З метою формування у студентів навичок самостійного свідомого виконання практичних завдань, окрім детального опису загального алгоритму відшукування параметрів емпіричних залежностей МНК, доцільно у робочому зошиті або методичній розробці до ЛПЗ помістити кілька прикладів із детальним описанням кожного кроку розв'язання. Використання методичного забезпечення надає кожному студенту можливість додатково самостійно опанувати навчальну інформацію в індивідуальному темпі, із урахуванням особливостей пізнавальних стилів. Складність управління СНПДС на цьому етапі полягає у різних рівнях: математичної підготовки і знань КТ, здібностей, навичок СРС, здатності до творчого розв'язання проблем або переносу знань і дій у нові умови. Неабияку роль у даному процесі відіграють такі якості особистості, як воля, характер і наполегливість.

Розв'язавши завдання ЛПЗ, студент повинен не лише засвоїти алгоритм, осмислити його суть, а й на основі результатів (графічних і числових) пояснити їх зміст зі погляду фахівця даного напрямку підготовки. Доречно першим розглянути приклад відшукування параметрів лінійної залежності (додаток Д, табл. Д.2).

6-й етап – контроль, самоконтроль або взаємоконтроль студентів у процесі виконання завдань. Цільове завдання цього етапу ПЗ-2 полягає у формуванні у студентів здатності здійснювати контроль і самоконтроль за результатами навчальної діяльності; критично оцінювати якість власної самостійної роботи і колег; виховувати точність під час виконання практичних завдань, уміння давати пояснення й інтерпретацію відповідей, оцінку числових значень результатів.

Контроль за процесом опанування студентами матеріалу здійснюється з метою виявлення рівня його засвоєння, оцінки старанності й сумлінності. Основна функція поточного контролю цього етапу ПЗ-2 – попереджувальна, зумовлена необхідністю виявлення прогалин у знаннях студентів матеріалу, який вивчається, для проведення заходів їх усунення, діагностики ЗУН. Практична реалізація цільових завдань цього етапу ПЗ здійснюється шляхом внесення у загальний алгоритм відшукування параметрів емпіричних залежностей МНК пунктів 7* і 8* (додаток Д).

Викладач організовує діяльність студентів на цьому етапі ПЗ-2 із врахуванням домінуючих критеріїв диференціації: навченості та научуваності. Практично врахування критеріїв динамічної диференціації етапу ПЗ-2 відображено у структурі алгоритму: додаткові завдання поглибленого рівня або завдання для самоконтролю. Останні передбачені для самостійного виконання студентами, які мають достатній рівень математичної підготовки і знань КТ. Для студентів, у яких сформовано мінімальний рівень ЗУН з вищої математики і несформовані навички самостійної роботи, викладачеві доцільно виконати перевірку правильності розв'язування завдання безпосередньою демонстрацією результатів контролю, відповідно до пунктів 7* і 8* алгоритму, зіставити їх із ММ, яку було побудовано в пункті 6 (додаток Д).

З метою перевірки глибини опанування матеріалу ЛПЗ і формування дослідницьких здатностей студентів викладачеві доцільно показати на одному із прикладів додаткове дослідження різних форм залежності між дослідними даними й теоретичними параметрами на прикладах нелінійних залежностей (додаток Д).

Примітка: виконання завдання відшукування параметрів, наприклад, гіперболічної залежності, передбачає обов'язково додаткове дослідження неоднозначного вибору ММ. Студентам доцільно наголосити, що у будь-якому випадку, з усіх можливих моделей завжди варто обирати найпростішу, крім ситуації, коли слід застосувати загальноприйняті, усталені в науковій літературі й практиці підходи.

7-й етап – узагальнення і систематизація знань і способів діяльності. Головне цільове завдання етапу ПЗ-2 полягає у виробленні навичок аналізу результатів навчальної діяльності, їх систематизації, здатностей до формулювання висновків як до розв'язування кожної окремої задачі, так і узагальнення алгоритму в цілому.

Для цього етапу заняття характерною є організація узагальнення і систематизації знань і способів виконання дій в умовах диференціації на основі домінуючих критеріїв навченості й особливостей пізнавальних стилів студентів. Із метою закріплення знань і навичок, сформованих на ЛПЗ, доречним є оформлення загального алгоритму розв'язування задач МНК у вигляді ОК (рис. Д.5, додаток Д), аналізу й обговорення його складових. Допоміжними критеріями здійснення диференціації етапу ПЗ-2 обираємо научуваність, рівні сформованості мотивації і самостійності.

На цьому етапі ПЗ-2 доцільно нагадати студентам, що крім розглянутого у прикладах способу знаходження параметрів залежностей, – розв'язування системи нормальних рівнянь методом Крамера, їм відомі й інші методи. Зокрема, для розрахунку параметрів a і b можливо скористатись матричним методом розв'язування СЛАР, як це показано в додатку Д і публікації [169].

Різноманітні методи розв'язування системи під час виконання завдань ЛПЗ застосовують з метою закріплення навичок розв'язування СЛАР; демонстрація зв'язку між різними темами дисципліни, прикладної спрямованості матеріалу. Цей прийом сприяє формуванню у студентів позитивної мотивації до вивчення навчальної дисципліни, узагальненню і систематизації знань, демонструє практичну значущість використання математичних методів у майбутній фаховій діяльності.

8-й етап – підсумки заняття, повідомлення домашнього завдання. Підбиття підсумків ЛПЗ передбачає загальну (індивідуальну) оцінку (характеристику) діяльності студентів на занятті, виділення кращих робіт. Організовується етап ПЗ-2 аналогічно до попереднього типу ПЗ-1.

Завдання для домашньої роботи диференціюємо за рівнем складності. Для ЛПЗ на тему „МНК” до завдань домашньої роботи доцільно додати як лінійні, квадратичні, так і нелінійні (степеневу, показникові) й інші види залежностей. Зазначимо, що кількість експериментальних даних у завданнях не повинна бути більше десяти для знаходження параметрів без допомоги КТ.

Використання комп'ютерних програм дозволяє студентам здійснювати самоконтроль за правильністю виконання побудов графічних об'єктів, визначення області існування математичних об'єктів, із якими працюють студенти. Подібним

чином організовується вивчення ЗМ „Застосування інтегрального числення”, „Первинна обробка статистичних даних. Обчислення числових характеристик варіаційних рядів”. Зазначаємо, що доречно знайомити студентів із програмою STATISTICA, хоча перед її застосуванням викладач має подати додаткові консультації, детальні методичні розробки. Кожна із комп’ютерних програм має певні переваги використання їх у процесі вивчення вищої математики в аграрному ВНЗ. Наголосимо, що їх застосування націлене на вирішення певних дидактичних задач.

Наступний тип ПЗ з вищої математики це ПЗ-3 – *комбіновані*, що поділяються на підтипи. Для комбінованих ПЗ характерною особливістю є поєднання кількох навчальних цілей, що є складовими головної дидактичної мети. Виділяємо найбільш суттєві особливості комбінованих типів ПЗ, оскільки їх структурні компоненти є складовими типів занять, розглянутих вище.

Перший тип заняття – комбіноване ПЗ-3.1 – *контролю ЗУН, формування навичок і вмінь*. Зазвичай, із нього розпочинається вивчення дисципліни ВМ або нового блоку ЗМ. Метою проведення ПЗ-3.1, тематика якого, наприклад, „Функції, їх класифікація. Побудова графіків функцій за їх властивостями”, є організація вхідного контролю ЗУН студентів із ШКМ; формування нових понять, співвідношень, алгоритмів і правил, закріплення їх під час розв’язування практичних завдань, задач прикладного змісту. Деталізуємо перший етап ПЗ-3.1. Усі наступні складові заняття організовуються аналогічно наприклад, як для заняття типу ПЗ-1.

1-й етап – перевірка залишкових знань вхідний контроль (ВК). Цілями проведення ВК на першому ПЗ з вищої математики є: діагностика знань і рівня сформованості вмінь у студентів із ШКМ з метою їх корекції, усунення прогалин у наявних ЗУН, формування яких передбачене загальноосвітніми стандартами підготовки з перспективою управління подальшим навчальним процесом підготовки майбутніх фахівців-аграріїв.

У ході контролю за результатами діяльності студентів передбачено діагностику сформованих та корекцію наявних ЗУН, управління процесом математичної підготовки студентів. Досягти цілей проведення ВК можливо включивши різнорівневі завдання (тести), вправи діагностичного типу. Завдання першого типу наці-

лені на виявлення наявних у студентів ЗУН, необхідних для подальшого вивчення математики. Щодо завдань другого типу, то їх включення передбачає визначення елементів знань, якими студенти не володіють, але без яких математична підготовка фахівця-аграрія не буде повноцінною. На основі програми загальноосвітньої підготовки учнів шкіл [168] (додаток Е, табл. Е.1) викладач виокремлює навчальні елементи знань із ШКМ, що є обов'язковими компонентами вивчення дисципліни ВМ. Прикладом завдань ВК є фрагмент, представлений у додатку Е (табл. Е.2).

ВК проводимо у формі комп'ютерного тестування або нетривалої письмової роботи. Віддаємо перевагу останній, оскільки її результати є важливими не лише для констатування вихідного рівня ЗУН студентів із ШКМ, а й необхідною інформацією для організації подальших коригуючих заходів, спрямованих на „вирівнювання й поглиблення” рівня математичної підготовки, організації СНПДС.

Результати вхідного контролю із ШКМ націлені на вирішення таких дидактичних задач: 1) визначення рівня навченості з метою організації ДН дисципліни ВМ; 2) вияв студентів, які здатні нестандартно мислити в процесі розв'язування математичних задач, тобто таких, які мають найвищий рівень математичної підготовки; 3) вияв студентів, які мають найнижчий рівень знань із ШКМ, тобто таких, які мають серйозні проблеми із засвоєнням вищої математики.

Продовження комбінованого типу ПЗ-3.1 доцільно організовувати аналогічно до етапів ПЗ-1 – формування навичок і вмінь із урахуванням домінуючих і допоміжних критеріїв диференціації, особливостей навчального матеріалу ЗМ. Зазначаємо, що етап первинного застосування набутих знань, можливо, є завершальним у процесі формування навичок і вмінь під час ПЗ-3.1. Усі інші етапи організуються подібним чином, аналогічно до етапів ПЗ-1.

Наступний тип комбінованих ПЗ з вищої математики – це ПЗ-3.2 – *узагальнення і систематизації знань, контролю, корекції ЗУН*. Такий тип зазвичай організують наприкінці вивчення блоку ЗМ, розділу або важливої теми. Метою його проведення є засвоєння й узагальнення окремих понять і співвідношень теми, розділу, ЗМ, для формування у студентів системи знань, вироблення алгоритмів

практичної реалізації теоретичних положень; закріплення й контроль за набутим комплексом ЗУН, їх застосування в процесі розв'язування фахових задач.

Під час підготовки до такого типу заняття, визначаючи його структуру, викладач націлює свою діяльність на досягнення таких завдань: узагальнити найбільш істотні елементи навчального матеріалу всієї теми, розділу, ЗМ; систематизувати теоретичні знання, практичні вміння студентів; виявити ступінь опанування системою знань, комплекс засвоєних навичок і вмінь, готовність студентів до їх успішного застосування під час розв'язування задач прикладного змісту [264]. Досягнення поставлених завдань можливе за умови вибору викладачем методів і прийомів активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, націлених на посилення їх самостійності під час роботи над завданнями.

Перед організацією комбінованого ПЗ-3.2 пропонуємо таку схему навчальної діяльності студентів: під час лекційних і практичних занять викладач роздає як колективні, так і індивідуальні диференційовані домашні завдання теоретичного й практичного змісту. На кожному ПЗ викладач фрагментарно перевіряє правильність і наявність виконання завдань, проводить їх облік. Періодично він призначає помічників серед студентів групи, які мають найкращі показники успішності з дисципліни ВМ, із метою організації їх перевірки. Якщо викладач виявляє невиконання завдань хоча б базового рівня, або грубі помилки у ході їх розв'язання, він організовує тематичні додаткові заняття, консультації. Під час такої діяльності студенти мають змогу отримати допомогу від викладача або студента-консультанта, якого призначено для корекції теоретичних знань і практичних умінь із конкретної теми. Поточний і підсумковий контроль викладач організовує, застосовуючи відомі студентам типи завдань. Їх незмінність націлена на визначення рівнів засвоєння, глибини опанування й самостійності виконання домашніх завдань студентами.

Комбіноване ПЗ-3.2 має таку структуру: 1) повідомлення теми, мети і завдань заняття; 2) мотивація навчальної діяльності студентів; 3) повторення й узагальнення окремих понять і засвоєння відповідної їм системи знань; 4) повторення і систематизація основних теоретичних положень, алгоритмів; 5) конт-

роль за ЗУН, рівнем їх засвоєння; 6) підбиття підсумків заняття; 7) повідомлення домашнього завдання (додаток Ж.1).

Деталізуємо ті етапи ПЗ-3.2, які є характерними саме для цього типу комбінованого заняття. Зупинимось, зокрема, на 3-му етапі – повторення й узагальнення окремих понять і засвоєння відповідної їм системи знань.

У першому блоці ЗМ усі елементи знань вибудовуються навколо понять похідної й інтеграла, їх застосування. Цільовим завданням організації цього етапу ПЗ-3.2, тематика якого, наприклад, „Диференціальне та інтегральне числення функцій”, є актуалізація знань основних понять і алгоритмів основ диференціального й інтегрального числення функцій, їх застосування; узагальнення і систематизація теоретичних положень під час розв’язування задач прикладного змісту за фахом.

Студенти володіють основними поняттями і методами диференціювання й інтегрування, практичними прийомами застосування похідної й інтеграла під час розв’язування задач. Викладач вибудовує діяльність на ПЗ-3.2 таким чином, щоб сформувати у студентів бачення практичного змісту взаємно обернених операцій у задачах із агробіології, закріпити звичку самоконтролю, оцінки результатів, обґрунтування вірогідності числових значень, області застосування ММ на прикладах задач, представлених у наступному фрагменті. Вказівки до розв’язування задач 2.3.11–2.3.13 на повторення й узагальнення окремих понять і засвоєння відповідної системи знань представлено в додатку Ж.1.

Завдання 2.3.11. Швидкість росту популяції $\mathcal{A}(t)$ (приріст кількості представників за одиницю часу), задано функцією $\mathcal{A}(t) = 0,001 \cdot t \cdot (100 - t)$ [78, с. 139]. Знайти: 1) за якої чисельності популяції швидкість її росту $\mathcal{A}(t)$ максимальна; 2) граничні розміри популяції; 3) функцію, що описує чисельність популяції в будь-який момент часу; 4) приріст чисельності представників популяції від початку спостереження й до моменту, коли вона досягає максимальної швидкості росту; 5) з’ясувати, як зміниться приріст чисельності популяції від зміни моментів спостереження: а) $t_{11} = 30$ і $t_{12} = 40$; б) $t_{21} = 80$ і $t_{22} = 90$; в) $t_{31} = 120$ і $t_{32} = 130$; б) зіставити висновки і результати обчислень із графіками процесів.

Завдання, метою яких є узагальнення і систематизація знань на цьому етапі комбінованого ПЗ-3.2, викладачеві доцільно розробляти із урахуванням домінуючих критеріїв диференціації – навченості, научуваності, пізнавальних стилів, рівнів сформованості навичок СНПДС; допоміжних – рівнів розвитку мотивації.

Оптимізація діяльності студентів під час ПЗ-3.2 передбачає наявність КТ, комп'ютерних навчальних програм, методичних розробок, що містять умови завдань, вказівки щодо розв'язування. Організація діяльності студентів на занятті здійснюється таким чином: студенти із достатнім рівнем математичних знань працюють самостійно, а всі інші – групами (парами), за вказівками викладача розв'язують завдання з коментуваннями (поясненнями), за інструкціями. Метою використання КТ є організація контролю, оптимізація процесу розв'язування, створення графічних моделей задач прикладного змісту [41].

Обираючи завдання для СРС, викладач має враховувати когнітивні стилі: імпульсивний (і) – рефлексивний (р), аналітичний (а) – синтетичний (с); пізнавальні модальності: аудіальна (А), візуальна (W) і кінестетична (К).

Під час організації перевірки правильності виконання індивідуальних завдань особливу увагу доцільно звертати на представників імпульсивного когнітивного стилю (і): вони схильні виконувати завдання швидко і неякісно, не витрачаючи часу на аналіз і перевірку розв'язків. Об'єднання у групи студентів за критеріями (–, і) передбачає збільшення для них кількості типових задач і добір нестандартних; наголошення на графіку жорсткого контролю і звітності за їхньою діяльністю.

У процесі добору, складання і комплектування індивідуальних завдань для самостійної роботи групам, скомплектованим за критеріями типу (+, с), необхідно збільшити кількість комплексних задач, які мають два і більше способів розв'язування або в яких передбачено використання ШКМ, основних ЗУН змістових модулів, додаткових досліджень, аналізу й інтерпретації результатів.

Для груп студентів (+, р, А) доречно організувати додаткові усні консультації, „підказки”, демонстрації загальних схем розв'язків завдань. Що ж до груп типу (–, а, W), то для них доречною є підготовка прикладів розв'язування типових завдань із покроковим коментуванням, алгоритмами, схемами.

Розв'язування наступного завдання націлене не лише на узагальнення понять визначеного інтеграла і його застосування, а й на закріплення у студентів поняття прикладного змісту теоретичних положень інтегрального числення.

Завдання 2.3.12. На 1 га землі необхідно 60 т перегною і 120 кг мінеральних добрив. Скільки добрив слід внести на ділянку, якщо вона обмежена лісосмугами, рівняння яких задано у вигляді: $7x - 2y = 3$, $5x + y = 7$, $y = 0$ (x , y вимірюються у км)? Виконайте самостійно перевірку результатів обчислень [78, с. 235].

Інструкції, ілюстрації та описи вказівок до розв'язування задач етапу повторення й узагальнення системи знань представлено в додатку Ж.1. Питання застосування інтегрального числення у задачах прикладного змісту містять усі основні поняття, що стосуються функцій, їх властивостей, графіків (задача 2.3.13).

Завдання 2.3.13. Висота купи зерна, що має конічну форму, дорівнює 2,5 м, а довжина кола основи – 20 м. Маса 1 м^3 зерна становить 750 кг. Яка маса зерна у купі? [78, с. 236].

Вказівки, ілюстрації й аналіз розв'язку задачі представлено в додатку Ж.1.

ПЗ-3.2 – це лабораторно-практичне заняття, що має характер узагальнюючого. Воно, звичайно відрізняється від попередніх саме розв'язуванням завдань підвищеного рівня складності. А це, в свою чергу, потребує застосування цілого комплексу ЗУН, об'єднаних певною ідеєю або спорідненими за змістом поняттями. У результаті аналізу умов завдань, кожен етап їх розв'язування складається із серії простих, невеликих за обсягом підзавдань (пунктів). Щоб розв'язати такі практичні завдання, не потрібно повторювати весь матеріал теми (розділу), кожне поняття, окремі деталі. Актуалізується лише матеріал, націлений на розгортання основних структурних елементів розділу (модуля), розвиток ідеї його прикладного значення, що необхідно для подальшого вивчення вищої математики і професійно орієнтованих дисциплін.

Зупинимось на особливостях організації наступного етапу комбінованого ПЗ-3.2 – повторення і систематизації основних теоретичних положень, алгоритмів. Його цільове завдання – формування у студентів навичок виділення у навчальному матеріалі найбільш загальних і суттєвих понять, співвідношень і зако-

номірностей, встановлення між ними причинно-наслідкових зв'язків і відношень у процесі систематизації теоретичних знань, практичного їх застосування.

Зручним і доцільним засобом систематизації засвоєних знань і сформованих практичних навичок є схеми. Вище зазначалось, що схематичне зображення співвідношень між поняттями і навчальними елементами матеріалу має різне призначення, це залежить від дидактичної мети їх застосування. На основі структурних компонентів схеми викладач ставить запитання до аудиторії, спонукаючи таким чином студентів міркувати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, узагальнювати.

Прикладом узагальнення і систематизації навчального матеріалу блоку ЗМ є презентація, виконана, наприклад, у програмі Microsoft Office PowerPoint, зі схематичним зображенням на слайдах основних понять і співвідношень між ними, алгоритмів блоку модулів. Фрагменти презентації матеріалу першого блоку ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання” доцільно представити у вигляді опорних конспектів (додаток Ж.1, рис. Ж.4–Ж.6).

Окрім створення опорного конспекту викладачем і студентами, ефективною є самостійна робота, що полягає у складанні порівняльних таблиць. Вона може бути організована за зразком, або заздалегідь розробленою схемою, інструкцією, у якій сформульовано вимоги до виконання завдань, представлено зразки, що передбачають порівняння й узагальнення навчального матеріалу ЗМ, блоку модулів (табл. Ж.1, додаток Ж.1).

Домінуючими критеріями організації повторення і систематизації теоретичних положень і алгоритмів є навченість і особливості пізнавальних стилів студентів; допоміжними – научуваність, рівні навчальної мотивації і самостійності.

5-й етап – контролю ЗУН, рівня їх засвоєння. Цільовим завданням цього етапу ПЗ-3.2 є діагностика рівня опанування системою знань і засвоєння комплексу сформованих навичок, готовності студентів до свідомого застосування знань і способів виконання практичних дій під час розв'язування задач прикладного змісту.

Організація цього етапу полягає у здійсненні з огляду на його функції (контрольно-узагальнююча, контрольно-корегуюча і контрольно-попереджувальна) заходів контролю, що вживають залежно від змістового наповнення ПЗ, його ролі та

місця в структурі практичної підготовки аграрія. Він націлений на запобігання закріплення помилок у студентів під час усвідомлення й застосування основних математичних понять і співвідношень, ліквідації їх до підсумкового контролю – іспиту (заліку). Реалізація зазначених функцій досягається в процесі виконання завдань самостійної роботи (тестів), за допомогою КТ, комплексного їх поєднання.

Прикладом варіанта тестів для підсумкового (модульного) контролю є матеріали, представлені у методичній розробці [152], додаток Ж.2. Умови тестових завдань сформульовано із урахуванням рівнів складності, особливостей пізнавальних стилів, рівнів засвоєння змісту навчальної дисципліни. Для цього етапу ПЗ-3.2 характерним є здійснення контролю знань і вмінь студентів із урахуванням домінуючих критеріїв диференціації: навченості, научуваності, пізнавальних стилів, рівнів сформованості самостійності.

Зауважимо, що робота з різними засобами контролю для студентів повинна бути звичною, тобто, перш ніж їх активно впроваджувати на занятті типу узагальнення і систематизації, вони мають бути використані епізодично на інших етапах занять комбінованого типу, що включають етап контролю, наприклад, ПЗ-3.1.

Заключні етапи ПЗ-3.2 організовуються подібним чином, як у попередніх типах занять.

У процесі математичної підготовки студентів-аграріїв у ВНЗ вибір типів практичних занять за тематикою, структурою і змістовим наповненням передбачає можливість організації інших типів ПЗ, формування їх етапів, добір методів, прийомів і засобів навчання. У нашому дослідженні використано саме такі типи ПЗ, встановлено послідовність їх проведення, кількісне співвідношення, роль і місце у структурі математичної підготовки аграрія. Результати формувального експерименту свідчать про ефективність практичної математичної підготовки студентів за напрямом „Агрономія” саме в результаті компонування вищезазначених типів практичних занять, з відповідними структурними компонентами.

Основні типи ПЗ, їх структурні компоненти розглянуто в публікації [171].

2.3.3. Диференціація організації самостійної роботи студентів під час формування практичних навичок і вмінь.

Процес формування практичних навичок і вмінь із вищої математики нероздільно пов'язаний із самостійною навчально-пізнавальною діяльністю студентів. Розглянемо види та форми самостійної роботи, що використовуються в процесі практичної математичної підготовки аграріїв і безпосередньо залежать від типів лекційних і практичних занять, їх тематики, змістового наповнення.

Класифікація видів і форм СРС у ВНЗ аграрного профілю, що організовується під час практичної підготовки, схематично представлена на рис. 2.10.

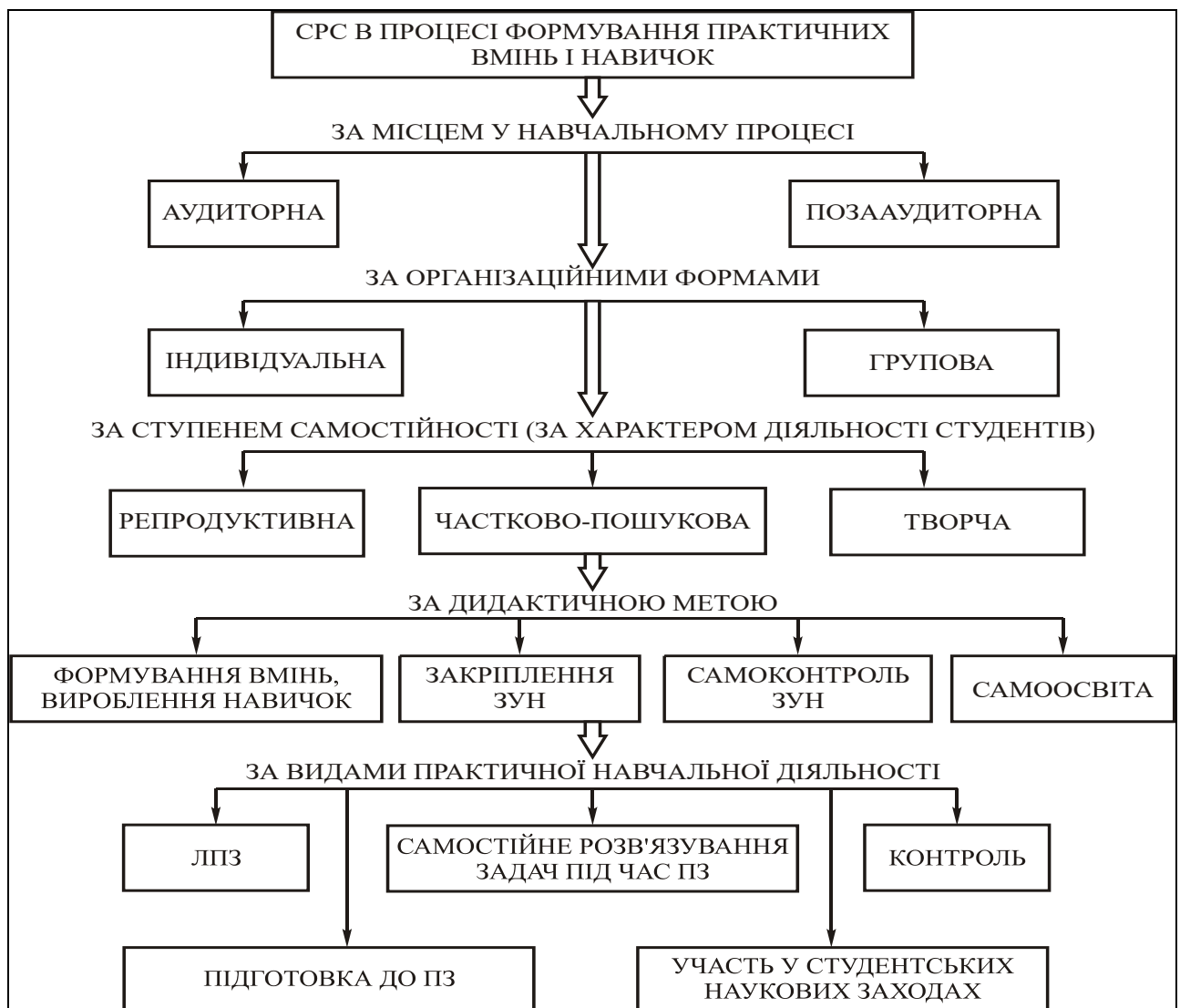


Рис. 2.10. Класифікація видів СРС під час диференційованого формування практичних умінь і навичок з вищої математики

У пункті 2.3.2 і публікації [171] розглянуто типи ПЗ із дисципліни ВМ в аграрному ВНЗ, під час організації яких найбільш вдало здійснюється форму-

вання практичних навичок і вмінь. Для кожного типу й окремого етапу ПЗ характерним є певний вид СРС і відповідні організаційні форми та засоби [231, с. 184–209]. Виділимо етапи ПЗ, зазначимо види СНПДС, які характерні для них.

Організація першого типу ПЗ-1 – формування навичок і вмінь передбачає обов’язковий етап актуалізації опорних знань і практичного досвіду студентів. Ефективність аудиторної роботи студентів на цьому етапі ПЗ залежить від планування й організації СРС, передбаченої і методично забезпеченої викладачем, націленої на повторення основних понять, формул, означень і алгоритмів, сформованих у загальноосвітніх навчальних закладах.

За місцем у навчальному процесі цей вид СНПДС є позааудиторною, випереджальною, індивідуальною або груповою самостійною роботою, яку організовує викладач, і часто за ступенем самостійності є репродуктивною або частково-пошуковою. Специфічною рисою випереджальної СРС перед ПЗ-1 є обов’язкове колективне обговорення результатів її виконання в аудиторії під час ПЗ.

Метою організації саме такої самостійної роботи є повторення, формування й закріплення ЗУН для підготовки до ПЗ. Викладачеві доцільно спланувати зміст навчальної діяльності студентів, виділити питання, які у більшій мірі пов’язані із ШКМ і є його логічним продовженням. Матеріали випереджальної самостійної роботи поділяємо на два види: 1) теоретичні поняття; 2) практичні навички, націлені на актуалізацію знань і практичного досвіду студентів, їх формування передбачено загальноосвітніми стандартами підготовки. Враховуючи тематику ПЗ, зміст матеріалу СНПДС має пропедевтичний характер. Діяльність студентів організовується із урахуванням домінуючих критеріїв – навченості, научуваності, рівнів сформованості самостійності, особливостей пізнавальних стилів.

Матеріал випереджальної СРС містить підготовчі елементи знань, на основі яких вибудовуються нові алгоритми та способи діяльності студентів під час заняття. Зокрема, в питання випереджальної самостійної роботи перед ПЗ-1, тематика якого, наприклад, „Обчислення границь функцій”, не доцільно включати завдання, що містять у розв’язанні етап обчислення границь функцій однієї змінної, оскільки поняття границі у ШКМ вводиться оглядово під час вив-

чення теми „Похідна та її застосування”. Викладачеві доречно заздалегідь підготувати для студентів із низькими показниками успішності з математики вправи на виконання тотожних перетворень і спрощень виразів, знаходження значень функції у точці, що містять ірраціональність, розв’язування яких актуалізує знання формул скороченого множення, дії зі степенями. Прикладом зазначеного типу завдань є поданий нижче фрагмент.

1. ° Знайти числове значення виразу:

- 1) $x^2 - 3x + 2$, якщо $x = 3$; 3) $\frac{4x+3}{2-5x}$, якщо $x = -2$;
 2) $\frac{x^2 + 6x + 9}{x^3 - 27}$, якщо $x = 0$; 4) $\frac{(x+4)^2}{3x+12}$, якщо $x = -2$; 5) $\frac{x-1}{x^2-1}$, якщо $x = 3$.

2. ° Скоротити дробі:

- 1) $\frac{(x-1)^2}{4x^2+x-5}$; 2) $\frac{x^2-7x+10}{x^2-3x-10}$; 3) $\frac{x^3-8}{x-2}$; 4)* $\frac{2x^3-9x^2+12x-5}{x^2-1}$.
 5) $\frac{x^2+6x+9}{x^3-27}$; 6) $\frac{(x+4)^2}{3x+12}$; 7) $\frac{x-1}{x^2-1}$.

3. * Позбутись ірраціональності у чисельниках (знаменниках) дробів:

- 1) $\frac{\sqrt{x+6}-3}{x-3}$; 2) $\frac{3x^2-2}{\sqrt{8+x}-3}$; 3) $\frac{\sqrt{x}-2}{x^2-6x+8}$; 4) $\frac{x^2-4}{\sqrt{1-4x}-3}$; 5) $\frac{\sqrt{1-x}-2}{4-\sqrt{1-5x}}$.

Для студентів агрономічного факультету доцільно розробити робочі зошити для практичних занять із вищої математики, із методичними розробками, завдання СРС, довідкові матеріали, електронний варіант яких розмістити на сайті навчального закладу [256].

Згідно з аналізом структурних компонентів типів ПЗ з вищої математики (див. пункт 2.3.2), етап актуалізації опорних знань студентів характерний майже для кожного типу занять. Представлену схему організації випереджальної СРС перед ПЗ іншого типу доцільно організовувати подібно до запропонованої, але з деякими поправками, це залежить від теми, змістового наповнення заняття, особливостей студентського колективу.

Для етапу ПЗ-1 – первинного застосування набутих знань, характерною особливістю СРС є організація її в аудиторії у вигляді індивідуальної або групової форм діяльності, що за ступенем самостійності є репродуктивною, націленою на форму-

вання і вироблення навичок самостійного розв'язування задач. Домінуючими критеріями організації диференціації на цьому етапі ПЗ-1 є: навченість і научуваність, здатність до СНПДС (див. пункт 2.3.2). На практиці під час СРС урахування критеріїв динамічної диференціації здійснюється в процесі формування викладачем вправ різного рівня складності, у яких, наприклад, передбачено обчислення границь функцій кількома способами або знаходження похідних функцій, заданих параметрично і неявно, та інші прийоми. Враховуючи рівень сформованості здатностей студентів до самостійної роботи, викладач розробляє картки-підказки (вказівки), схеми розв'язування типових завдань, основні алгоритми, прийоми спрощень.

Оскільки допоміжними критеріями диференціації є особливості пізнавальних стилів і сформованість мотивації студентів, то викладачеві доцільно завбачити графічні ілюстрації (схеми, таблиці, рисунки, ОК) до практичних завдань, що містять теоретичні матеріали, алгоритми. Це дозволить не просто формально ознайомити „візуалів” і „кінестетиків” із поняттями, наприклад, границі функції у точці, методами розв'язування СЛАР, основними методами інтегрування й іншими прийомами, а й закріпити у студентів засобами візуалізації знання основних навчальних елементів і співвідношення між ними. Враховуючи тематику ПЗ-1, прийоми візуалізації дозволяють поступово перейти від формування до закріплення, наприклад, понять неперервності функції у точці, точок розриву, односторонніх границь, асимптот, стрибка функції в точках розриву під час опанування, наприклад, матеріалу ЗМ „Границя функції. Особливості обчислення границь”. Коментування компонентів і структури, аналіз зв'язків і переходів в ОК активізує аудіовізуальний канал сприймання й усвідомлення наукової інформації.

На етапі ПЗ-1 застосування студентами знань і дій у стандартних і нових умовах передбачено організацію СРС. Вид самостійної роботи цього етапу ПЗ за місцем і типом практичної діяльності студентів повністю відповідає попереднім структурним компонентам заняття. Серед особливостей її організації відмітимо такі: ступінь самостійності студентів, що вимагає врахування навченості майбутніх аграріїв із вищої математики, залежно від якої самостійна робота може бути репродуктивною або частково-пошуковою. На цьому етапі ПЗ-1 викладаче-

ві доцільно вжити таких заходів: 1) для студентів, які мають низькі показники успішності з математики результати випереджальної самостійної роботи включати в процес засвоєння нових знань і способів діяльності для економії часу на додаткові перетворення (спрощення); 2) задіяти студентів, які мають низький рівень математичної підготовки, навіть тих, які виконали завдання домашньої роботи із помилками або неповністю, на ПЗ до процесу аналізу (обговорення) прийомів і алгоритмів розв'язування; 3) підготувати достатню кількість тренувальних вправ для самостійного розв'язування студентами з різним рівнем навченості та научуваності під час заняття; 4) підготувати по кожній із тем ПЗ завдання підвищеного рівня складності або такі, у ході розв'язування яких застосовуються евристичні прийоми навчально-пізнавальної діяльності.

Метою СРС цього етапу ПЗ-1 є закріплення ЗУН під час заняття.

На останньому етапі ПЗ-1 – повідомлення домашнього завдання викладач організовує традиційний вид СРС, а саме: позааудиторну, індивідуальну або репродуктивну, або частково-пошукову навчальну діяльність, метою якої є закріплення ЗУН у процесі підготовки до заняття. Щоб забезпечити ефективність СРС, необхідно обов'язково перевіряти результати, контролювати виконання вправ.

Швидким і цікавим для студентів способом перевірки виконання ДР під час ПЗ є взаємоперевірка у парах за готовими розв'язками, в яких відображено окремі (ключові) етапи розв'язання (спрощення), остаточні відповіді. Такий прийом доцільно практикувати періодично, залежно від тематики ПЗ. Його основним завданням є експрес-перевірка з метою своєчасної подальшої корекції ЗУН. Студентів, які виконали ДР абсолютно правильно, доцільно назвати, оцінити й відзначити. Також необхідно звернути увагу на студентів, які допустили найбільше помилок під час виконання домашніх завдань, щоб скорегувати їхні ЗУН, організувати консультації, дібрати додаткові тематичні індивідуальні завдання.

Особливість організації СНПДС для заняття типу ПЗ-2 – застосування ЗУН полягає у тому, що всі його компоненти, які передують етапу самостійної діяльності студентів під контролем викладача, є, підготовкою до організації ін-

дивідуальної самостійної роботи, яка є основною формою діяльності на занятті цього типу. Остання націлена на організацію частково-пошукової або творчої діяльності студентів для вироблення й закріплення ЗУН, навичок самоконтролю.

Самостійна діяльність студентів під контролем викладача під час організації практичної математичної підготовки має характерні особливості, зумовлені введенням у навчальний процес задач трьох видів: 1) типові задачі, у процесі розв'язування яких застосовується репродуктивна СРС „за зразком”, спрямована на відпрацювання обов'язкових результатів навчальної діяльності: навичок застосування правил, основних формул, алгоритмів; 2) ускладнені задачі сприяють поступовому формуванню самостійного аналізу частково-пошукового характеру, проведенню аналогій, узагальненню в процесі перенесення набутого практичного досвіду в нові умови, або комбінуванню відомих способів і алгоритмів, що містять матеріали попередніх тем, міжпредметні зв'язки з метою формування ЗУН базового рівня; 3) творчі й прикладні задачі, їх розв'язування націлене на формування евристичних прийомів (різнобічного змістового аналізу та синтезу математичних проблеми, умов і етапів їх розв'язування, конкретизації, абстрагування, графічного аналізу); розв'язування такого типу задач сприяє розвитку у студентів навичок навчально-пошукової діяльності, гіпотетичного й інтуїтивного мислення, що є передумовою професійного становлення майбутнього фахівця [33, с. 116–121].

Під час проведення ПЗ-2 важливо організовувати самостійне виконання практичних завдань студентами. Для цього необхідно у навчальному процесі використовувати ТЗН, методичні матеріали, дидактичні засоби [20].

Невід'ємним структурним компонентом самостійної роботи є контроль, самоконтроль або взаємоконтроль студентів у процесі виконання завдань, що є наступним етапом заняття. Заходи контролю під час ЛПЗ типу застосування ЗУН націлені на вироблення у студентів навичок самоконтролю результатів виконання завдань під час занять, аналізу області існування ММ, що є розв'язком. Ефективність контролю залежить від розробки викладачем чіткого алгоритму діяльності студентів, завчасного планування додаткових різнорівневих завдань, аналізу, зіставлення й самоконтролю результатів самостійної діяльності.

ДР для ПЗ-2 є позааудиторною СРС, подібно до того, як це представлено для ПЗ-1. Окремо виділяємо індивідуальні завдання поглибленого рівня складності для самостійного розв'язування студентами, які мають високі показники успішності під час вивчення вищої математики. Такі задачі є необхідною складовою процесу формування майбутнього фахівця. Прикладом задач прикладного змісту поглибленого рівня складності є поданий нижче фрагмент із теми, наприклад, „Застосування диференціального числення під час розв'язування задач”.

Задача 2.3.14. Радіус основи бурта картоплі конічної форми дорівнює 5 м. Як зміниться маса картоплі у бурті, якщо його висота збільшиться на 1,5 м? Маса 1 м³ картоплі – 4 ц.

Задача 2.3.15. Залежність урожайності озимої пшениці y (ц/га) від норми висіву насіння x (млн зернин/га) виражається виробничою функцією $y = 5,6 + 8,1x - 0,7x^2$. Знайдіть оптимальну норму висіву насіння для максимальної врожайності [78, с. 181].

Щодо комбінованих практичних занять, то структурні компоненти, організація яких передбачає традиційний або випереджальний види СРС, здебільшого відповідають розглянутим вище типам ПЗ-1 і ПЗ-2. Зазначимо особливості СНПДС, які притаманні окремим типам комбінованих ПЗ. Зокрема, першим етапом ПЗ-3.1 – контролю ЗУН, формування навичок і вмінь є вхідний контроль, що має вигляд аудиторної, індивідуальної, репродуктивної СРС. Детальний аналіз формування завдань ВК й методик розробки критеріїв оцінювання такого виду самостійної роботи розглянуто в пункті 2.2.2, додатку Е. Наступні етапи ПЗ-3.1 відповідають структурі та видам СРС, описаної для ПЗ-1.

Складовими ПЗ-3.2 – узагальнення, систематизації, контролю й корекції ЗУН, є організація СРС, на етапі повторення й узагальнення окремих понять і засвоєння відповідної їм системи знань. Для цього структурного компонента характерною є аудиторна; індивідуальна або групова; частково-пошукова або творча СРС, метою організації якої є закріплення ЗУН, їх самоконтроль; ефективності виконання завдань сприяє, наприклад, застосування КТ. Саме для ПЗ-3.2 характерним є добір завдань, що відображають міжпредметні зв'язки; задач, етапи

розв'язування яких демонструють варіативність методів і прийомів, раціональність включення ТЗН у процес обчислень і побудови графічних об'єктів, презентації результатів. Розв'язування й аналіз завдань ПЗ-3.2 націлено на подальшу перспективу участі майбутніх аграріїв у студентських наукових заходах [177, 182].

Етап ПЗ-3.2 – контролю ЗУН, рівня їх засвоєння характеризується аудиторною, індивідуальною, репродуктивною, або частково-пошуковою, або творчою діяльністю студентів; метою її організації є узагальнення й систематизація ЗУН, перевірка їх рівня засвоєння. Остання організовується у вигляді самостійного розв'язування тестових завдань під час ПЗ-3.2 письмово або за допомогою КТ. Приклад тестових завдань вміщено в додатку Ж.2, повний текст представлено у методичній розробці [152].

Прийоми, форми і види самостійної роботи для ПЗ-3.2 організовуються подібно до попередніх типів ПЗ, зокрема ПЗ-2 [172].

У разі вибору викладачем інших типів ПЗ з вищої математики, види і форми СРС компонується відповідним чином, як це було представлено в дослідженні. Наприклад, всі структурні компоненти і види самостійної роботи комбінованого типу ПЗ – застосування, узагальнення і систематизації ЗУН відповідають типам ПЗ-2 і ПЗ-3.2. Особливість СНПДС такого типу ПЗ полягає у необхідності добору завдань, розв'язування яких сприяє закріпленню навичок і вмінь, узагальненню та систематизації теоретичних знань і способів виконання практичних дій для організації аудиторної СНПДС із подальшою перспективою завершення розв'язування завдань самостійно вдома, індивідуально під час консультацій.

Особливості самостійної роботи студентів аграрного ВНЗ під час організації практичної підготовки з вищої математики в умовах диференціації представлено в публікації [155].

2.4. Апробація та експериментальна перевірка положень дисертації

Експериментальну перевірку основних положень дисертації автор дослідження проводив разом із науковим керівником і викладачами вищої математики ВНЗ, у яких передбачено напрям підготовки 6.090101 „Агрономія”.

Мета експерименту полягала у розробці методичної системи ДН вищої математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю; практичній перевірці її ефективності, що здійснювалась у три етапи протягом шести років (із 2004 по 2010 р.), яким передувало тривале вивчення проблеми: 1) етап констатувального експерименту (2004–2005 рр.); 2) етап пошукового експерименту (2006–2007 рр.); 3) етап формувального експерименту (2008–2010 рр.).

На першому етапі – констатувального експерименту (КЕ) передбачалось визначення об’єкта, предмета, мети, формулювання гіпотези та постановка завдань дослідження.

Базовими установами для проведення КЕ були: Білоцерківський національний аграрний університет, Вінницький національний аграрний університет, Національний університет біоресурсів і природокористування, Полтавська державна аграрна академія, Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Таврійський державний агротехнологічний університет.

У першому етапі КЕ взяли участь 710 респондентів, серед них представники аграрних ВНЗ таких міст, як: Біла Церква – 12 %; Вінниця – 13,4 %; Київ – 13 %; Полтава (аграрна академія) – 31,8 %; Мелітополь – 19,2 %. Респонденти Полтавського національного педагогічного університету (10,6 %) залучались для забезпечення можливості адекватного оцінювання результатів на основі порівняння.

Констатувальний експеримент проходив за двома стадіями: теоретичною і практичною.

Теоретична стадія експерименту полягала у вивченні стану проблеми організації ДН вищої математики у ВНЗ аграрного профілю; проведенні аналізу нормативних документів, науково-методичної і психолого-педагогічної літератури, порівнянні змісту математичних дисциплін на різних факультетах аграрних ВНЗ і методич-

них підходів до його представлення у підручниках, посібниках, навчально-методичних розробках; вивченні досвіду навчання дисципліни ВМ в аграрних ВНЗ.

Практична стадія КЕ була націлена на визначення стану математичної підготовки сучасного аграрія в умовах кредитно-модульної організації навчання. На першому етапі експериментальних досліджень були застосовані такі методи.

1. Анкетування студентів-першокурсників і викладачів із метою визначення основних проблем і недоліків математичної підготовки у ВНЗ аграрного профілю.

Результати анкетування викладачів свідчать, що під час навчання вищої математики диференціація організовується із урахуванням лише окремих її аспектів (у процесі СРС під час практичних занять (27 %) і позааудиторно (18 %); для розробки завдань різного рівня складності (34 %) або не реалізується на практиці взагалі (21 %). Найчастіше викладачі (79 %) схвалюють ідею впровадження диференціації у навчально-виховний процес ВНЗ, (42 %) із них використовують її періодично, аргументуючи відсутністю спеціально розробленого навчально-методичного забезпечення.

Анкетування першокурсників проводилось із метою вивчення їхньої мотиваційної сфери (причин, що зумовили вибір спеціальності, самооцінки особистих математичних ЗУН, інших факторів, які є вирішальними у ставленні до навчання взагалі й до вивчення дисципліни ВМ зокрема. Висновки, одержані в результаті аналізу й обробки експериментальних даних, описано в пункті 1.2.1 і статті [159].

2. Наступний метод експериментальних досліджень – тестування студентів першого курсу з метою визначення стану математичної підготовки (навченості) із ШКМ. У дослідженні використано тексти завдань, розроблених колективом науковців Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Опис методики проведення й обробки результатів тестування, завдання й висновки щодо рівня навченості студентів аграрних ВНЗ із ШКМ частково представлено в пункті 1.2.2 дослідження і публікаціях [154, 161].

3. Спостереження за діяльністю викладачів, студентів під час лекційних і практичних занять; психодіагностичні дослідження, проведені на основі методичних розробок науковців [47, 76, 140, 204, 212], націлені на вивчення факторів, які

впливають на підвищення ефективності навчання вищої математики: балів у атестатах, результатів вхідної КР, пізнавальних стилів, характеристик уваги (вибірковість, переключення, концентрація); логічне мислення, математичне мислення, типологічні особливості, творчість, IQ, стиль мислення, види пам'яті (операційна, короткочасна, образна), інтелектуальні можливості студентів, мотивація, самостійність, що є визначальними в процесі вибору критеріїв ДН першокурсників.

4. Збір інформації із документації (навчальних планів, студентських особових справ, анкет та інших документів) з метою створення бази даних і її систематизації (додаток И, табл. И.1).

5. Аналіз результатів виконання контрольних, самостійних робіт студентів із вищої математики здійснювався поступово. Спочатку були оброблені результати тестування й анкетування з метою систематизації даних, вивчення типових помилок і недоліків, допущених студентами під час виконання тестових завдань із ШКМ, здійснено порівняльний аналіз результатів тестування й анкетування між респондентами різних спеціальностей і напрямів підготовки.

Потім були вивчені й систематизовані додаткові дані респондентів, відповіді на запитання анкети. Мета дослідження полягала: 1) у перевірці гіпотези про існування залежності між балами в атестатах із алгебри й геометрії (балами у сертифікатах зовнішнього незалежного оцінювання з математики) та результатами вивчення рівнів навченості; 2) визначенні домінуючих мотивів вивчення математики у школі та дисципліни ВМ у ВНЗ, їхнього впливу на навчальну успішність майбутніх фахівців.

Подальша практична стадія експерименту полягала у статистичному аналізі результатів тестування для виявлення залежностей між рівнем базових знань студентів, кількістю набраних балів (результативний показник, x) під час тестування і середнім шкільним балом атестату з алгебри і геометрії (факторний показник, y).

Висновки й узагальнення експериментальних даних порівнювались із результатами аналізу подібних соціологічних досліджень, проведених іншими науковцями з метою перевірки достовірності одержаних результатів, висновків, прогнозів.

Аналіз результатів тестування студентів із ШКМ [154, 159] підтвердив гіпотезу існування залежності між рівнем навченості першокурсників і наявністю (відсутністю) відповідної кількості балів у сертифікатах зовнішнього незалежного оцінювання; між мотивацією і показниками успішності у навчально-пізнавальній діяльності студентів. Визначення рівнів навченості студентів-аграріїв свідчить про необхідність введення заходів, націлених на систематизацію знань, повторення й узагальнення основних тем і розділів ШКМ (залежно від спеціальності). Зіставлення результатів тестування з математики і відповідями респондентів на запитання анкети дало підстави стверджувати, що, крім навченості студентів-першокурсників, важливу роль у формуванні й засвоєнні ЗУН із дисципліни ВМ відіграють мотиви: вибору професії, вступу у ВНЗ, оволодіння математичними теоріями й практикою; психологічні особливості, притаманні кожній особистості. Вважаємо, що розробка та впровадження методики ДН допоможе вирішити як освітні потреби майбутніх фахівців-аграріїв узагалі, так і індивідуально-професійні зокрема.

Метою кореляційно-регресійного аналізу результатів тестування із ШКМ студентів першого курсу є вивчення факторів впливу на рівень навченості аграріїв, за результатами якого одержано рівняння лінії регресії, що описує залежність між балами в атестатах і рівнем навченості: $y_x = -13,1491 + 3,6202x$, де $x \in [4; 10]$ (якщо $x < 4$, то документи на вступ у ВНЗ не приймали). Значення коефіцієнта регресії свідчить про позитивну тенденцію збільшення середнього бала в атестаті з математики та додатний приріст суми балів, одержаних під час тестування.

Зіставлення результатів тестування з математики й даних анкетування викладачів і студентів із подібними дослідженнями [20, 21, 33, 50, 70, 100, 104, 120, 142, 147, 257] свідчать про низький рівень навченості студентів агрономічного факультету із ШКМ, недостатній рівень сформованості науковості, самостійності та пізнавальної мотивації першокурсників, що пояснюється такими висновками: 1) проблема організації навчання вищої математики у ВНЗ аграрного профілю на факультетах, де вона не є профільною дисципліною вирішувалась із орієнтацією на подальшу перспективу вивчення за допомогою засобів сучасного комп'ютерного обладнання таких дисциплін, як: основи наукових досліджень; математичні методи

оптимізації виробничих процесів; математичне моделювання агробіологічних процесів і явищ; 2) аналіз результатів контрольних, самостійних, індивідуальних розрахунково-графічних робіт студентів із вищої математики, бесіди з викладачами математичних і фахових дисциплін показав, що ЗУН студентів агрономічного факультету із ШКМ і, як наслідок, вищої математики часто є несистемними, формальними.

Після проведення першого етапу експерименту було отримано такі результати: 1) уточнено цілі й завдання вивчення дисципліни ВМ на основі аналізу галузевих стандартів, встановлено міжпредметні зв'язки з фаховими дисциплінами, передбаченими навчальними планами напряму підготовки 6.090101 „Агрономія”; 2) виявлено протиріччя і невідповідності між виробничими функціями, типовими задачами діяльності, професійними вміннями, формування яких відбуваються під час вивчення вищої математики завдяки змістовому наповненню навчально-методичного забезпечення дисципліни; 3) уточнено зміст навчальної дисципліни ВМ напряму підготовки 6.090101 „Агрономія”, освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр”, кваліфікації „Технолог з агрономії”; 4) встановлено необхідність оновлення засобів навчання вищої математики у ВНЗ аграрного профілю, методичного забезпечення (рекомендацій щодо проведення лекційних і практичних занять, СРС), їхнього практичного впровадження в навчальний процес, розробки та створення програми навчальної дисципліни ВМ для студентів агрономічного факультету; 5) уточнено в загальних рисах структуру методичної системи організації ДН дисципліни ВМ у ВНЗ аграрного профілю.

За результатами КЕ висунуто гіпотезу про підвищення рівня математичних ЗУН у ВНЗ аграрного профілю завдяки впровадженню в навчальний процес методики диференційованого навчання вищої математики. Таким чином, наступний етап дослідження полягав у вивченні теорії та практики організації ДН математики у середніх і вищих навчальних закладах освіти. У зв'язку з цим постало завдання – розробити методичну систему диференційованого навчання дисципліни ВМ у ВНЗ аграрного профілю для напряму підготовки „Агрономія”.

Пошуковий експеримент дисертації було проведено на основі даних і висновків КЕ. Під час проведення другого етапу експериментальної діяльності було виді-

лено основні дефініції дослідження; встановлено вимоги до організації ДН дисципліни ВМ студентів у ВНЗ аграрного профілю; виділено види, форми, засоби, критерії організації ДН; розроблено основні положення формульованого експерименту.

Результати опитування викладачів і досвід навчання дисципліни ВМ засвідчили епізодичність і стихійність засвоєння математичних ЗУН студентами-аграріями, що значно ускладнює процес їхнього диференційованого формування, оскільки останній характеризується цілеспрямованістю, планомірністю, систематичністю, комплексністю і послідовністю дій викладача та студентів.

У наслідок проведення другого етапу експериментальної перевірки результатів дисертації було розроблено, апробовано та скореговано основні складові методичної системи диференційованого навчання студентів-аграріїв (встановлено критерії поділу студентів на типологічні групи; проведено пошук і систематизацію організаційних форм і методів ДН дисципліни ВМ; апробовано засоби організації ДН, розроблено методику диференційованого формування у студентів системи ЗУН із вищої математики під час аудиторної і самостійної навчально-пізнавальної діяльності; розроблено проект програми навчальної дисципліни ВМ).

Останній етап – формульовальний експеримент проводився упродовж 2008–2010 рр. На цьому етапі було впроваджено у навчально-виховний процес ВНЗ аграрного профілю типову програму навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” [209], затверджену Департаментом аграрної політики України, у якій передбачено рівневу диференціацію змісту освіти, вимог до його засвоєння, критерії оцінювання навчальних досягнень студентів. У змісті навчальної дисципліни виділено навчальні модулі й питання для впровадження модульно-рейтингової системи навчання вищої математики студентів. Розширення змісту дисципліни ВМ у програмі відбувається за рахунок введення додаткових питань. У вимогах до засвоєння змісту встановлено два рівні: мінімальний (базовий) і обов’язковий (підвищений). Увесь матеріал ЗМ структуровано таким чином, щоб забезпечити повторення ШКМ і організувати опанування дисципліни ВМ на рівні близькому до поглибленого, але лише в такій мірі, яка необхідна для майбутнього технолога з агрономії.

В експерименті взяло участь 213 студентів, фрагмент бази даних представлено в табл. 2.10. Поділ студентів на експериментальну (ЕГ) та контрольну (КГ) групи здійснювався на основі результатів вхідної КР, балів атестатів з алгебри і геометрії, висновків психодіагностичних методик, розроблених у таких літературних джерелах [9, 42, 76, 87, 140, 204, 21]. Перевірка навченості із ШКМ організовувалась із метою визначення знань і вмінь із алгебри, основ теорії ймовірностей і математичної статистики в обсязі програми загальноосвітніх навчальних закладів, що забезпечують обов'язковий рівень підготовки та подальше успішне опанування вищої математики (орієнтовні тексти завдань, критерії формування варіантів, критерії оцінювання навчальних досягнень студентів представлено у пункті 2.3.3). У додатку И (табл. И.1) частково представлено базу експериментальних даних.

Таблиця 2.10

Фрагмент експериментальних даних

1 Прізвище, ім'я, по-батькові	2 Група	3 № Групи	4 Підсумковий контроль	5 Алгебра	6 Геометрія	7 Середнє	8 Державна атестація	9 Поточний контроль	10 Іспит	11 Вхідний контроль	12 Пізнавальні стилі	13 Увага вибірковість	14 Увага переключення	15 Увага концентрація	16 Логічне мислення поч.	17 Математичне мислення поч.	18 Типологічні особливості	19 Творчість	20 Стиль мислення	21 Операційна пам'ять	22 Короткочасна пам'ять	23 Образна пам'ять	24 Інтелектуальні можливості	25 Мотивація	26 Рівні самостійності	27 Логічне мислення к.	28 Математичне мислення к.	
1 Андрончик Д.В.	Е	1	7	8	8	8	8	7	8	5	4	3	5	70	10	5	3	38	68	2	22	6	6	19	3	2	10	6
2 Бакума Я.М.	Е	1	8	8	8	8	9	7	7	5	4	4	5	80	9	4	1	41	65	3	24	7	7	18	3	2	9	5
3 Баштавенко О.А.	Е	1	4	5	6	5,5	7	5	6	3	1	3	6	120	1	2	2	27	58	2	16	4	5	15	2	1	2	2
4 Бойко О.О.	Е	1	8	7	7	7	8	7	7	5	3	5	7	90	3	4	2	32	66	4	21	7	6	18	3	2	4	4
5 Бранцра І.Л.	Е	1	5	6	5	5,5	6	6	6	4	3	4	7	135	1	3	2	31	55	2	20	6	6	16	2	1	2	3
6 Вайс Р.А.	Е	1	3	6	6	6	7	4	5	1	5	2	9	160	0	2	2	26	54	5	18	5	5	14	1	0	1	2

Обробку, аналіз даних і результатів було здійснено за допомогою програмного пакета STATISTICA, призначеного для стандартної процедури проведення статистичного аналізу експериментальних даних.

1. Первинна статистична обробка експериментальних даних: розрахунок точкових (інтервальних) числових характеристик для формування загального уявлення про характер показників, що досліджуються (мінімальний і максимальний числові показники; мода та медіана кожного статистичного ряду, середнє, дисперсія, середнє квадратичне відхилення та ін.).

2. Оцінка розподілу вибірових сукупностей проводилась візуально, шляхом порівняння полігона та гістограми з кривою нормального розподілу (у тому числі на „нормальному ймовірнісному аркуші”), з метою обґрунтування

коректності застосування параметричних критеріїв Стюдента, Фішера, обчислення коефіцієнта парної лінійної кореляції Пірсона.

3. Попарне порівняння статистичних рядів ЕГ і КГ із застосуванням t -критерію Стюдента для порівняння середніх, F -критерію Фішера для порівняння дисперсій із метою встановлення наявності (відсутності) істотних (значущих) відмінностей між статистичними характеристиками ЕГ і КГ на початку експерименту та в кінці, після впровадження розробленої методики ДН у навчальний процес.

4. Проведення кореляційного аналізу, обчислення та перевірка значущості коефіцієнта парної лінійної кореляції r_{xy} для встановлення наявності й сили (тісноти) лінійного кореляційного зв'язку між величинами, які досліджуються.

У результаті статистичного аналізу сформульовано відповідні висновки. Статистичний аналіз проведено на основі обстеження вибіркової сукупності обсягом 213 одиниць, серед яких 171 студент агрономічного факультету складав випускний іспит із математики (державну підсумкову атестацію). 25 % студентів-аграріїв за ШКМ з алгебри і геометрії мають середній бал близький до 7. За результатами вхідної КР з вищої математики середній бал становить 5 за 12-бальною шкалою оцінювання (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Початкові описові статистики

Змінні	Початкові описові статистики							
	Об'єм вибірки	Середнє вибіркове	Мода	Міні значення змінної	Макс значення змінної	Дисперсія	Стандартна похибка середнього	Середнє квадратичне відхилення
Алгебра	213	7,0563	6,000000	2,00000	12,0000	3,619	0,130356	1,90249
Геометрія	213	6,9437	6,000000	3,00000	11,0000	3,525	0,128646	1,87753
Середній бал ШКМ	213	7,0000	6,000000	3,00000	11,5000	3,483	0,127884	1,86641
Державана атестація	171	7,1287	7,000000	2,00000	12,0000	4,642	0,164764	2,15457
Вхідний контроль	213	4,6901	5,000000	0,00000	9,0000	3,215	0,122854	1,79300
Пізнавальні стилі	213	3,6667	4,000000	1,00000	6,0000	2,242	0,102599	1,49738
Увага (вибірковість)	213	3,9812	4,000000	0,00000	8,0000	3,943	0,136059	1,98571
Увага (переключення)	213	5,5305	4,000000	1,00000	9,0000	3,524	0,128623	1,87719
Увага (концентрація)	213	110,4930	Multiple	46,00000	178,0000	1021,496	2,189922	31,96086
Логічне мислення (поч.)	213	3,4366	1,000000	0,00000	10,0000	6,832	0,179096	2,61382
Математичне мислення (поч.)	213	3,5493	3,000000	0,00000	7,0000	3,683	0,131490	1,91904
Типологічні особливості	213	2,0892	2,000000	1,00000	3,0000	0,619	0,053924	0,78700
Творчість	213	36,0610	39,00000	18,00000	56,0000	57,765	0,520767	7,60034
IQ (ШТРР)	213	64,7371	Multiple	39,00000	84,0000	76,553	0,599504	8,74947
Стилі мислення	213	3,1831	Multiple	1,00000	5,0000	1,914	0,094805	1,38363
Оперативна пам'ять	213	26,0845	29,00000	12,00000	38,0000	38,314	0,424118	6,18980
Короткочасна пам'ять	213	6,3521	6,000000	1,00000	10,0000	3,380	0,125973	1,83852
Образна пам'ять	213	6,0188	6,000000	2,00000	9,0000	2,452	0,107303	1,56604
Інтелектуальні можливості	213	15,0798	16,00000	3,00000	28,0000	29,574	0,372618	5,43818
Мотивація	213	2,5634	3,000000	0,00000	5,0000	2,247	0,102713	1,49905
Рівні самостійності	213	1,6432	1,000000	0,00000	5,0000	1,674	0,088651	1,29382

Важливою передумовою достовірності висновків, одержаних за результатами формувального експерименту є відсутність значної відмінності між досліджуваними показниками в ЕГ і КГ на початку експерименту, після проведення вхідної КР і психодіагностичних досліджень.

Для перевірки наявності або відсутності відмінності між відповідними показниками ЕК і КГ окремо перевірили гіпотезу про рівність середніх і дисперсій для кожного показника, що досліджується.

Для візуальної оцінки розподілу вибірових даних побудовано гістограму розподілу частот для кожної характеристики і здійснено порівняння її вигляду з кривою нормального розподілу (додаток И, рис. И.1–И.6). За результатами порівняння було висунуто припущення, що вибірові дані мають розподіл, близький до нормального, що дало підстави для застосування параметричних статистичних критеріїв, таких як t -тест Стьюдента і F -тест Фішера – Снедекора, до обробки статистичних даних.

Нульова гіпотеза H_{10} щодо середніх значень вибірових характеристик була сформульована таким чином: „ H_{10} полягає у відсутності істотної (значущої) відмінності між середніми показниками (бали атестатів, результати вхідної КР, пізнавальні стилі, інтелектуальні можливості студентів, інші характеристики) у

студентів ЕГ і КГ; числові відмінності, що спостерігаються у дослідях між середніми показниками, пояснюються випадковими причинами. Тобто $H_{10}: x_1 = x_2$ ”.

Перевірка гіпотези H_{10} виконувалась у вигляді стандартної процедури порівняння середніх статистичних рядів із використанням t -критерію Стьюдента, результати якого подано в додатку И, табл. И.3. Нульова гіпотеза H_{10} приймається. Отже, між середніми показниками, що досліджуються, у ЕГ і КГ на початку експерименту немає істотної різниці.

Сформулюємо нульову гіпотезу H_{20} щодо дисперсій: „Нульова гіпотеза H_{20} полягає у відсутності істотної відмінності між дисперсіями статистичних показників (бали атестатів, результати вхідної КР, пізнавальні стилі й інші характеристики) в ЕГ і КГ. Відмінності між дисперсіями, що спостерігаються у дослідях, можна пояснити випадковими причинами. Тобто, $H_{20}: \nu_1 = \nu_2$ ”.

Для перевірки гіпотези H_{20} була виконана стандартна процедура порівняння дисперсій із використанням F -тесту Фішера – Снедекора (додаток И, табл. И.4). Результати F -тесту свідчать про те, що істотної (значущої) відмінності між дисперсіями досліджуваних характеристик у ЕГ і КГ немає. Тому нульова гіпотеза H_{20} справедлива. Тобто дисперсії характеристик у ЕГ статистично достовірно не відрізняються від дисперсій досліджуваних характеристик у КГ при заданому рівні значущості $p = 0,05$.

Таким чином, за результатами порівняння статистичних рядів, сформованих у ході обстеження ЕГ і КГ, можна зробити висновок, що на початку експерименту в ЕГ і КГ значуща відмінність між досліджуваними показниками відсутня.

Проведемо аналогічні міркування для ЕГ і КГ на завершальному етапі експерименту після впровадження методики ДН у навчально-виховний процес, проведення заходів контролю – підсумкової контрольної роботи й іспиту.

Нульова гіпотеза H_{11} щодо середніх полягає у відсутності істотної (значущої) відмінності між середніми показниками (результатів підсумкової КР й екзамену) в ЕГ і КГ. Числові відмінності між середніми показниками, що спостерігаються у дослідях, пояснюються випадковими причинами. Тобто $H_{11}: x_1 = x_2$.

На основі результатів t -тесту (порівняння середніх) (додаток И, табл. И.5) зробимо такі висновки: нульова гіпотеза H_{11} є хибною і відкидається. Тобто між середніми показниками у ЕГ і КГ існує статистично значуща відмінність, яка не може бути пояснена випадковими причинами. Вона зумовлена застосуванням методики диференційованого навчання.

Нульова гіпотеза H_{21} щодо дисперсій полягає у відсутності істотної (значущої) відмінності між дисперсіями статистичних показників (результатів підсумкової КР й екзамену) ЕГ і КГ. Відмінності між дисперсіями, що спостерігаються у дослідях, пояснюються випадковими причинами. Тобто H_{20} : $\nu_1 = \nu_2$.

Результати F -тесту (порівняння дисперсій) (додаток И, табл. И.5) дозволяють зробити висновки: нульова гіпотеза H_{21} за результатом F -тесту виявилась хибною. Можна стверджувати, що дисперсії характеристик у ЕГ статистично достовірно відрізняються від дисперсій відповідних досліджуваних характеристик у КГ при заданому рівні значущості $p = 0,05$. Тобто між дисперсіями досліджуваних показників існує статистично значуща відмінність, яка не пояснюється випадковими причинами (табл. 2.12).

Таким чином, за результатами обробки експериментальних даних ми прийшли до остаточного висновку, що на кінець експерименту між ЕГ і КГ спостерігалась статистично достовірна відмінність, яка не пояснюється випадковими причинами.

Метою проведення кореляційно-регресійного аналізу є визначення ступеня впливу діючих факторів (середнього балу за ШКМ, результатів вхідної КР, інших показників наукованості) на результативні показники (підсумкової КР і екзамену).

Таблиця 2.12

Перевірка гіпотези про рівність дисперсій за критерієм Фішера – Снедекора
після впровадження методики

Однофакторний дисперсійний аналіз після впровадження методики ДН. Рівень довіри (значущості) $p < ,05000$								
Змінні	Сума квадратів Effect	Кількість ступенів вільності діючого фактора Effect	Середнє квадратичне діючого фактора Effect	SS Error	Кількість ступенів вільності похибки Error	Середнє квадратичне похибки Error	F-критерій (Фішера)	Рівень значущості
Підсумковий контроль	13,57	1	13,57	650,7	211	3,08	4,399	0,0372
Середнє (ШКМ)	10,90	1	10,90	727,6	211	3,45	3,162	0,0768
Атестація	11,53	1	11,53	777,6	169	4,60	2,506	0,1153
Поточний контроль	6,41	1	6,41	620,8	211	2,94	2,178	0,1415
Іспит	34,35	1	34,35	636,3	211	3,02	11,390	0,0009
Вхідний контроль	5,51	1	5,51	676,0	211	3,20	1,719	0,1913
Пізнавальні стилі	0,36	1	0,36	475,0	211	2,25	0,158	0,6915
Увага вибірковість	0,01	1	0,01	835,9	211	3,96	0,003	0,9548
Увага переключення	1,08	1	1,08	746,0	211	3,54	0,304	0,5817
Увага концентрація	857,36	1	857,36	215699,9	211	1022,27	0,839	0,3608
Логічне мислення (поч.)	0,10	1	0,10	1506,7	210	7,17	0,013	0,9081
Математичне мислення (поч.)	0,20	1	0,20	838,7	211	3,97	0,050	0,8226
Типологічні особливості	0,05	1	0,05	131,3	211	0,62	0,083	0,7734
Творчість	8,28	1	8,28	12237,9	211	58,00	0,143	0,7059
IQ (ШТРР)	1,07	1	1,07	16228,2	211	76,91	0,014	0,9064
Стил мислення	0,01	1	0,01	405,8	211	1,92	0,006	0,9399
Оперативна пам'ять	105,92	1	105,92	8016,6	211	37,99	2,788	0,0965
Короткочасна пам'ять	0,89	1	0,89	715,7	211	3,39	0,261	0,6096
Образна пам'ять	2,22	1	2,22	517,7	211	2,45	0,904	0,3429
Інтелектуальні можливості	0,52	1	0,52	6269,1	211	29,71	0,018	0,8945
Мотивація	5,90	1	5,90	470,5	211	2,23	2,644	0,1054
Рівні самостійності	1,03	1	1,03	353,8	211	1,68	0,616	0,4333
Логічне мислення (кінц.)	1,48	1	1,48	1544,5	211	7,32	0,202	0,6538
Математичне мислення (кінц.)	0,07	1	0,07	864,8	211	4,10	0,018	0,8940

Визначимо як змінюється результативна ознака (відгук) залежно від характеристикних показників наукованості студентів; наскільки значимі ці зміни і який ступінь їх статистичної вірогідності. Виконаємо перевірку значущості коефіцієнта кореляції.

Результати кореляційного аналізу подано у вигляді кореляційної матриці (табл. 2.13, табл. И.5, додаток И). У кореляційній матриці на перетині відповідних рядків і стовпців вказані коефіцієнти кореляції, числові значення яких виділено напівжирним, курсивом. Їх величини свідчать про наявність і тісноту зв'язку між переважно всіма досліджуваними ознаками.

Розраховані значення коефіцієнта кореляції (табл. 2.13, табл. И.6, додаток И), які виділено напівжирним курсивом є значущими (істотно відмінними від нуля) при заданому рівні значущості $p = 0,05$.

Таблиця 2.13

Кореляційний аналіз експериментальних даних

Кореляційна матриця. Рівень значущості $p < .05000$ N=213 (Casewise deletion of missing data)																							
Змінні	Підсумковий контроль	Середнє ШКМ	Поточний контроль	Іспит	Вхідний контроль	Пізнавальні стилі	Увага (вибірковість)	Увага (переключення)	Увага (концентрація)	Логічне мислення (п.)	Математичне мислення (п.)	Типологічні особливості	Творчість	IQ	Стилі мислення	Оперативна пам'ять	Короткочасна пам'ять	Образна пам'ять	Інтелектуальні можливості	Мотивація	Самостійність	Логічне мислення (к.)	Математичне мислення (к.)
Підсумковий контроль	1,00	<i>0,59</i>	<i>0,91</i>	<i>0,93</i>	<i>0,90</i>	<i>0,15</i>	<i>0,78</i>	-0,10	-0,01	<i>0,76</i>	<i>0,82</i>	<i>-0,22</i>	<i>0,64</i>	<i>0,72</i>	<i>-0,20</i>	<i>0,69</i>	<i>0,77</i>	<i>0,76</i>	<i>0,79</i>	<i>0,84</i>	<i>0,83</i>	<i>0,81</i>	<i>0,83</i>
Середнє ШКМ	<i>0,59</i>	1,00	<i>0,63</i>	<i>0,57</i>	<i>0,64</i>	<i>0,15</i>	<i>0,50</i>	0,00	-0,02	<i>0,52</i>	<i>0,56</i>	<i>-0,17</i>	<i>0,51</i>	<i>0,60</i>	<i>-0,19</i>	<i>0,54</i>	<i>0,59</i>	<i>0,52</i>	<i>0,55</i>	<i>0,54</i>	<i>0,62</i>	<i>0,53</i>	<i>0,53</i>
Поточний контроль	<i>0,91</i>	<i>0,63</i>	1,00	<i>0,92</i>	<i>0,92</i>	<i>0,17</i>	<i>0,76</i>	-0,07	-0,03	<i>0,74</i>	<i>0,84</i>	<i>-0,21</i>	<i>0,67</i>	<i>0,77</i>	<i>-0,20</i>	<i>0,73</i>	<i>0,80</i>	<i>0,79</i>	<i>0,80</i>	<i>0,83</i>	<i>0,85</i>	<i>0,79</i>	<i>0,85</i>
Іспит	<i>0,93</i>	<i>0,57</i>	<i>0,92</i>	1,00	<i>0,85</i>	<i>0,18</i>	<i>0,81</i>	-0,05	0,03	<i>0,77</i>	<i>0,82</i>	<i>-0,21</i>	<i>0,66</i>	<i>0,71</i>	<i>-0,23</i>	<i>0,66</i>	<i>0,76</i>	<i>0,78</i>	<i>0,78</i>	<i>0,86</i>	<i>0,84</i>	<i>0,82</i>	<i>0,84</i>
Вхідний контроль	<i>0,90</i>	<i>0,64</i>	<i>0,92</i>	<i>0,85</i>	1,00	<i>0,14</i>	<i>0,73</i>	-0,13	-0,08	<i>0,70</i>	<i>0,83</i>	<i>-0,21</i>	<i>0,66</i>	<i>0,77</i>	<i>-0,19</i>	<i>0,78</i>	<i>0,80</i>	<i>0,75</i>	<i>0,80</i>	<i>0,80</i>	<i>0,83</i>	<i>0,74</i>	<i>0,82</i>
Пізнавальні стилі	<i>0,15</i>	<i>0,15</i>	<i>0,17</i>	<i>0,18</i>	<i>0,14</i>	1,00	<i>0,16</i>	0,06	0,05	<i>0,14</i>	<i>0,16</i>	0,11	0,05	0,11	-0,02	<i>0,07</i>	<i>0,15</i>	<i>0,18</i>	<i>0,14</i>	<i>0,15</i>	<i>0,16</i>	<i>0,16</i>	<i>0,17</i>
Увага (вибірковість)	<i>0,78</i>	<i>0,50</i>	<i>0,76</i>	<i>0,81</i>	<i>0,73</i>	<i>0,16</i>	1,00	-0,02	0,02	<i>0,82</i>	<i>0,81</i>	-0,13	<i>0,58</i>	<i>0,61</i>	<i>-0,22</i>	<i>0,63</i>	<i>0,69</i>	<i>0,72</i>	<i>0,78</i>	<i>0,81</i>	<i>0,78</i>	<i>0,85</i>	<i>0,83</i>
Увага (переключення)	-0,10	0,00	-0,07	-0,05	-0,13	0,06	-0,02	1,00	<i>0,71</i>	-0,02	-0,06	0,05	-0,02	-0,10	0,12	-0,09	-0,01	-0,06	<i>-0,15</i>	-0,03	-0,06	-0,00	-0,09
Увага (концентрація)	-0,01	-0,02	-0,03	0,03	-0,08	0,05	0,02	<i>0,71</i>	1,00	0,00	-0,05	-0,04	-0,01	-0,02	0,02	-0,06	0,06	0,05	-0,09	0,03	-0,02	0,03	-0,05
Логічне мислення (п.)	<i>0,76</i>	<i>0,52</i>	<i>0,74</i>	<i>0,77</i>	<i>0,70</i>	<i>0,14</i>	<i>0,82</i>	-0,02	0,00	1,00	<i>0,80</i>	-0,11	<i>0,58</i>	<i>0,56</i>	<i>-0,17</i>	<i>0,57</i>	<i>0,63</i>	<i>0,73</i>	<i>0,73</i>	<i>0,77</i>	<i>0,75</i>	<i>0,98</i>	<i>0,83</i>
Математичне мислення (п.)	<i>0,82</i>	<i>0,56</i>	<i>0,84</i>	<i>0,82</i>	<i>0,83</i>	<i>0,16</i>	<i>0,81</i>	-0,06	-0,05	<i>0,80</i>	1,00	-0,11	<i>0,68</i>	<i>0,77</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,77</i>	<i>0,80</i>	<i>0,80</i>	<i>0,83</i>	<i>0,82</i>	<i>0,81</i>	<i>0,83</i>	<i>0,97</i>
Типологічні особливості	<i>-0,22</i>	<i>-0,17</i>	<i>-0,21</i>	<i>-0,21</i>	<i>-0,21</i>	0,11	-0,13	0,05	-0,04	-0,11	-0,11	1,00	<i>-0,15</i>	-0,09	0,02	-0,09	<i>-0,17</i>	<i>-0,16</i>	-0,10	<i>-0,15</i>	-0,13	-0,13	-0,12
Творчість	<i>0,64</i>	<i>0,51</i>	<i>0,67</i>	<i>0,66</i>	<i>0,66</i>	0,05	<i>0,58</i>	-0,02	-0,01	<i>0,58</i>	<i>0,68</i>	<i>-0,15</i>	1,00	<i>0,64</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,66</i>	<i>0,69</i>	<i>0,66</i>	<i>0,61</i>	<i>0,67</i>	<i>0,70</i>	<i>0,61</i>	<i>0,67</i>
IQ (ШТРР)	<i>0,72</i>	<i>0,60</i>	<i>0,77</i>	<i>0,71</i>	<i>0,77</i>	0,11	<i>0,61</i>	-0,10	-0,02	<i>0,56</i>	<i>0,77</i>	-0,09	<i>0,64</i>	1,00	-0,13	<i>0,79</i>	<i>0,80</i>	<i>0,72</i>	<i>0,72</i>	<i>0,68</i>	<i>0,76</i>	<i>0,62</i>	<i>0,76</i>
Стилі мислення	<i>-0,20</i>	<i>-0,19</i>	<i>-0,20</i>	<i>-0,23</i>	<i>-0,19</i>	-0,02	<i>-0,22</i>	0,12	0,02	<i>-0,17</i>	<i>-0,14</i>	0,02	<i>-0,14</i>	-0,13	1,00	-0,12	<i>-0,15</i>	-0,13	<i>-0,17</i>	-0,12	<i>-0,16</i>	<i>-0,18</i>	<i>-0,18</i>
Оперативна пам'ять	<i>0,69</i>	<i>0,54</i>	<i>0,73</i>	<i>0,66</i>	<i>0,78</i>	0,07	<i>0,63</i>	-0,09	-0,06	<i>0,57</i>	<i>0,77</i>	-0,09	<i>0,66</i>	<i>0,79</i>	-0,12	1,00	<i>0,80</i>	<i>0,73</i>	<i>0,74</i>	<i>0,71</i>	<i>0,76</i>	<i>0,61</i>	<i>0,75</i>
Короткочасна пам'ять	<i>0,77</i>	<i>0,59</i>	<i>0,80</i>	<i>0,76</i>	<i>0,80</i>	<i>0,15</i>	<i>0,69</i>	-0,01	0,06	<i>0,63</i>	<i>0,80</i>	<i>-0,17</i>	<i>0,69</i>	<i>0,80</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,80</i>	1,00	<i>0,83</i>	<i>0,74</i>	<i>0,73</i>	<i>0,76</i>	<i>0,68</i>	<i>0,78</i>
Образна пам'ять	<i>0,76</i>	<i>0,52</i>	<i>0,79</i>	<i>0,78</i>	<i>0,75</i>	<i>0,18</i>	<i>0,72</i>	-0,06	0,05	<i>0,73</i>	<i>0,80</i>	<i>-0,16</i>	<i>0,66</i>	<i>0,72</i>	-0,13	<i>0,73</i>	<i>0,83</i>	1,00	<i>0,74</i>	<i>0,78</i>	<i>0,78</i>	<i>0,77</i>	<i>0,80</i>
Інтелектуальні можливості	<i>0,79</i>	<i>0,55</i>	<i>0,80</i>	<i>0,78</i>	<i>0,80</i>	<i>0,14</i>	<i>0,78</i>	<i>-0,15</i>	-0,09	<i>0,73</i>	<i>0,83</i>	-0,10	<i>0,61</i>	<i>0,72</i>	<i>-0,17</i>	<i>0,74</i>	<i>0,74</i>	<i>0,74</i>	1,00	<i>0,81</i>	<i>0,81</i>	<i>0,77</i>	<i>0,83</i>
Мотивація	<i>0,84</i>	<i>0,54</i>	<i>0,83</i>	<i>0,86</i>	<i>0,80</i>	<i>0,15</i>	<i>0,81</i>	-0,03	0,03	<i>0,77</i>	<i>0,82</i>	<i>-0,15</i>	<i>0,67</i>	<i>0,68</i>	-0,12	<i>0,71</i>	<i>0,73</i>	<i>0,78</i>	<i>0,81</i>	1,00	<i>0,87</i>	<i>0,82</i>	<i>0,84</i>
Самостійність	<i>0,83</i>	<i>0,62</i>	<i>0,85</i>	<i>0,84</i>	<i>0,83</i>	<i>0,16</i>	<i>0,78</i>	-0,06	-0,02	<i>0,75</i>	<i>0,81</i>	-0,13	<i>0,70</i>	<i>0,76</i>	<i>-0,16</i>	<i>0,76</i>	<i>0,76</i>	<i>0,78</i>	<i>0,81</i>	<i>0,87</i>	1,00	<i>0,80</i>	<i>0,82</i>
Логічне мислення (к.)	<i>0,81</i>	<i>0,53</i>	<i>0,79</i>	<i>0,82</i>	<i>0,74</i>	<i>0,16</i>	<i>0,85</i>	-0,00	0,03	<i>0,98</i>	<i>0,83</i>	-0,13	<i>0,61</i>	<i>0,62</i>	<i>-0,18</i>	<i>0,61</i>	<i>0,68</i>	<i>0,77</i>	<i>0,77</i>	<i>0,82</i>	<i>0,80</i>	1,00	<i>0,87</i>
Математичне мислення (к.)	<i>0,83</i>	<i>0,53</i>	<i>0,85</i>	<i>0,84</i>	<i>0,82</i>	<i>0,17</i>	<i>0,83</i>	-0,09	-0,05	<i>0,83</i>	<i>0,97</i>	-0,12	<i>0,67</i>	<i>0,76</i>	<i>-0,18</i>	<i>0,75</i>	<i>0,78</i>	<i>0,80</i>	<i>0,83</i>	<i>0,84</i>	<i>0,82</i>	<i>0,87</i>	1,00

Вони характеризують дійсно існуючу кореляційну залежність між двома величинами. Зокрема, коефіцієнт кореляції між результатами підсумкової КР і вхідної контрольної роботи дорівнює 0,9 (виділений напівжирним курсивом, вказує на той факт, що при довірчому рівні $p < 0,05$ цей коефіцієнт статистично достовірний), як свідчення тісноти лінійного зв'язку між досліджуваними показниками. Значення, які подані звичайним шрифтом, є незначущими (можуть дорівнювати нулю) при заданому рівні значущості $p = 0,05$. У цьому випадку лінійного кореляційного зв'язку між досліджуваними величинами немає.

Узагальнимо результати, одержані на початку і в кінці експерименту. За даними вхідної контрольної роботи, кількість студентів, які отримали 0–3 балів в ЕГ, більша, а 4–6 балів – у КГ більша, ніж в експериментальній. Щодо кількості першокурсників-аграріїв, рівень загальноосвітньої підготовки яких відповідає 7–9 балам, то в КГ їх більше, ніж в ЕГ, а студентів, які набрали 10–12 балів, в жодній із груп немає (рис. 2.11).

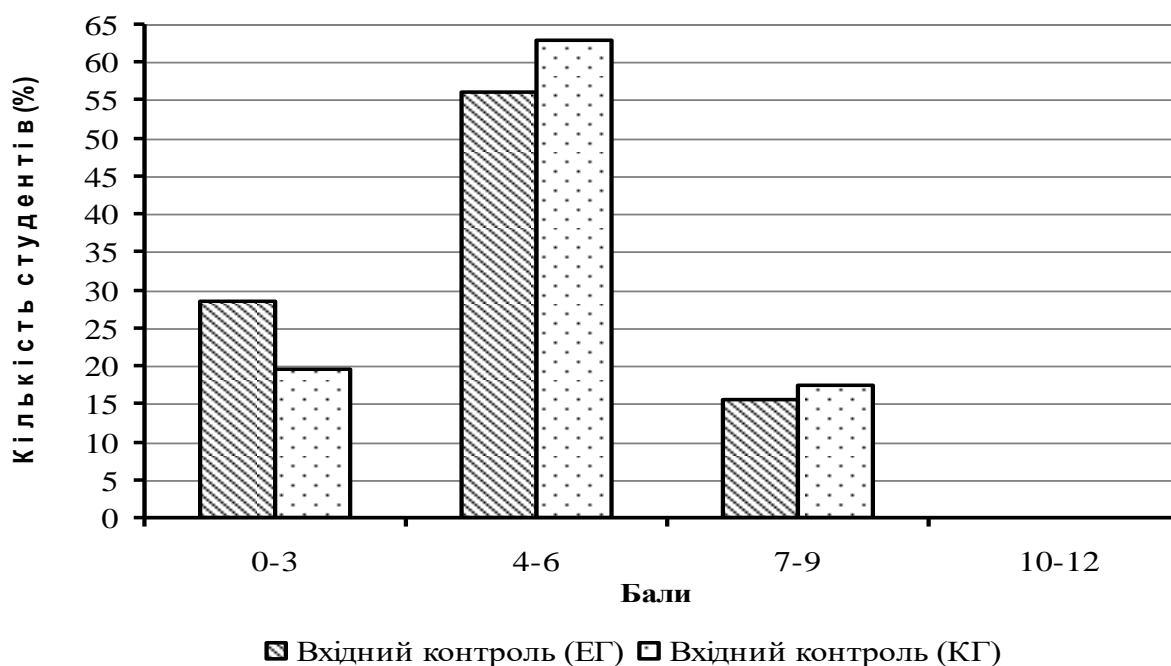


Рис. 2.11. Результати вхідного контролю в ЕГ і КГ

Поточний контроль проводився після актуалізації основних положень ШКМ, необхідних для подальшого опанування дисципліни ВМ, із урахуванням змісту блоків модулів, передбаченого програмою підготовки. Його результати свідчать про додатний приріст середнього балу успішності в обох групах (рис. 2.12).

Підсумковий контроль проводився наприкінці вивчення навчальної дисципліни ВМ, перед іспитом, і містив тільки практичні завдання різного рівня складності. Бал успішності в обох групах зріс, але в ЕГ приріст більший, ніж у КГ.

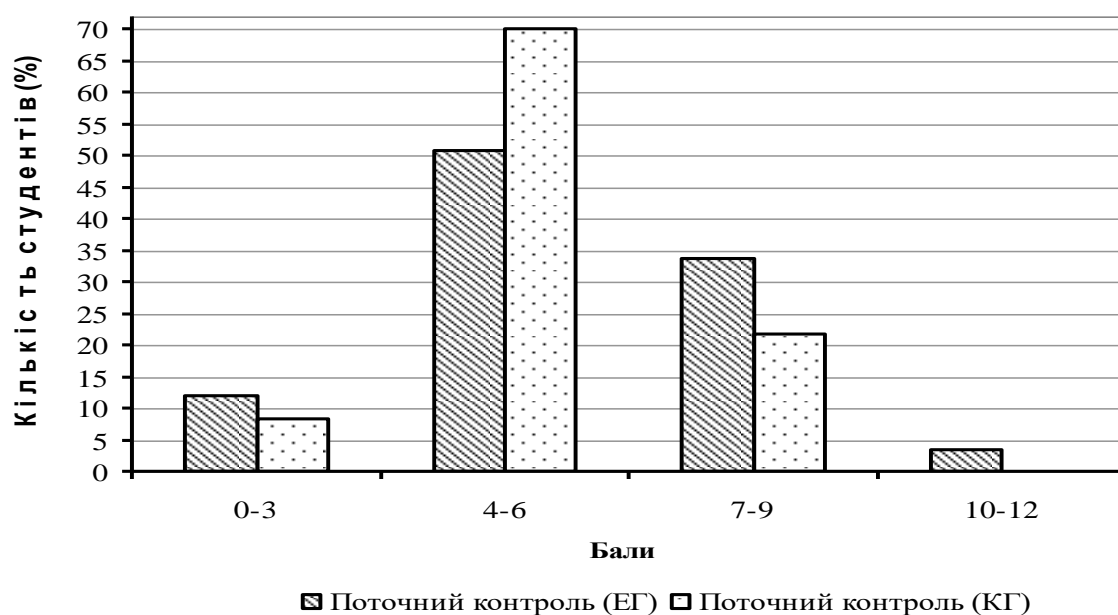


Рис. 2.12. Результати поточного контролю в ЕГ і КГ

Результати іспиту свідчать про додатний приріст успішності студентів після впровадження в навчальний процес методики диференційованого навчання вищої математики, зокрема: відсутня група першокурсників, рівень успішності яких відповідає 0–3 балам; у групі, яка на іспиті одержала „E”, „D”, більше представників КГ; аграріїв, рівень знань і вмінь яких із вищої математики відповідає „C”, „B”, більше в ЕГ; студентів, які одержали „A” під час іспиту, найменша кількість, але представників ЕГ у ній більше, ніж КГ.

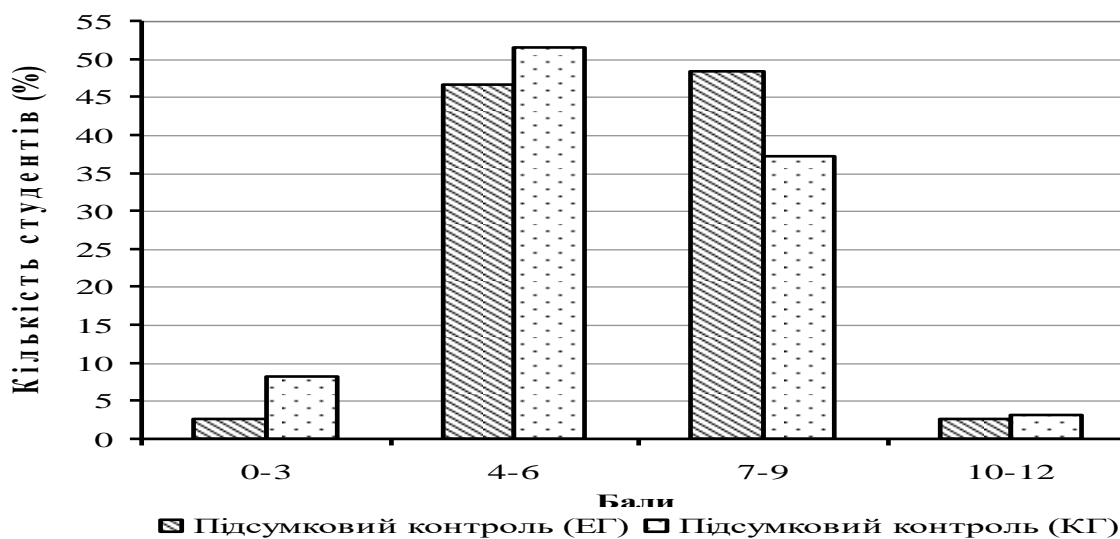


Рис. 2.13. Результати підсумкового контролю в ЕГ і КГ

Візуально порівнюємо показники середньої успішності вхідної КР, поточного й підсумкового контролю, іспиту в ЕГ і КГ (рис. 2.14).

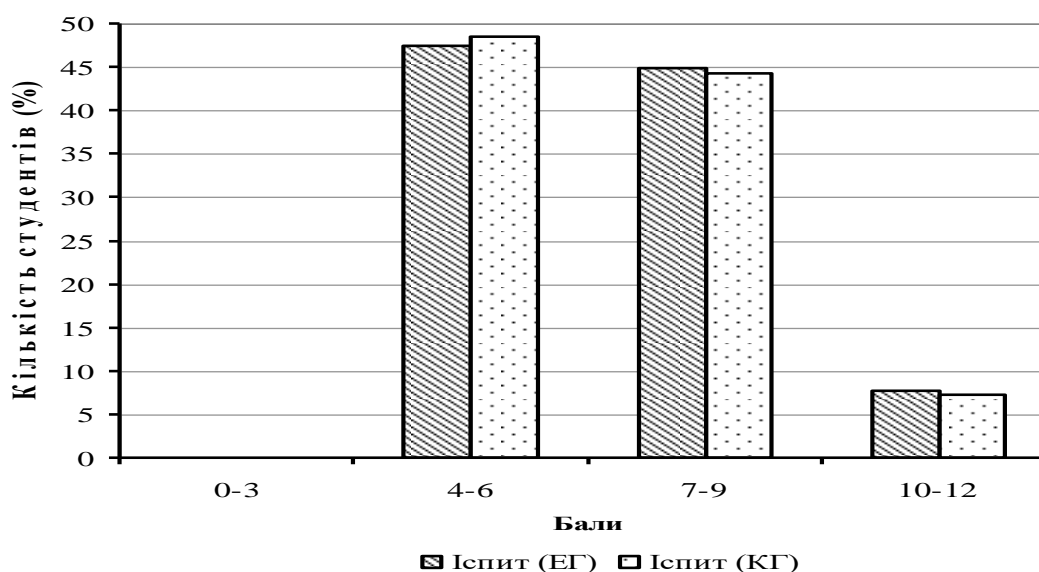


Рис. 2.14. Результати іспиту в експериментальній і контрольній групах

Зауважимо, що найнижчий середній бал виявлено за результатами вхідної контрольної роботи в обох групах. Дані поточного контролю свідчать про додатний приріст середнього балу успішності в обох групах ЕГ і КГ, причому в ЕГ він більший порівняно з КГ. За результатами підсумкового контролю середній бал успішності в обох групах зріс, але в ЕГ приріст більший, ніж у КГ.

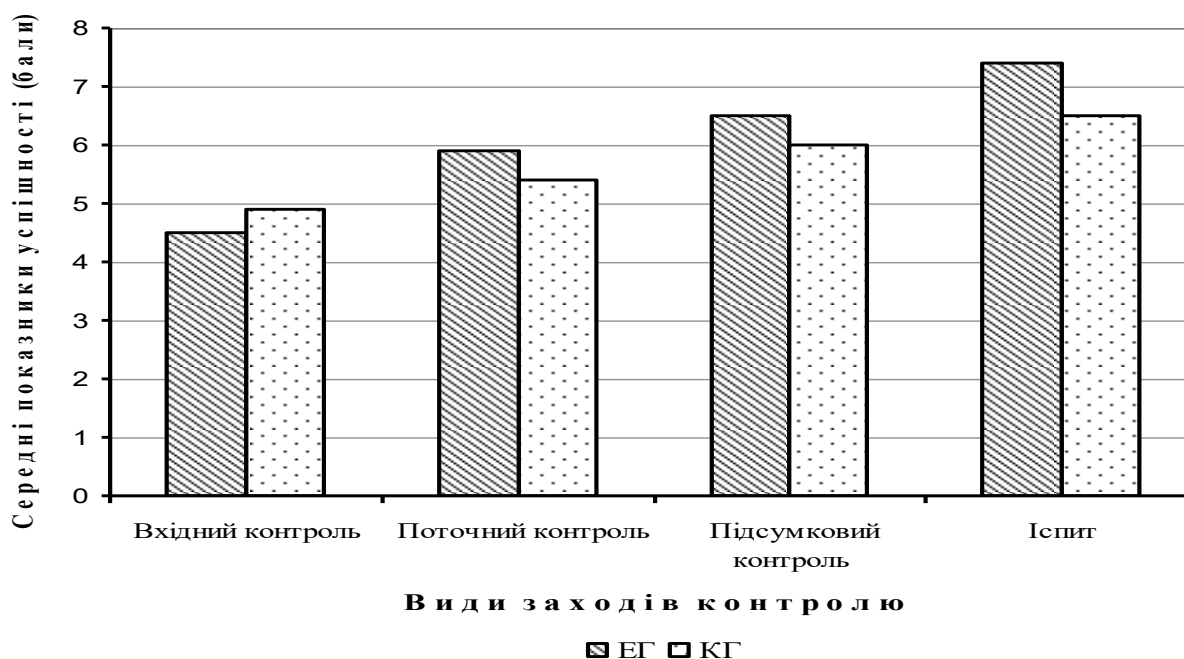


Рис. 2.15. Результати контролю в експериментальній і контрольній групах. Результати іспиту свідчать про збільшення середньої успішності в ЕГ на 2,5 бали, а в КГ – на 1,5, що дає можливість зробити висновки про ефективність упровадження методики ДН вищої математики в аграрному ВНЗ.

Висновки до другого розділу

Диференційоване навчання вищої математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю необхідно здійснювати на засадах особистісно орієнтованого навчання із урахуванням вимог до фундаментальної підготовки фахівців у галузі агропромислового комплексу й організовуватись у кілька етапів:

1) планування – це етап цілепокладання, який ґрунтується на таких складових, як: державні цілі, галузеві цілі, спеціальні цілі, предметні цілі, цілі занять;

2) цілереалізація – це етап, що здійснюється в процесі формування знань, умінь і навичок певного рівня: I – рівень знань; II – рівень відтворень; III – рівень умінь і навичок; IV – рівень творчості.

Основною структурною одиницею процесу навчання вищої математики в аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації має бути змістовий модуль. Він повинен бути чітко спланований і складатись із дидактичних циклів, які об'єднують лекційні та практичні заняття, самостійну й індивідуальну форми робіт, відповідні види контролю та корекції навчальних досягнень студентів.

Головними компонентами дидактичних циклів є: 1) основні (базові або ведучі) теоретичні знання, практичні вміння й навички та їх застосування; 2) допоміжні елементи знань, виділення яких має ґрунтуватися на врахуванні цільових завдань вивчення матеріалу модуля, рівнях навченості, наукованості, особливостях пізнавальних стилів конкретного академічного потоку, окремих груп.

Першою організаційною формою процесу формування знань, умінь і навичок із дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” є лекції. Виділяємо: вступну лекцію, лекцію формування нових знань і способів діяльності, лекцію узагальнення і систематизації знань. Кожна з них структурується залежно від типу, змісту та мети заняття. Кожен окремий етап лекційного заняття повинен бути організований із урахуванням динамічної диференціації, характерною особливістю якої є зміна домінуючих і допоміжних критеріїв. Частіше за все домінуючим критерієм фронтального диференційованого вивчення теоретичного матеріалу під час лекції є пізнавальні стилі, тоді як допоміжними – навченість і наукованість, рівні сформованості самостійності та навчально-пізнавальної мотивації студентів.

Закріплення, узагальнення, систематизація, контроль і корекція знань, умінь і навичок із вищої математики має відбуватися під час практичних занять. Вибір їх типу, мети, структури, критеріїв організації динамічної диференціації повинен здійснюватися відповідно до програмних вимог, типів лекцій, передбаченої самостійної роботи студентів. Найбільш доцільними виявились такі типи практичних занять в умовах диференційованого навчання із навчальної дисципліни.

ліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” у вищому закладі освіти аграрного профілю: формування навичок і вмінь; застосування ЗУН; комбіновані, що поділяємо на типи: контролю ЗУН, формування навичок і вмінь; узагальнення, систематизації й корекції ЗУН. Домінуючими критеріями фронтального диференційованого формування практичних навичок і вмінь під час практичних занять здебільшого є навченість і научуваність студентів, допоміжними – пізнавальні стилі, рівні сформованості самостійності та навчально-пізнавальної мотивації студентів.

Окрім аудиторної навчально-пізнавальної діяльності доцільно планувати й організувати диференційовану самостійну роботу студентів під керівництвом викладача на заняттях і позааудиторно. Це нероздільний від лекційних і практичних занять компонент навчального процесу у вищій школі, який безпосередньо залежить від типів кожного заняття, їх тематики, змістового наповнення. Домінуючими критеріями здійснення диференціації під час самостійної роботи студентів вважаємо: рівні навченості й научуваності, сформованості навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів, а допоміжними – пізнавальні стилі, рівні сформованості навчально-пізнавальної мотивації.

Основні результати другого розділу опубліковано у працях [151, 152, 155, 156, 163, 165, 169–173, 176, 179–184, 209, 255, 256, 276].

ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження вирішені всі поставлені на початку дослідження завдання. Гіпотеза була підтверджена. Відповідно до мети і висунутої гіпотези одержано такі результати:

- проаналізовано розробленість проблеми диференційованого навчання у методичній літературі, досліджено сучасний стан математичної підготовки фахівців-аграріїв, уточнено наявність міжпредметних зв'язків навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” зі спеціальними дисциплінами в освітньо-професійній програмі підготовки фахівців за напрямом 6.090101 „Агрономія”;

- визначено й обґрунтовано психолого-педагогічні передумови диференційованого навчання вищої математики у вищих навчальних закладах освіти аграрного профілю;

- розроблено навчальну програму дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”, в якій описано зміст і структуру навчального матеріалу, сформульовано цілі навчання і вимоги до рівня підготовки студентів, критерії оцінювання навчальних досягнень (структуру, зміст), уточнено цілі й мету, визначено типи програмних засобів, що доцільно використовувати в методичній системі (лекційних і практичних занять, самостійної роботи, заходів контролю й корекції) диференційованого навчання вищої математики у вищих аграрних закладах освіти III–IV рівнів акредитації;

- розроблено науково обґрунтовану методику диференційованого навчання вищої математики, встановлено домінуючі й допоміжні критерії здійснення диференціації;

- експериментальним шляхом перевірено ефективність запропонованої методичної системи диференційованого навчання вищої математики майбутніх фахівців-аграріїв.

Отримані результати проведеного дослідження дають підстави зробити такі висновки:

1. Вищу математику у вищих аграрних закладах освіти необхідно викладати орієнтуючись на розвиток особистості студента. Щоб навчальний процес був ефективним, необхідно враховувати людський фактор, розвиток особистісних якостей майбутнього аграрія, який був би компетентним не лише у своїй професійній галузі, а й міг застосовувати математичні методи як засіб моделювання, дослідження і вдосконалення агротехнологічних процесів і явищ.

2. Одним із ефективних засобів удосконалення підготовки майбутніх фахівців із агрономії у вищому аграрному закладі освіти є диференціація навчання.

Вивчення дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” у вищому навчальному закладі освіти аграрного профілю на основі диференціації як принципу навчання слід реалізовувати під час лекційних і практичних занять, самостійної навчально-пізнавальної діяльності на основі вибору домінуючих і допоміжних критеріїв, основою яких є психологічні характеристики й особливості студентів. Диференціація навчання вищої математики дає змогу забезпечити ефективність навчально-пізнавальної діяльності студентів, підвищити практичну значущість його результатів, зокрема формування не лише математичної компетентності щодо вирішення абстрактних математичних проблем, а й професійних задач, розв’язування яких значно спрощується завдяки застосуванню засобів інформаційно-комунікаційних технологій, прикладних комп’ютерних програм.

3. Необхідною умовою впровадження в навчально-виховний процес диференційованого навчання вищої математики є створення навчально-методичного комплексу дисципліни, в основу розробки якого слід покласти вивчення додаткових психологічних особливостей особистості студентів-аграріїв, мотиваційної й емоційно-вольової сфер, здатності до самостійної навчально-пізнавальної діяльності.

4. Суттєвими передумовами організації диференційованого навчання вищої математики майбутніх фахівців з агрономії є:

- реалізація систематичності, спланованості та цілеспрямованості здійснення диференційованої навчальної діяльності студентів;
- застосування елементів евристичного навчання з метою усвідомлення майбутніми аграріями навчального матеріалу, його прикладної значущості, перспектив використання під час фахової підготовки, науково-дослідної діяльності;
- організація навчально-пізнавальної діяльності студентів за принципами співпраці: „викладач – студент”, „студент – студент”; створення умов для колективної, групової, індивідуальної і самостійної роботи студентів під час практичних занять з вищої математики в аудиторії й позааудиторно для формування індивідуального стилю навчальної діяльності;
- застосування інформаційно-комунікаційних технологій під час практичних занять і самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів із метою розвитку здатностей до самостійної роботи, самореалізації.

5. Формування математичних знань, умінь і навичок найбільш ефективно здійснюється під час залучення студентів до навчально-пізнавальної діяльності, рівні якої визначаються індивідуальними психолого-педагогічними характеристиками особистості, що найбільш вдало реалізується в аграрному вищому навчальному закладі завдяки застосуванню завдань базового й поглибленого рівнів, інформаційно-комунікаційних технологій, засобів унаочнення (таблиць, опорних схем і конспектів), моделювання, розв'язування задач прикладного змісту й іншого.

6. Отримані результати можуть лягти в основу напрямів подальших досліджень:

- у процесі розробки засобів диференційованого навчання: підручників, посібників, дидактичних матеріалів, електронних підручників, методичних рекомендацій щодо лабораторно-практичних занять із вищої математики з використанням комп'ютерних технологій;
- для створення комп'ютерних навчальних програм професійної підготовки студентів-аграріїв під час вивчення вищої математики, які містять вказівки, приклади розв'язування типових завдань, довідкові матеріали, завдання, що

передбачають застосування міжпредметних зв'язків;

- під час розробки дистанційних засобів диференційованого навчання.

7. Підготовка майбутніх фахівців із агрономії до застосування математичних методів у професійній діяльності повинна ґрунтуватись на динамічному диференційованому навчанні, що організовується на кожному з етапів діяльності студентів:

- під час вивчення теоретичних основ вищої математики;
- у процесі засвоєння практичних аспектів розв'язування вправ і задач;
- самостійного застосування студентами основних положень і алгоритмів із вищої математики у майбутній професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Азаров В. Н. Стиль действия: импульсивность-управляемость / В. Н. Азаров // Вопросы психологии. – 1982. – № 3. – С. 121–126.
2. Азаров В. Н. Структура импульсивного и рефлексивно-волевого стилей действия / В. Н. Азаров // Вопросы психологии. – 1988. – № 3. – С. 132–138.
3. Акимова М. К. Учёт психологических особенностей учащихся в процессе обучения / М. К. Акимова, В. Т. Козлова // Вопросы психологии. – 1988. – № 6. – С. 71–77.
4. Алексюк А. М. Експериментальне впровадження технології модульної організації навчання у вищій школі / А. М. Алексюк // Проблеми вищої школи. – 1994. – Вип. 79. – С. 3–9.
5. Ананьев Б. Г. О проблемах современного человекознания / Б. Г. Ананьев. – М. : Просвещение, 1997. – 416 с.
6. Ананьев Б. Г. Психология и проблемы человекознания: Избранные психологические труды / Б. Г. Ананьев. – М. : Воронеж МОДЭК, 1996. – 384 с.
7. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств : [підручник] / В. Г. Андрійчук. – 2-ге вид., допов. і перероб. – К. : КНЕУ, 2002. – 624 с.
8. Андронатий В. В. Дифференцированный подход к процессу обучения: психолого-дидактический аспект / В. В. Андронатий. – Гатчина : Научно-образовательный комплекс, 2000. – 252 с.
9. Андрущенко В. П. Педагогіка вищої школи: підручник / В. П. Андрущенко, І. Д. Бех, І. С. Волощук, О. В. Глузман, Н. В. Гузій, Н. М. Дем'яненко ; ред. Василь Григорович Кремень ; АПН України, Ін-т вищої освіти. – К. : Педагогічна думка, 2009. – 256 с.
10. Асфандиярова С. И. Некоторые типологически обусловленные учебно-производственные деятельности учащихся-токарей / С. И. Асфандиярова, М. Г. Субханкулов, М. П. Щукин // Типологические ис-

следования по психологии личности и по психологии труда : сборник / под ред. В. С. Мерлина. – Пермь, 1964. – С. 67–79.

11. Бабанський Ю. К. Оптимізація процесу навчання / Ю. К. Бабанський. – М. : Педагогіка, 1977. – 192 с.

12. Баврин И. И. Высшая математика : [учеб. пособие для студ. хим.-биол. фак. пед. ин-тов] / И. И. Баврин. – М. : Просвещение, 1980. – 384 с.

13. Балл Г. А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. – М. : Педагогіка, 1990. – 184 с.

14. Барковський В. В. Теорія ймовірностей та математична статистика / Барковський В. В., Барковська Н. В., Лопатін О. К. – К. : ЦУЛ, 2002. – 448 с.

15. Бевз Г. П. Методика викладання математики : навч. посіб. / Г. П. Бевз. – [3-тє вид., перероб. і допов.]. – К. : Вища шк., 1989. – 367 с.

16. Бевз Г. П. Методи навчання математики / Г. П. Бевз. – Х. : Вид. група „Основа”, 2003. – 96 с.

17. Бендера І. М. Теорія і методика організації самостійної роботи майбутніх фахівців з механізації сільського господарства у вищих навчальних закладах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 „Теорія і методика професійної освіти” / І. М. Бендера. – К., 2009. – 42 с.

18. Бендлер Р. Используйте свой мозг для изменения: нейролингвистическое программирование / Р. Бендлер ; под ред. К. Андреас, С. Андреаса ; пер. с англ. Л. Р. Миникеса, Г. Ю. Сгонник. – [2-е изд., испр.]. – Воронеж : ПНО „Модэк”, 2000. – 222 с.

19. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання : наук.-метод. посіб. / І. Д. Бех ; Ін-т змісту і методів навчання. – К. : ІЗМН, 1998. – 204 с.

20. Бикмурзина Р. Р. Дифференцированный подход к формированию познавательной самостоятельности студентов младших курсов вузов в процессе обучения математике : автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 „Теорія та методика навчання (математика)” / Р. Р. Бикмурзина. – Саранск, 1996. – 18 с.

21. Білянin Г. І. Методична система навчання математики в фінансово-економічних коледжах : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Білянin Григорій Іванович. – К., 2006. – 268 с.
22. Блонский П. П. Основные предположения генетической теории памяти // Хрестоматия по общей психологии. Психология памяти / П. П. Блонский ; под ред. Ю. Б. Гиппентрейтер, В. Я. Романова. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – С. 145–154.
23. Богоявленский Д. Н. Психология усвоения знаний в школе / Д. Н. Богоявленский, Н. А. Менчинская. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1959. – 348 с.
24. Богоявленский Д. Н. Формирование приёмов умственной работы учащихся как путь развития мышления и активации учения / Д. Н. Богоявленский // Вопросы психологии. – 1962. – № 64. – С. 74–82.
25. Болонський процес: нормативно-правові документи / [Тимошенко З. І., Онiщенко І. Г., Грехов А. М., Палеха Ю. І.]. – К. : Вид-во Європ. ун-ту, 2006. – 102 с.
26. Болюбаш Я. Я. Організація навчального процесу у вищих закладах освіти : навч. посіб. для слухачів закладів підвищення кваліфікації системи вищої освіти / Я. Я. Болюбаш. – К. : ВВП „Компас”, 1997. – 64 с.
27. Бондар В. І. Дидактика / В. І. Бондар. – К. : Либідь, 2005. – 264 с.
28. Братанич О. Г. Педагогічні умови диференційованого навчання учнів загальноосвітньої школи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. : спец. 13.00.09 „Теорія навчання” / О. Г. Братанич. – Кривий Ріг, 2001. – 18 с.
29. Бугайов О. І. Диференціація навчання у сучасній середній школі / О. І. Бугайов // Радянська школа. – 1991. – № 8. – С. 7–16.
30. Бурда М. І. Диференційоване навчання / М. І. Бурда, Н. Д. Мацько // Радянська школа. – 1990. – № 9. – С. 59–63.
31. Бурда М. І. Методичні основи диференційованого формування геометричних умінь учнів основної школи : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Бурда Михайло Іванович. – К., 1994. – 347 с.

32. Бутузов И. Д. Дифференцированный подход к обучению учащихся на современном уроке / И. Д. Бутузов. – Новгород : Ленинград. гос. пед. ин-т им. А. И. Герцена, 1972. – С. 72.

33. Ванжа Н. В. Самостоятельная работа студентов экономических специальностей в процессе изучения математических дисциплин в высших учебных заведениях : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Ванжа Наталия Владимировна. – К., 2003. – 201 с.

34. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А. А. Вербицкий. – М. : Высшая шк., 1991. – 204 с.

35. Вертгеймер М. Продуктивное мышление : [пер. с англ.] / Вертгеймер М. ; под общ. ред. С. Ф. Горбанова и В. П. Зинченко. – М. : Прогресс, 1987. – 336 с.

36. Виноградова М. Д. Коллективная познавательная деятельность и воспитание школьников: Из опыта работы / М. Д. Виноградова, И. Б. Первин. – М. : Просвещение, 1977. – 159 с.

37. Вища математика : [навч. посіб.] у 3 ч.: / [Лавренчук В. П., Готинчан Т. І., Дронь В. С., Кондур О. С.]. – [2-ге вид., стер.]. – Чернівці : Рута, 2002.

Ч. 1. – 2002. – 212 с.

Ч. 2. – 2002. – 208 с.

38. Вища математика : у 2 ч. навч. посіб. / [Ф. М. Лиман, В. Ф. Власенко, С. В. Петренко та ін.] ; за заг. ред. Ф. М. Лимана. – Суми : ВТД „Університетська книга”, 2005. – 614 с.

39. Вища математика: Збірник задач : [навч. посіб.] / [В. П. Дубовик, І. І. Юрик, І. П. Вовкодав та ін.] ; за ред. В. П. Дубовика, І. І. Юрика. – К. : А.С.К., 2001. – 480 с.

40. Вільш І. Концепція сталих індивідуальних рис особистості та її використання у деяких практичних сферах / І. Вільш // Практична психологія та соціальна робота. – 1998. – № 10. – С. 2–6.

41. Вірченко Н. О. Нариси з методики викладання вищої математики / Н. О. Вірченко. – К. : ТОВ „Задруга”, 2006. – 396 с.
42. Вітницька С. С. Основи педагогіки вищої школи : підруч. за модульно-рейтинговою системою навчання. – 2-ге вид. – К. : Центр учбової л-ри, 2011. – 384 с.
43. Возрастные и индивидуальные различия памяти : сб. ст. / ред. А. А. Смирнов. – М. : Просвещение, 1967. – 300 с.
44. Волков В. Н. Психологи о педагогических проблемах / В. Н. Волков. – М. : Просвещение, 1981. – 127 с.
45. Волкова Н. П. Педагогіка : [посібник] / Н. П. Волкова. – К. : КМ Академія. – 2003. – 616 с.
46. Володько В. М. Індивідуалізація й диференціація навчання: понятійно-категорійний аналіз / В. М. Володько // Педагогіка і психологія. – 1997. – № 4. – С. 9–17.
47. Волошина В. В. Загальна психологія: Практикум : навч. посіб. / В. В. Волошина, Л. В. Долинська, С. О. Ставицька, О. В. Термук – К. : Каравела, 2005. – 280 с.
48. Выготский Л. С. Избранные психологические исследования / Выготский Л. С. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1956. – 519 с.
49. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский. – М. : Педагогика, 1991. – 381 с.
50. Галайко Ю. А. Методична система математичної підготовки майбутніх менеджерів організацій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Галайко Юлія Анатоліївна. – К., 2007. – 252 с.
51. Гальперин П. Я. Введение в психологию : [учеб. пособие для вузов] / П. Я. Гальперин. – М. : Университет, 2000. – 328 с.
52. Гамезо М. В. Возрастная и педагогическая психология : учеб. пособие для студ. вузов / М. В. Гамезо, Е. А. Петрова, Л. М. Орлова. – М. : Пед. о-во России, 2003. – 512 с.

53. Гаркавий В. К. Математична статистика : [навч. посіб.] / В. К. Гаркавий, В. В. Ярова. – К. : ВД „Професіонал”, 2004. – 384 с.

54. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : [учеб. пособие для вузов] / В. Е. Гмурман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1979. – 400 с.

55. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : [учеб. пособие для вузов] / В. Е. Гмурман. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1977. – 479 с.

56. Гнеденко Б. В. Математическое образование в вузах / Б. В. Гнеденко. – М. : Высш. шк., 1981. – 174 с.

57. Гриндер М. НЛП в педагогике. Исправление школьного конвейера / М. Гриндер, Л. Лойд ; пер. с англ. С. Коледа. – М. : Ин-т общегуманит. исслед., 2001. – 307 с. – (Серия: „Современная психология: теория и практика”).

58. Гроссман С. Математика для биологов / С. Гроссман, Дж. Тернер ; пер. с англ., предисл. и коммент. Ю. М. Свиржева. – М. : Высш. шк., 1983. – 383 с.

59. Гурский Е. И. Теория вероятностей с элементами математической статистики / Е. И. Гурский. – М. : Высш. шк., 1977. – 328 с.

60. Гусев В. А. Психолого-педагогические основы дифференцированного обучения математике / В. А. Гусев. – М. : ООО Изд-во „ВербумМ” : ООО Изд. центр „Академия”, 2003. – 432 с.

61. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / В. В. Давыдов – М. : ИНТОР, 1996. – 544 с.

62. Дейніченко Т. І. Диференціація навчання в процесі групової форми його організації (на прикладі предметів природничо-математичного циклу) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.09 „Теорія навчання” / Т. І. Дейніченко. – Х., 2006. – 21 с.

63. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти станом від 23 листоп. 2011 р. № 1392 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-п>. – Назва з екрана.

64. Дистервег А. Избранные педагогические сочинения / А. Дистервег. – М. : Гос. учеб. пед. изд-во МП РСФСР, 1956. – 374 с.
65. Дорофеев Г. В. Дифференциация в обучении математике / Г. В. Дорофеев, Л. В. Кузнецова, С. Б. Суворова, В. В. Фирсов // Математика в школе. – 1990. – № 4. – С. 15–21.
66. Дранков А. В. Интеллектуальный тренинг : метод. указания / А. В. Дранков, Н. М. Лебедева, Е. А. Миронов. – Л. : Ленинград. политех. ин-т, 1990. – 48 с.
67. Дремова І. А. Контроль знань учнів з алгебри в основній школі : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Дремова Ірина Анатоліївна. – К., 2003. – 211 с.
68. Дубовик В. П. Вища математика : [навч. посіб.] / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. – К. : А.С.К., 2001. – 648 с.
69. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; гол. ред. В. Г. Кремень. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
70. Ерецкий М. И. Проверка знаний, умений и навыков учащихся техникумов / М. И. Ерецкий, Э. С. Пороцкий. – М. : Высш. шк., 1978. – 176 с.
71. Есарева З. Ф. Особенности деятельности преподавателя высшей школы / З. Ф. Есарева. – Л. : Изд-во Ленинград. ун-та, 1974. – 110 с.
72. Жалдак М. І. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою / М. І. Жалдак, Г. О. Михалін. – К. : Шкільний світ, 2001. – 104 с.
73. Жалдак М. І. Математика з комп'ютером / М. І. Жалдак, Ю. В. Горошко, Є. Ф. Вінниченко. – К. : РННЦ „Дініт”, 2003 – 168 с.
74. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання / М. І. Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. пр. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. – Вип. 7. – С. 3–16.
75. Забранский В. Я. Дифференцированное обучение математике учащихся 5–6 классов основной школы : автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. пед. наук : спец. 13.00.02 „Теория и методика обучения математике” / В. Я. Забранский. – К., 1990. – 19 с.

76. Загальна психологія: Практикум : [навч. посіб.] / [В. В. Волошина, Л. В. Долинська, С. О. Ставицька, О. В. Термук]. – К. : Каравела, 2005. – 280 с.
77. Загвязинский В. И. О дифференцированном подходе / В. И. Загвязинский // Народное образование. – 1968. – № 10. – С. 85–87.
78. Зайцев И. А. Высшая математика : [учеб. для неинж. спец. с.-х. вузов] / И. А. Зайцев. – М. : Высш. шк., 1991. – 400 с.
79. Занков Л. В. Избранные педагогические труды / Занков Л. В. – М. : Педагогика, 1990. – 424 с.
80. Засоби навчання в аграрних навчальних закладах : метод. посіб. для наук.-пед. працівників та викладачів аграр. навчальних закладів / [Лузан П. Г., Льїн В. В., Іщенко Т. Д., Пастушенко М. М.]. – К. : Наук.-метод. центр аграр. освіти, 2005. – 88 с.
81. Засуха В. А. Прикладна математика : [підручник] / В. А. Засуха, В. П. Лисенко, Б. Л. Голуб. – К. : Арістей, 2005. – 304 с.
82. Збірник нормативно-правових документів з питань вищої освіти : [уклад. Т. Д. Іщенко, Н. А. Демешкант, Л. Л. Білан, М. П. Хоменко]. – К. : Аграрна освіта, 2006. – 365 с.
83. Ігнатенко М. Я. Прикладні задачі в курсі математики / М. Я. Ігнатенко, Л. О. Соколенко // Рідна школа. – 1997. – № 5. – С. 58–59.
84. Кабанова-Меллер Е. Н. Психология формирования знаний и навыков у школьников: Проблема приёмов умственной деятельности и умственное развитие учащихся / Е. Н. Кабанова-Миллер. – М. : Просвещение, 1968. – 228 с.
85. Кабанова-Меллер Е. Н. Формирование приёмов умственной деятельности и умственное развитие учащихся / Е. Н. Кабанова-Миллер. – М. : Просвещение, 1961. – 228 с.
86. Кабардов М. К. Межполушарная асимметрия и вербальные и невербальные компоненты познавательных способностей / М. К. Кабардов, М. А. Матова // Вопросы психологии. – 1988. – № 6. – С. 106–115.
87. Казанская В. Г. Педагогическая психология : учеб. пособие для студ. вузов / В. Г. Казанская. – С.Пб. : Питер, 2003. – 366 с.

88. Калмыкова З. И. Проблема индивидуальных различий в обучаемости школьников / З. И. Калмыкова // Советская педагогика. – 1968. – № 6. – С. 105–117.
89. Калмыкова З. И. Проблема преодоления неуспеваемости глазами психолога / З. И. Калмыкова. – М. : Знание, 1982. – 96 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия № 3 „Педагогика и психология”).
90. Калмыкова З. И. Психологические принципы развивающего обучения / З. И. Калмыкова. – М. : Знание. – 1979. – № 5. – 48 с.
91. Капіносів А. М. Основи технології навчання. Проектуємо урок математики / А. М. Капіносів. – Х. : Вид. група „Основа”, 2006. – 144 с.
92. Кирсанов А. А. Индивидуализация учебной деятельности как педагогическая проблема / А. А. Кирсанов. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1982. – 223 с.
93. Клаус Г. Введение в дифференцированную психологию ученика / Клаус Г. ; [пер с нем. Е. Ю. Пятёвой]. – М. : Педагогика, 1987. – 114 с.
94. Климов А. Е. Индивидуальный стиль деятельности в зависимости от типологических свойств нервной системы / А. Е. Климов. – Казань : Изд-во Казанск. ун-та, 1969. – 278 с.
95. Ключко В. І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі : навч.-метод. посіб. / В. І. Ключко. – Вінниця : ВДТУ, 1997. – 300 с.
96. Кнодель Л. В. Педагогіка вищої школи : посіб. для магістрів / Л. В. Кнодель. – К. : Паливода А. В., 2008. – 135 с.
97. Коломієць О. М. Диференційоване навчання аналітичної геометрії студентів вищих навчальних закладів педагогічного профілю : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Оксана Миколаївна Коломієць. – Черкаси, 2009. – 300 с.
98. Колягин Ю. М. Задачи в обучении математике: Математические задачи как средство обучения и развития учащихся / Ю. М. Колягин. – М. : Просвещение, 1977. – Ч. 1. – 109 с.

99. Кон И. С. Психология юношеского возраста: Проблемы формирования личности : учеб. пособие для студ. пед. ин-тов / И. С. Кон. – М. : Просвещение, 1979. – 175 с.
100. Кондратьева О. М. Методична система контролю і коригування знань та умінь студентів технічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Кондратьева Оксана Марківна. – Черкаси, 2006. – 209 с.
101. Костюк Г. С. Избранные психологические труды / Г. С. Костюк. – М. : Педагогика, 1988. – 301 с.
102. Крайг Г. Психология развития / Г. Крайг, Д. Бокум. – 9-е изд. – С.Пб. : Питер, 2006. – 940 с.
103. Кремень В. Г. Філософія освіти ХХІ століття / В. Г. Кремень // Освіта України. – 2002. – 28 груд.
104. Крилова Т. В. Проблемы навчання математики в технічному вузі : [монографія] / Т. В. Крилова. – К. : Вища шк., 1998. – 438 с.
105. Крилова Т. В. Наукові основи навчання математики студентів нематематичних спеціальностей (на базі металургійних, енерго і електро-механічних спеціальностей вищого закладу технічної освіти) : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Крилова Тетяна В'ячеславівна. – К., 1999. – 473 с.
106. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников / В. А. Крутецкий. – М. : Просвещение, 1968. – 432 с.
107. Крутецкий В. А. Психология обучения и воспитания школьников : учеб. для учащихся пед. училищ / В. А. Крутецкий. – М. : Просвещение, 1976. – 303 с.
108. Ксендзюк О. Трансформация личности. Нейролингвистическое программирование / О. Ксендзюк. – Одесса, 1995. – 351 с.
109. Кудрявцев В. А. Краткий курс высшей математики / В. А. Кудрявцев, Б. П. Демидович. – М. : Наука, 1989. – 656 с.
110. Кузьмина Н. В. Методы системного педагогического исследования : [учеб. пособие] / Н. В. Кузьмина. – Л. : ЛГУ, 1980. – 266 с.

111. Кузьмичёва Н. И. Дифференцированный подход к учащимся в процессе обучения математике в средних профтехучилищах / Н. И. Кузьмичёва. – М. : Высш. шк., 1980. – 60 с.
112. Кузьмінський А. І. Педагогіка вищої школи : [навч. посіб.] / А. І. Кузьмінський. – К. : Знання, 2005. – 486 с. – (Вища освіта ХХІ століття).
113. Кулюткин Ю. Н. Психологические основы понимания учащимися учебного материала / Ю. Н. Кулюткин // Вечерняя средняя школа. – 1981. – № 4. – С. 70–73.
114. Лакин Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие [для биологич. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 1980. – 293 с.
115. Лейметс Н. С. Возрастная одаренность и индивидуальные различия : Избранные труды / Н. С. Лейтес. – М. : Москов. психолого-социальный ин - т, 2003. – 463 с.
116. Лейметс Х. И. Как воспитывает процесс обучения / Х. И. Лейметс. – М. : Знание, 1982. – 95 с.
117. Леонтьев А. Н. Деятельность, сознание, личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1975. – 304 с.
118. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения / И. Я. Лернер. – М. : Педагогика, 1981. – 186 с.
119. Лийметс Х. Й. Групповая работа на уроке / Х. Й. Лийметс. – М. : Знание, 1975. – 64 с.
120. Литовський В. Т. Личность студента / В. Т. Литовський, А. В. Дмитриев. – Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. – 184 с.
121. Ллойд Л. Школьная магия / Л. Ллойд, М. Гриндер. – М. : [б. и.], 1994. – 195 с.
122. Ломов Б. Ф. Проблема общения в психологии / Б. Ф. Ломов. – М. : Наука, 1981. – С. 323.
123. Лосева Н. Разнообразие моделей организации и проведения практических занятий по математическим курсам / Н. Лосева, Е. Скафа. – Донецк : Вид-во ДонНУ, 2005. – 120 с.

124. Лугінін О. Є. Статистика : підручник / О. Є. Лугінін, С. В. Білоусова. – К. : Центр навч. л-ри, 2005. – 579 с.
125. Лузан П. Г. Теорія і методика формування навчально-пізнавальної активності студентів / П. Г. Лузан. – К. : Нац. аграр. ун-т, 2004. – 272 с.
126. Максименко С. Д. Загальна психологія : [навч. посіб.] / С. Д. Максименко, В. О. Соловієнко. – 2-ге вид., стер. – К. : МАУП, 2001. – 256 с.
127. Малафіїк І. В. Дидактика : [навч. посіб.] / І. В. Малафіїк. – К. : Кондор, 2005. – 398 с.
128. Маркович Э. С. Курс высшей математики с элементами математической статистики / Э. С. Маркович. – М. : Высш. шк., 1972. – 408 с.
129. Мармоза А. Т. Практикум з математичної статистики : [навч. посіб.] / А. Т. Мармоза. – К. : Кондор, 2004. – 264 с.
130. Мармоза А. Т. Статистика сільського господарства : [навч. посіб.] / А. Т. Мармоза. – К. : Ельга-Н, КНТ, 2007. – 696 с.
131. Математика: програма для 5–12 класів загальноосвітніх навчальних закладів / підготували: основна школа: М. І. Бурда, В. Г. Апостолова та ін. ; старша школа: О. Л. Павлов. – К. : Ірпінь, 2005. – 64 с.
132. Матюшкин А. М. Теоретические вопросы проблемного обучения / А. М. Матюшкин // Советская педагогика. – 1971. – № 7. – С. 38–47.
133. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения в школе / М. И. Махмутов. – М. : Просвещение, 1977. – 239 с.
134. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью / Е. И. Машбиц. – К. : Вища шк., 1987. – 224 с.
135. Методичні рекомендації з планування самостійної роботи студентів агроінженерних спеціальностей / за заг. ред. І. М. Бендери. – К. : Аграрна освіта, 2007. – 57 с.
136. Минорский В. П. Сборник задач по высшей математике / В. П. Минорский. – М. : Наука, 1978. – 352 с.
137. Михалін Г. О. Про викладання основних понять теорії ймовірностей у шкільному курсі математики / Г. О. Михалін, О. В. Слука // Комп'ютерно-

орієнтовані системи навчання : зб. наук. пр. – К. : Комп'ютер у школі і сім'ї, 2004. – Вип. 3. – С. 167–173.

138. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка : навч. посіб. [для студ. вузів] / Н. Є. Мойсеюк. – [5-те вид. допов. і перероб.]. – К. : [б. в.], 2009. – 656 с.

139. Монахов В. М. Дифференциация обучения в средней школе / В. М. Монахов, В. А. Орлов, В. В. Фирсов // Советская педагогика. – 1990. – № 8. – С. 42–47.

140. Моргун В. Ф. Основи психологічної діагностики : [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти] / В. Ф. Моргун, І. Г. Тітов. – К. : Вид. дім „Слово”, 2009. – 464 с.

141. Моторіна В. Г. Організація навчально-пізнавальної діяльності студентів вищого педагогічного закладу в умовах інтерактивного навчання / В. Г. Моторіна // Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи : матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф., 6–7 груд. 2005 р. – Полтава : АСМІ, 2005. – С. 129–131.

142. Нагорний Б. Г. Студентство і сучасність / Б. Г. Нагорний, М. Л. Яковенко, А. В. Яковенко. – К. : Арістей, 2005. – 164 с.

143. Національна доктрина розвитку освіти України у ХХІ столітті від 03.02.1993 р. № 2974-ХІІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=347%2F2002>. – Назва з екрана.

144. Немов Р. С. Психология / Р. С. Немов. – М. : Просвещение, 1990. – 301 с.

145. Николаева Т. М. Сочетание общеклассной, групповой и индивидуальной работы учащихся на уроке как одного из средств повышения эффективности учебного процесса : автореф. дисс. на соискание науч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.01 „Общая педагогика и история педагогики” / Т. М. Николаева. – М., 1972. – 17 с.

146. Нічуговська Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти : монографія / Л. І. Нічуговська. – Полтава : РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.

147. Новицька Л. І. Формування вмінь розв'язувати прикладні задачі в процесі вивчення математики студентами аграрного університету : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Новицька Людмила Іванівна. – К., 2008. – 217 с.

148. Общая психология : [учеб. для студ. пед. ин-тов] / [Петровский А. В., Брушлинский А. В., Зинченко В. П. и др.] ; под ред. А. В. Петровского. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Просвещение, 1986. – 464 с.

149. Овсієнко Ю. І. Вибір критеріїв формування груп при здійсненні диференційованого навчання / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Математична освіта в Україні: минуле, сьогодення, майбутнє : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф., 16–18 жовт. 2007 р. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. – С. 93–94.

150. Овсієнко Ю. І. Вивчення вищої математики в аграрному закладі освіти на засадах диференціації навчальних завдань / Ю. І. Овсієнко // Реформування системи аграрної вищої освіти в Україні: досвід і перспективи : тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф., 21 квіт. 2005 р. – К. : НАУ, 2005. – Ч. II. – С. 9–11.

151. Овсієнко Ю. І. Види самостійної роботи студентів-аграріїв під час вивчення теоретичного матеріалу з математики / Ю. І. Овсієнко // Людина, природа, техніка у ХХІ столітті : матеріали доп. і виступів I Всеукр. міждисциплінарна конф., (26–27 трав. 2012 р.). – Полтава : РВВ ПДАА, 2011. – С. 22–24.

152. Овсієнко Ю. І. Вища математика (за фаховим спрямуванням). Тести для студентів напряму підготовки 6.090101 „Агрономія” : метод. розробка для студ. напряму підготовки 6.090101 „Агрономія” / Овсієнко Ю. І. – Полтава : РВВ ПДАА, 2012. – 132 с.

153. Овсієнко Ю. І. Впровадження диференційованого навчання при викладанні математики у вищих навчальних закладах аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : зб. наук. пр. : в 3-х т. – Вип. V. – Кривий Ріг : Вид. від. НметАУ, 2005. – Т. 1 : Теорія та методика навчання математики. – С. 209–210.

154. Овсієнко Ю. І. Вхідний контроль з математики як засіб діагностики готовності студентів аграрних вищих навчальних закладів до навчання / Ю. І. Овсієнко // Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і

перспективи : матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 6–7 груд. 2005 р. – Полтава : АСМІ, 2005. – С. 132–136.

155. Овсієнко Ю. І. Диференціація під час організації самостійної роботи студентів в процесі формування практичних вмінь і навичок з вищої математики / Ю. І. Овсієнко // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 35. – Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2011. – С. 87–93.

156. Овсієнко Ю. І. Диференціація процесу організації науково-дослідної діяльності студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю з дня народження д-ра пед. наук, проф. З. І. Слєпкань. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова. 2011. – С. 202–204.

157. Овсієнко Ю. І. Диференційоване навчання вищій математиці як засіб адаптації до європейських стандартів освіти / Ю. І. Овсієнко // Вища освіта України. – 2006. – № 3. – Тематичний вип. „Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору” [дод. 3]. – Т. 1. – С. 429–432.

158. Овсієнко Ю. І. Диференційоване навчання: витоки, аналіз досвіду, перспективи / Ю. І. Овсієнко // Вісник Черкаського університету. Серія „Педагогічні науки”. – 2007. – Вип. 104. – С. 82–92.

159. Овсієнко Ю. І. До питання про вибір професійного спрямування студентами аграрних ВНЗ / Ю. І. Овсієнко // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наук. робіт. – Вип. 26. – Донецьк : Фірма ТЕАН, 2006. – С. 26–33.

160. Овсієнко Ю. І. До питання про зміст математичної освіти студентів агрономічних факультетів аграрних ВНЗ / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Проблеми підготовки фахівців-аграріїв у навчальних закладах вищої та професійної освіти : Всеукр. наук.-метод. конф., 27–28 лют. 2008 р. : дод. до зб. наук. пр. ПДАТУ № 16 / під заг. ред. І. М. Бендери, О. В. Ткача. – Кам'янець-Подільський : Аксіома, 2008. – С. 189–193.

161. Овсієнко Ю. І. Дослідження рівня знань з математики студентів аг-

рарних вищих навчальних закладів / Ю. І. Овсієнко // Наука і сучасність : зб. наук. пр. Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Т. 52. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2005. – С. 66–80.

162. Овсієнко Ю. І. Застосування диференційованого підходу при викладанні дисциплін природничого циклу / Ю. І. Овсієнко // Болонський процес: модернізація змісту природничої педагогічної освіти: XII Каришинські читання : зб. наук. пр., (26–27 трав. 2005 р.). – Полтава : АСМІ, 2005. – С. 132–134.

163. Овсієнко Ю. І. Застосування задач приладного змісту у навчанні математики студентів-аграраріїв / Ю. І. Овсієнко, В. О. Швець // Вища освіта України. – 2011. – № 3. – Тематичний вип. „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” [дод. 1]. – К. : Гнозис, 2011. – 532 с. – Т. 2. – С. 116–126.

164. Овсієнко Ю. І. Інтерактивні інформаційні технології у навчальному процесі / Ю. І. Овсієнко // ПостМетодика. – 2004. – № 5 (57). – С. 12.

165. Овсієнко Ю. І. Концептуальна модель диференційованого навчання математики студентів вищих аграрних закладів освіти / Ю. І. Овсієнко // Людина, природа, техніка у ХХІ столітті : матеріали доп. і виступів II Всеукр. між-дисциплінарна конф., (26–27 трав. 2012 р.). – Полтава : РВВ ПДАА, 2012. – С. 44–47.

166. Овсієнко Ю. І. Концептуальна модель навчання математики у вищих аграрних закладах освіти / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 8–9 квіт. 2008 р. – Полтава : АСМІ, 2008. – С. 32–34.

167. Овсієнко Ю. І. Критерії підсумкового (модульного) оцінювання навчальних досягнень студентів аграрних ВНЗ з математики за шкалою ICTS / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів у процесі вивчення математичних дисциплін : зб. статей Всеукр. наук.-практ. конф., 8–10 листоп. 2007 р. – Ялта : РВВ КГУ, 2007. – Вип. 1. – С. 101–103.

168. Овсієнко Ю. І. Математична освіта фахівця аграрного профілю в

контексті євроінтеграції / Ю. І. Овсієнко // Проблеми математичної освіти : матеріали Всеукр. наук.-метод. конф., 16–17 квіт. 2007 р. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2007. – С. 181–182.

169. Овсієнко Ю. І. Методика вивчення алгоритму побудови математичних моделей методом найменших квадратів із використанням комп'ютерної техніки [Електронний ресурс] / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – № 4 (18). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu-ua.net/em18/emg.html>. – Назва з екрана.

170. Овсієнко Ю. І. Методика вивчення алгоритму побудови нелінійних математичних моделей методом найменших квадратів із використанням комп'ютерної техніки [Електронний ресурс] / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – Т. 21, № 1 (21). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.edu-ua.net/em18/emg.html>. – Назва з екрана.

171. Овсієнко Ю. І. Методичні особливості проведення практичних занять в умовах диференціації / Ю. І. Овсієнко // Вісник Черкаського університету. Серія „Педагогічні науки”. – 2010. – Вип. 191, ч. 5. – С. 81–90.

172. Овсієнко Ю. І. Організація самостійної роботи студентів на практичних заняттях з вищої математики у ВНЗ аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Проблеми математичної освіти : матеріали Міжнар. наук.-метод. конф., (24–26 листоп. 2010 р.). – Черкаси: Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2010. – С. 360–362.

173. Овсієнко Ю. І. Особливості лекційних занять у ВНЗ аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко, В. О. Швець // Вища освіта України. – 2009. – № 3. – Тематичний вип. „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” [дод. 1]. – К. : Гнозис, 2009. – С. 226–231.

174. Овсієнко Ю. І. Особливості формування мотивації в умовах кредитно-модульної системи організації навчання // Гармонізація вищої освіти України в умовах європейської інтеграції : тези доп. Міжнар. наук.-метод. конф., присвяченої 45-й річниці ПУСКУ ун-ту. – Полтава : РВЦ ПУСКУ, 2006. – С. 319–321.

175. Овсієнко Ю. І. Педагогічні передумови організації диференційова-

ного навчання математики студентів вищих навчальних закладів освіти аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – 2008. – № 12. – С. 636–641.

176. Овсієнко Ю. І. Підготовка до практичних занять з вищої математики у вищих навчальних закладах аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Вища освіта України. – 2010. – № 3. – Тематичний вип. „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” [дод. 1]. – К. : Гнозис 2010. – Т. 2. – С. 269–276.

177. Овсієнко Ю. І. Прикладна спрямованість як метод підвищення ефективності викладання вищої математики в аграрних вузах / Ю. І. Овсієнко // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : тези Всеукр. наук.-практ. конф., 6 жовт. 2004 р. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – С. 129–130.

178. Овсієнко Ю. І. Проблема диференційованого навчання у контексті реформування системи вищої освіти / Ю. І. Овсієнко, Л. О. Флегантов // Професіоналізм педагога в контексті Європейського вибору України : зб. ст. Міжнар. наук.-практ. конф., 20–22 верес. 2007 р. – Ялта : РВВ КГУ, 2007. – Ч. 1. – С. 174–178.

179. Овсієнко Ю. І. Про особливості складових методичної системи навчання математики у вищих закладах освіти аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 3 „Фізика і математика у вищій і середній школі”. – 2011. – № 8. – С. 81–90.

180. Овсієнко Ю. І. Самостійна робота студентів-аграріїв під час вивчення теоретичного матеріалу з математики / Ю. І. Овсієнко // Нові технології навчання. – 2010. – № 63. – Ч. II. – С. 117–124.

181. Овсієнко Ю. І. Самостійна робота студентів-аграріїв по вивченню теоретичного матеріалу з вищої математики / Ю. І. Овсієнко // Эвристическое обучение математике : материалы Третьей междунар. науч.-метод. конф., 1–3 окт. 2009 г. – Донецк : Изд-во ДонНУ, 2009. – С. 268–269.

182. Овсієнко Ю. І. Формування засобами математики у студентів ви-

щих навчальних закладів освіти аграрного профілю умінь дослідницької діяльності / Ю. І. Овсієнко // Вища освіта України. – 2012. – № 3. – Тематичний вип. „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” [дод. 1]. – Т. 3. – С. 89–99.

183. Овсієнко Ю. І. Формування практичних вмінь і навичок з вищої математики у ВНЗ аграрного профілю / Ю. І. Овсієнко // Методологія викладання математичних дисциплін для нематематичних спеціальностей у сучасних умовах : тези доп. Всеукр. наук.-метод. конф., 16–18 груд. 2009 р. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – С. 65–67.

184. Овсієнко Ю. І. Цілі і завдання навчання математики студентів-аграріїв / Ю. І. Овсієнко // Наукові записки: педагогіка, історія. – 2008. – Вип. LXXVIII. – С. 156–164.

185. Овсієнко Ю. І. Шляхи підвищення ефективності вивчення вищої математики у вузах / Ю. І. Овсієнко // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики : зб. наук. пр. в 3 т. – Вип. 4. – Кривий Ріг : Вид. від. НМетАУ, 2004. – Т. 1 : Теорія та методика навчання математики. – С. 159–163.

186. Онищук В. А. Типы, структура и методика урока в школе / В. А. Онищук. – К. : Рад. шк. – 1976. – 184 с.

187. Освітньо-кваліфікаційна характеристика бакалавра за напрямом підготовки 1301 „Агрономія” : Галузевий стандарт вищої освіти, чинний від 20.01.2005 р. № 30. – К. : МОН України ; Наукметодцентр, 2005. – 183 с.

188. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. для студ. вузів / В. Л. Ортинський. – К. : Центр навч. л-ри, 2009. – 472 с.

189. Пак В. В. Вища математика : [підручник] / В. В. Пак, Ю. Л. Носенко. – Донецьк : Сталкер, 2003. – 496 с.

190. Паламарчук В. Ф. Школа учит мыслить / В. Ф. Паламарчук. – [2-е изд.] – М. : Педагогика, 1987. – 354 с.

191. Педагогика высшей школы / под ред. Ю. К. Бабанского. – Ростов н/Д. : Изд-во Ростовского ун-та, 1972. – 124 с.

192. Педагогическая психология / [Выготский Л. С.] ; под ред.

В. В. Давидова. – М. : Педагогика, 1991. – 480 с.

193. Педагогическая психология : учеб. для вузов / ред. Н. В. Клюева. – М. : Владос-пресс, 2003. – 400 с.

194. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. для студ. вузів / ред. З. Н. Курлянд. – К. : Знання, 2005. – 400 с.

195. Педагогіка вищої школи : [навч. посіб.] / [Курлянд З. Н., Хмельюк Р. І., Семенова А. В. та ін.] ; за ред. З. Н. Курлянд. – [2-ге вид., перероб. і допов.] – К. : Знання, 2005. – 399 с.

196. Петровский А. В. Социальная психология / А. В. Петровский, В. В. Шпалинский. – М. : Просвещение, 1978. – 458 с.

197. Підласий І. П. Діагностика та експертиза педагогічних проєктів : [навч. посіб.] / І. П. Підласий. – К. : Україна, 1998. – 343 с.

198. Подласый И. П. Педагогика / И. П. Подласый. – М. : Владос, 1999. – 567 с.

199. Познавательные процессы и способности в обучении : учеб. пособие для студ. пед. ин-тов / [В. Д. Шадриков, Н. П. Анисимова, Е. Н. Корнеева] ; под. ред. В. Д. Шадрикова. – М. : Просвещение, 1990. – 141 с.

200. Пойа Д. Как решать задачу / Д. Пойа. – М. : Учпедгиз, 1961. – 207 с.

201. Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах : Наказ Міністерства освіти України від 2 черв. 1993 р. № 161 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0173-93>. – Назва з екрана.

202. Положення про порядок підготовки та видання типових програм навчальних дисциплін / Т. Д. Іщенко, В. Ф. Журавель, Л. М. Цицюрський, М. Є. Литвенко. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 12 с.

203. Попова А. А. Учёт индивидуальных особенностей школьников как одно из условий повышения эффективности процесса формирования научных понятий : автореф. дисс. на соиск. звания канд. пед. наук : спец. 13.00.01 „Общая педагогика, история педагогики и образования” / А. А. Попова. – Казань, 1980. – 19 с.

204. Практическая психология в тестах, или Как научиться понимать се-

бя и других / сост. Р. Римская, С. Римский. – М. : АСТ-Пресс, 2004. – 400 с. : ил. – (Практическая психология).

205. Принципи та шляхи інтеграції вищих навчальних закладів Міністерства аграрної політики України в Європейський простір вищої освіти : наук.-метод. матеріали / за ред. С. М. Кравченка. – К. : Аграрна освіта, 2006. – 41 с.

206. Про вищу освіту : Закон України станом на 17 січ. 2002 р. № 12984 / Україна. Верховна Рада. – Офіц. вид. – К. : Верховна Рада України, Ін-т законодавства, 2002. – 95 с.

207. Про освіту : Закон України станом на 22 берез. 1996 р. № 1060 / Україна. Верховна Рада. – Офіц. вид. – К. : ГЕНЕЗА, 1996. – 36 с.

208. Про основні завдання вищим навчальним закладам на 2005/2006 навчальний рік : [лист МОН України]. – К. : Знання, 2005. – 15 с.

209. Програма навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” для підготовки бакалаврів напряму 6.090101 „Агрономія” у вищих навчальних закладах III–IV рівнів акредитації Міністерства аграрної політики України / [уклад. В. Швець, Л. Флегантов, Ю. Овсієнко] – К. : Аграрна освіта, 2008. – 30 с.

210. Програма по прикладній математиці для вищих аграрних закладів освіти III–IV рівнів акредитації напряму підготовки 1301 „Агрономія”, освітньо-кваліфікаційний рівень 6.130100 – бакалавр, кваліфікація – фахівець в галузі агрономії та біології. – К. : Наук.-метод. центр аграрної освіти, 2001. – 14 с.

211. Программы курса „Высшая математика” для сельскохозяйственных специальностей высших учебных заведений / зав. ред. Е. С. Гридасов, ред. Ж. И. Яковлева ; Науч.-метод. совет по математике Минвуза СССР. – М. : Высш. шк., 1985. – 32 с.

212. Психологические тесты : в 2 т. / под ред. А. А. Карелина. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – Т. 2. – 248 с.

213. Психология : [підруч. для пед. вузів] / за ред Г. С. Костюка. – К. : Рад. шк., 1961. – 584 с.

214. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з викорис-

танням ІКТ : [монографія] / С. А. Раков. – Х. : Факт, 2005. – 360 с.

215. Рапацевич Е. С. Педагогика. Современная энциклопедия / Е. С. Рапацевич ; под общ. ред. А. П. Астахова. – Минск : Современная школа, 2010. – 720 с.

216. Решетова З. А. Психологические основы профессионального обучения / З. А. Решетова. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 208 с.

217. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования / С. Л. Рубинштейн. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1958. – 147 с.

218. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии : в 2 т. / С. Л. Рубинштейн. – М. : Педагогика, 1989. – Т. 1. – 480 с.

219. Сборник индивидуальных заданий по высшей математике : [учеб. пособие] : в 3 ч. / [Рябушко А. Я., Бархатов В. В., Державец В. В., Юреть И. Е.] ; под общ. ред. А. П. Рябушко. – Мн. : Выш. шк., 1990. – Ч. 1. – 270 с.

220. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / Г. К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 255 с.

221. Сікорський П. І. Кредитно-модульна технологія навчання : [навч. посіб.] / П. І. Сікорський. – К. : Вид-во Європ. ун-ту, 2006. – 127 с.

222. Сікорський П. І. Теоретико-методологічні основи диференційованого навчання / П. І. Сікорський. – Львів : Каменяр, 1998. – 196 с.

223. Сікорський П. І. Теорія і методика диференційованого навчання / П. І. Сікорський. – Львів : СПОЛОМ, 2000. – 421 с.

224. Скатецкий В. Г. Научные основы обучения математике студентов нематематических специальностей (на базе химических специальностей университетов) : автореф. дис. на соиск. науч. степени д-ра пед. наук : спец. 13.00.02 „Теория и методика обучения (математика)” / В. Г. Скатецкий. – Минск, 1996. – 47 с.

225. Скаткин М. Н. Проблемы современной дидактики / М. Н. Скаткин – М. : Педагогика, 1984. – 95 с.

226. Скафа О. І. Наукові засади методичного забезпечення кредитно-

модульної системи навчання у вищій школі : [монографія] / О. І. Скафа, Н. М. Лосєва, О. В. Мазнєв. – Донецьк : ДонНУ, 2009. – 320 с.

227. Скафа Е. И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология / Скафа Е. И. – Донецк : ДонНУ, 2004. – 439 с.

228. Скрипченко О. В. Вікова та педагогічна психологія : навч. посіб. для студ. ВНЗ / О. В. Скрипченко, Л. В. Долинська, З. В. Огороднійчук та ін. – К. : Каравела, 2008. – 499 с. – (Серія „Вища освіта України”).

229. Слепкань З. И. Психолого-педагогические основы обучения математике : [метод. пособие] / З. И. Слепкань. – К. : Рад. шк., 1983. – 192 с.

230. Слепкань З. І. Концепція базової математичної освіти в Україні / Слепкань З. І., Шкіль М. І., Дороговцев А. Я. [та ін.]. – К. : МОН України : Ін-т системних досліджень, 1978. – 31 с.

231. Слепкань З. І. Методика навчання математики : [підручник] / З. І. Слепкань. – 2-ге вид. – К. : Вища шк., 2006. – 582 с.

232. Слепкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі : [навч. посіб.] / З. І. Слепкань. – К. : Вища шк., 2005. – 239 с.

233. Смирнова И. М. Профильная модель обучения математике / И. М. Смирнова // Математика в школе. – 1997. – № 1. – С. 32–36.

234. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / кол. авт. ; под ред. Н. В. Бордовской. – 2-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2011. – 432 с.

235. Соколенко Л. О. Збірник прикладних задач з алгебри і початків аналізу : [навч.-метод. посіб. для вчителів і учнів 10–11 кл. середньої шк., ліцеїв та гімназій фіз.-мат. спрямування] / Л. О. Соколенко. – К. : Тираж, 1997. – 127 с.

236. Степанова Е. И. Психология взрослых: экспериментальная акмеология / Е. И. Степанова. – С.Пб. : Алетейя, 2000. – 288 с.

237. Стреляу Я. Роль темперамента в психическом развитии / Я. Стреляу ; [пер. с польск. ; под общ. ред. И. В. Равич-Щербо]. – М. : Прогресс, 1982. – 231 с.

238. Сухомлинський В. О. Вибрані твори : в 5 т. / В. О. Сухомлинський. – К. : Рад. шк., 1976. – Т. 1. – 654 с.

239. Сэпа Э. Об эффективности групповой работы на уроках математики

/ Э. Сэпа // Советская педагогика и школа. – Тарту : ТГУ, 1972. – Вып. VI. – С. 18–65.

240. Талызина Н. Ф. Теоретические основы контроля в учебном процессе / Н. Ф. Талызина. – М. : Знание, 1983. – 96 с.

241. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н. Ф. Талызина. – М. : Изд-во МГУ. – 1975. – 344 с.

242. Тарасенкова Н. А. Використання знаково-символічних засобів у навчанні математики : [монографія] / Н. А. Тарасенкова. – Черкаси : Відлуння-плюс, 2002. – 399 с.

243. Тарасенкова Н. А. Реалізація диференційованого підходу на етапі актуалізації базових знань студентів / Н. А. Тарасенкова, О. М. Коломієць // Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи : матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф., 6–7 груд. 2005 р. – Полтава, 2005. – С. 148–149.

244. Теплов Б. М. Новые данные по изучению свойств нервной системы человека / Б. М. Теплов // Типологические особенности высшей нервной деятельности человека / Теплов Б. М. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1963. – Т. 3. – С. 3–46.

245. Теплов Б. И. Проблемы индивидуальных различий / Б. И. Теплов. – М. : АПН РСФСР, 1961. – 536 с.

246. Тимчасове положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців, затверджене Міністерством освіти і науки України № 48 від 23.01.2004 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/3126. – Назва з екрана.

247. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека / О. К. Тихомиров. – М. : Изд-во МГУ, 1969. – 304 с.

248. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : [монографія] / Ю. В. Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 400 с.

249. Український педагогічний словник / [уклад. Гончаренко С. У.]. –

К. : Либідь, 1997. – 376 с.

250. Унт И. Э. Индивидуализация и дифференциация обучения / И. Э. Унт. – М. : Педагогика, 1990. – 192 с.

251. Утеева Р. А. Дифференцированное обучение математике учащихся средней школы / Р. А. Утеева. – М. : Прометей, 1996. – 117 с.

252. Ушинский К. Д. Собрание сочинений : в 11 т. / К. Д. Ушинский. – М. : Изд-во Академии педагогических наук РСФСР, 1950. – Т. 8 : Человек как предмет воспитания. – 326 с.

253. Фирсов В. В. Дифференциация обучения на основе обязательных результатов / В. В. Фирсов. – М. : Просвещение, 1994. – 116 с.

254. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. для студ. вузів / М. М. Фіцула. – К. : Академвидав, 2010. – 586 с.

255. Флегантов Л. О. Використання інтернет-технологій у роботі викладачів вищих навчальних закладів / Л. О. Флегантов, Ю. І. Овсієнко // Инновационные техноллогии в образовании : материалы VII междунар. науч.-практ. конф., 20–22 сентяб. 2010 р. – Ялта : РВВ ГКУ, 2010. – С. 400–406.

256. Флегантов Л. О. Організація колективної навчальної діяльності студентів з використанням сучасних інтернет технологій / Л. О. Флегантов, Ю. І. Овсієнко // Нові інформаційні технології в освіті та природничо-математичних науках : матеріали IV всеукр. наук.-практ. конф., 11–12 трав. 2010 р. – Мелітополь : МДПУ, 2010. – С. 34–36.

257. Фомкіна О. Г. Методична система проведення практичних занять з математики зі студентами економічних спеціальностей (на базі кооперативного інституту) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Фомкіна Олена Григорівна. – К., 2000. – 212 с.

258. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли ; пер. с англ. А. С. Каменского ; под ред. Ф. И. Ерешко ; предисл. Ф. И. Ерешко и А. С. Каменского. – М. : Агропромиздат, 1987. – 400 с.

259. Фридман Л. М. Как научиться решать задачи : [кн. для учащихся ст.

классов средней шк.] / Л. М. Фридман, Е. Н. Турецкий. – [3-е изд. дораб.]. – М. : Просвещение, 1989. – 192 с.

260. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач / Л. М. Фридман. – М. : Педагогика, 1977. – 208 с.

261. Фурман А. В. Психодіагностичні моделі диференціації навчання / А. В. Фурман, Н. І. Клокар, В. В. Сергієнко // Рідна школа. – 1994. – № 12. – С. 51–56.

262. Холодная М. А. Когнитивные стили и интеллектуальные способности / М. А. Холодная // Психологический журнал. – 1992. – Т. 13, № 3. – С. 84–93.

263. Холодная М. А. Феномен „расщепления” полюсов когнитивных стилей / М. А. Холодная // Интеллект и творчество : сб. науч. тр. / отв. ред. А. Н. Воронин. – М. : РАН : Ин-т психологии, 1999. – С. 30–48.

264. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.

265. Чашечникова О. С. Реалізація диференційованого підходу в процесі введення нового навчального матеріалу / О. С. Чашечникова // Дидактика математики: проблеми і дослідження. – 2007. – Вип. 28 : Труды міжнар. наук.-метод. конф. „Математична освіта в Україні: минуле, сьогодення, майбутнє”. – С. 134–139.

266. Чередов И. М. О дифференцированном обучении на уроках / И. М. Чередов. – М. : Просвещение, 1973. – 155 с.

267. Чередов И. М. Формы учебной работы в средней школе / И. М. Чередов. – М. : Просвещение, 1988. – 160 с.

268. Черних Л. В. Диференційований підхід до навчання учнів математики на основі їх персональних когнітивних стилів / Л. В. Черних // Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 6 жовт. 2004 р. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 213 с. – С. 191–193.

269. Шадриков В. Д. Психология деятельности и способности человека :

учеб. пособие / В. Д. Щадриков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. корпорация „Логос”, 1996. – 320 с. : ил.

270. Шамова Т. И. Активизация учения школьников / Т. И. Шамова. – М. : Педагогика, 1982. – 203 с.

271. Шаталов В. Ф. Опорные конспекты по кинематике и динамике : [кн. для учителей] / Шаталов В. Ф., Шейман В. М., Хаит А. М. ; из опыта работы В. Ф. Шаталов, В. М. Шейман, А. М. Хаит. – М. : Просвещение, 1989. – 143 с.

272. Шахмаев Н. М. Дифференциация обучения в средней общеобразовательной школе / Н. М. Шахмаев // Дидактика средней школы / Н. М. Шахмаев ; под. ред. М. Н. Скаткина. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1982. – 319 с.

273. Швець В. А. Реализация функций тематического контроля результатов обучения учащихся математике в старших классах средней школы : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Швець Василий Александрович. – К., 1988. – 209 с.

274. Швець В. О. Динамічна диференціація на уроках математики // Особистісно орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф., 8–9 квіт. 2008 р. – Полтава, 2008. – С. 53–54.

275. Швець В. О. Принципи формування базового змісту математичної освіти / В. О. Швець // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наук. робіт. – Донецьк : Фірма ТЕАН, 2001. – Вип. 16. – С. 63–69.

276. Швець В. О. Диференційоване навчання математики студентів вищих аграрних закладів освіти: концептуальна модель / В. О. Швець, Ю. І. Овсієнко // Вища освіта України. – 2008. – № 2. – Тематичний вип. „Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології” [дод. 1]. – К. : Гнозис, 2008. – С. 207–215.

277. Швець В. О. Пізнавальні стилі як критерії диференціації у навчанні математики / В. О. Швець // Вісник Черкаського університету. Серія „Педагогічні науки”. – 2007. – Вип. 104. – С. 94–95.

278. Швець В. О. Психологічні передумови диференційованого навчання

в контексті Болонського процесу / В. О. Швець, Л. О. Флегантов, Ю. І. Овсієнко // Професіоналізм педагога в контексті Європейського вибору України : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 18–20 верес. 2008 р. – Ялта : РВВ КГУ, 2008. – Ч. II. – С. 177–181.

279. Шкіль М. І. Вимоги до підготовки вчителя математики / М. І. Шкіль // Радянська школа. – 1984. – № 2. – С. 69–72.

280. Шнейдер В. Е. Краткий курс высшей математики / Шнейдер В. Е., Слуцкий А. И., Шумов А. С. – М. : Высш. шк., 1978. – 640 с.

281. Шугайло Г. В. Диференційований підхід до навчання комп'ютерних технологій майбутніх учителів інформатики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 „Теорія і методика професійної освіти” / Г. В. Шугайло. – К., 2003. – 21 с.

282. Щекин Г. В. Визуальная психодиагностика: познание людей по их внешности и поведению : [учеб.-метод. пособие] / Г. В. Щекин. – [2-е изд., испр]. – К. : МАУП, 2001. – 616 с. : ил.

283. Щукин М. П. Некоторые психологические обусловленные различия в протекании ориентировочной и исполнительской деятельности при усвоении начальных трудовых умений / М. П. Щукин // Вопросы психологии. – 1963. – № 6. – С. 35–39.

284. Щукина Г. И. Проблема познавательного интереса в педагогике / Г. И. Щукина. – М. : Педагогика, 1971. – 351 с.

285. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин ; под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко ; АПН СССР. – М. : Педагогика, 1989. – 560 с., ил. – (Труды действительных членов и членов-корреспондентов АПН СССР).

286. Эрдниев П. М. Укрупнение дидактических единиц в обучение математике : [кн. для учителя] / П. М. Эрдниев, Б. П. Эрдниев. – М. : Просвещение, 1986. – 255 с.

287. Якиманская И. С. Дифференцированное обучение: внешние и внут-

- ренние формы / И. С. Якиманская // Директор школы. – 1995. – № 3. – С. 39–45.
288. Якиманская И. С. Развитие пространственного мышления школьников : [монография] / И. С. Якиманская. – М. : Педагогика, 1980. – 240 с.
289. Differenzierung im Schulunterricht / bearb. von M. Fischer. – Weinheim : Beltz, 1973. – 334 p.
290. Dillon R. F. Individual differences in cognition / R. F. Dillon, R. R. Schmeck. – N. Y. : Academic Press, 1983. – 323 p.
291. Paradis L. Differenzieren im Unterricht / L. Paradis, H. Linser. – Berlin : Cornelsen Scriptor, 2001. – 248 s.
292. Herber H. Innere Differenzierung im Unterricht / Herber H. – Stuttgart : Kohlhammer, 1983. – 134 p.
293. Driver R. Student's thinking and the learning of science: A constructivist view / Driver R., Bell B. // Science in science education. – 1994. – Vol. 13. – P. 443–455.
294. Eysenck H. J. Personality and individual differences a natural science. Approach / Eysenck H. J., Eysenck M. W. – New-York ; London : Plenum, 1985. – XVIII. – 424 p.
295. Ficher M. Die innere Differenzierung des Unterrichts in der Volksschule / Ficher M. – Weinheim : Beltz Verlag., 1972. – 10 Auflage. – 174 p.
296. Mastmann H. Differenzierung und Individualisierung in der Gesamtschule / Mastmann H. – Frankfurt am Main : 1971. – 139 s.
297. Winkler R. Differenzierung. Funktionen. Formen und Probleme / Winkler R. – Ravensburg : [o. v.], 1978. – 52 s.

ДОДАТКИ

Додаток А

Дефініції понять теорії диференційованого навчання

Таблиця А.1

Означення поняття „диференціація навчання”

Автор	Зміст поняття
1	2
О. Бугайов, І. Бутузов	Диференціація навчання – це множинність та варіативність індивідуальних і колективних підходів до суспільно узгоджених цілей загальної освіти [29, 32]
М. Бурда	Під диференціацією навчання розуміє таку методичну систему, коли кожен учень, опанувавши деяким мінімумом суспільно значимої базової підготовки, дістає гарантовану можливість приділяти увагу тим напрямам освіти, які в найбільшій мірі відповідають його здібностям, інтересам, майбутній професійній діяльності [31]
В. Володько	Диференціація навчання передбачає: 1) розподіл індивідуальних якостей особистості за певними ознаками, що притаманні кільком студентам; 2) особливий підхід викладача до різних груп студентів або окремих студентів залежно від змісту, обсягу, складності, методів навчання тощо; 3) розвиток творчих сил кожного студента, розширення їх інтересів, світогляду, уявлень, можливостей, для поглибленого навчання або опанування дисциплін, науки чи окремої теми [46]
Т. Дейніченко	Диференціація навчання – це організаційно-методичний принцип побудови школи, спрямований на реалізацію індивідуального підходу у навчанні [62]
В. Забранський	Розуміє диференціацію навчання як поділ класу для досягнення головної мети навчання: прийняти до уваги особливості кожного учня, створюючи максимально сприятливі умови для розумового, морального, емоційного й фізичного всебічного розвитку особистості, її здібностей [75, с.21]
О. Кірсанов	Диференціація навчання – це особливий підхід вчителя до різних груп учнів, що полягає в організації навчальної роботи, яка відрізняється за змістом, обсягом, складністю методів [92]

Продовження табл. А.1

1	2
Н. Мойсеюк	Під диференціацією розуміє таку форму індивідуалізації, коли учні, схожі за певними індивідуальними особливостями, об'єднуються в групи для окремого навчання [138 с, 306]
Педагогічні енциклопедії	Диференціація навчання – форма організації навчальної діяльності із урахуванням індивідуальних особливостей учнів на основі їх поділу на характерні типологічні (мобільні або стабільні) групи за різними показниками (научуваністю, успішністю, пізнавальними інтересами, темпом навчання тощо), що забезпечує різноманітність змісту й вимог до його опанування [69, с. 210–211; 215, с. 143–144]
П. Сікорський	Диференціація навчання – це множинність і варіативність індивідуальних і колективних підходів до суспільно узгоджених цілей загальної освіти, що створює сприятливі умови для індивідуалізації навчання, професійної орієнтації учнів та осмисленого вибору ними життєвого шляху; передбачає відкритість змісту освіти, різноманітність навчального матеріалу, посібників, форм і методів навчальної роботи, контролю знань, широке врахування національної та регіональної специфіки у роботі шкіл [222, 223]
З. Слєпкань	„Під диференціацією навчання слід розуміти спосіб його індивідуалізації в умовах роботи студентської групи, коли студенти розділяються на динамічні типологічні групи, і викладач під час заняття періодично працює з тією групою, яка вимагає найбільшої його допомоги” [232]
І. Унт	Диференціація навчання – це врахування індивідуальних особливостей учнів у формі, коли вони групуються на основі деяких особливостей для окремого навчання, яке, зазвичай, організовується за дещо різними навчальними планами і програмами [250, с.8]

Означення поняття „диференційований підхід у навчанні”

Автор	Зміст поняття
1	2
В. Андронатій	Під диференційованим підходом розуміє таку організацію навчального процесу, яка дозволяє по-різному здійснювати стратегії навчання різних груп учнів на максимальному рівні їх потенційних можливостей, адекватно їх типовим особливостям, із урахуванням специфіки змісту і цілей навчання [8, с.29]
Г. Дорофєєв, Л. Кузнецова, С. Суворова, В. Фірсов	Диференційований підхід – одна із сторін внутрішньої диференціації і одночасно це педагогічний принцип організації самостійної роботи студентів, що передбачає на практиці індивідуалізацію навчання і рівневу диференціацію завдань для самостійної роботи [65]
Педагогічна енциклопедія	„Диференційований підхід – це цілеспрямований педагогічний вплив на групи учнів, які існують у дитячому колективі як його структурні і неформальні об’єднання або виділені педагогом за подібними індивідуальними, особистісними якостями. Диференційований підхід займає проміжне положення між фронтальною виховною роботою з усім колективом й індивідуальною роботою з кожним учнем” [215, с. 145]
П. Сікорський	Диференційований підхід у навчанні – це цілеспрямована діяльність педагога з використанням в умовах довільного навчання можливостей урізноманітнення освітніх компонентів [222]
І. Шугайло	Під диференційованим підходом у навчанні розуміє дидактичний принцип, що впроваджує диференціацію у процесі навчання у всіх різноманітних її формах для попередньо встановлених диференційованих різнопрофільних і різнорівневих груп студентів [281]

Означення поняття „диференційоване навчання”

Автор	Зміст поняття
1	2
В. Бондар	„...диференційоване навчання – поділ класу на групи, залежно від рівня розвитку для надання допомоги; розподіл завдань за складністю і трудністю залежно від індивідуальних можливостей учнів; навчання, що передбачає індивідуальний підхід до груп дітей із метою надання їм допомоги в оволодінні програмним матеріалом...” [27]
О. Братаніч	Під диференційованим навчанням розуміє вид навчання, який ґрунтується на принципі диференціації і педагогічній технології, що передбачає створення різноманітних умов навчання для різних класів, шкіл, груп із метою врахування як індивідуальних особливостей, так і домінуючих особливостей контингенту [28]
І. Бутузов	Диференційоване навчання – форма внутрішньокласного поділу учнів на порівняно однакові за рівнем групи („сильні”, „середні”, „слабкі”) для здійснення навчальної діяльності на різних рівнях [32]
В. Володько, З. Слєпкань	Під диференційованим навчанням розуміють спеціально організовану навчально-пізнавальну діяльність, яка, враховуючи індивідуальні відмінності, спрямована на оптимальний інтелектуальний розвиток кожного учня (студента) й передбачає структурування змісту навчального матеріалу, добір форм, прийомів і методів навчання відповідно до типологічних особливостей учнів (студентів) [46, 232]
Т. Дейніченко	Диференційоване навчання – це: 1) організаційна система пізнавальної діяльності учнів, за якої групи формуються за певною значимою для навчального процесу ознакою; 2) навчання, що проводиться за різними навчальними планами і програмами з максимальним урахуванням індивідуальних особливостей учнів [62]
Г. Селевко	Диференційоване навчання – це технологія навчання, у формі сукупності організаційних рішень, засобів і методів, які охоплюють визначену частину навчального процесу [220]
П. Сікорський	„...диференційоване навчання – спеціально організована навчально-пізнавальна діяльність (суб’єкт-суб’єктна педагогічна взаємодія), яка, враховуючи вікові, індивідуальні особливості суб’єктів учіння, їх соціальний досвід і стартовий стан, нахили та інтереси, спрямована на оптимальний фізичний, духовний і психічний розвиток учнів (студентів), засвоєння необхідної суми знань, практичних дій за різними навчальними планами і програмами...” [223]
М. Шахмаєв	„Навчально-виховний процес, для якого характерним є врахування індивідуальних відмінностей учнів, прийнято називати диференційованим, а навчання в умовах цього процесу – диференційованим навчання” [272]

Критерії диференціації для типологічного групування студентів

Автор	Критерії диференціації
1	2
Статичні критерії	
В. Кру-тецький	<p>Основою поділу обирає переважаючий тип мислення: 1) аналітичний: характеризується перевагою гарно розвиненого словесно-логічного компонента над слабим наочно-образним; 2) геометричний: гарно розвинений наочно-образний компонент мислення; 3) гармонічний характеризується розвитком і словесно-логічного, і наочно-образного компонента мислення. Автор зазначає, що незалежно від переважаючого компоненту мислення (абстрактного чи образного) ставлення учнів до предмета вивчення неоднозначне [107]</p>
	Динамічні критерії
Г. Щукіна	<p>За основу групування обирає: 1) інтерес; 2) ставлення учнів до діяльності; 3) стиль діяльності; 4) прагнення до реалізації своїх можливостей [284]</p>
В. Щад-ріков, Т. Шамова	<p>Виділяють активність: ставлення до навчання, інтерес до змісту і процесу навчання, спрямування учня проникати у суть явищ і оволодівати способами діяльності, вміння мобілізувати зусилля для досягнення мети діяльності; поділяють на відтворюючу, інтерпретуючу і творчу [196, 269, 270]</p>
	Варіаційні критерії
Ю. Ба-банський	<p>Реальні навчальні можливості особистості учнів [11]</p>
А. Кірсанов	<p>Виділяє групи: 1) за характером мисленнєвих процесів; 2) за рівнем знань і вмінь; 3) за працездатністю; 4) за рівнем самостійності; 5) за активністю; 6) за темпом навчання; 7) за відношенням до навчання; 8) за сформованістю і характером пізнавальних процесів; 9) за рівнем вольового розвитку [92]</p>
Є. Кабано-ва-Міллер	<p>Обирає характеристики: 1) гнучкість мислення (оцінка навчуваності учнів); 2) навчуваність, навченість і навчальна працездатність (характеристики й показники навчальних можливостей учнів) [84]</p>
	Т. Ніколаєва

1	2
А. Попова	Обирає критерії: 1) рівень виконання мислительних операцій; 2) повнота і стійкість сприймання матеріалу; 3) діяльність пам'яті [203]
І. Унт	Поділяє учнів: 1) за навченістю; 2) за научуваністю; 3) за спеціальними здібностями; 4) за пізнавальними інтересами; 5) за темпом просування у навчанні; 6) за працездатністю [250]
І. Чередов	Обирає критерії: 1) научуваність; 2) навчальна працездатність [266]

Додаток Б

Таблиця Б.1

Фрагмент робочої програми підготовки бакалаврів напряму 6.090101 „Агрономія”
навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”
(2008/2009 рік набору)

Теоретичні заняття		Контроль			Практичні заняття		Контроль			Оцінювання	
Тиждень / дата	Тематика лекцій	Кількість балів за роботу в аудиторії	Форма роботи	Кількість балів за роботу поза аудиторією	Дата	Тематика ПЗ	Кількість балів за роботу в аудиторії	Форма роботи	Кількість балів за роботу поза аудиторією	Загальна кількість балів	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій Границя функції Особливості обчислення границь	0-1				Обчислення границь функцій	0-1	С.р. - 1	0-2	0-4
		Похідна функції. Диференціал функції	0-1				Похідна та диференціал	0-1	С.р. - 2	0-2	0-4
		Застосування диференціального числення під час розв'язування задач	0-1				Застосування диференціального числення	0-1	С.р. - 3	0-2	0-4
		Інтегральне числення функцій	0-1				Обчислення інтегралів	0-1	С.р. - 4	0-2	0-4
		Застосування інтегрального числення	0-1				Застосування інтегрального числення	0-1	С.р. - 5	0-2	0-4
Рохраунково-графічна робота №1										0-4	0-4
Всього за блок змістових модулів 1.1											0-2
		Тест №1	0-4				Контрольна робота № 1		Кр - 1	0-4	0-8

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.2. Блок змістових модулів „Дисперсійний аналіз в агрономії”											
		Основні поняття теорії ймовірностей	0–1				Ймовірність подій. Повторні незалежні випробування	0–1	С.р. – 6	0–2	0–4
		Випадкова величина та її числові характеристики	0–1				Обчислення числових характеристик випадкових величин. Нормальний розподіл	0–1	С.р. – 7	0–2	0–4
		Основні поняття математичної статистики. Варіаційний ряд. Полігон частот. Гістограма	0–1				Первинна обробка статистичних даних. Обчислення числових характеристик варіаційних рядів	0–1	С.р. – 8	0–2	0–4
		Дисперсійний аналіз	0–1				Перевірка гіпотези про закон розподілу. Дисперсійний аналіз випадкової величини	0–1	С.р. – 9	0–2	0–4
		Кореляційна залежність. Коефіцієнт кореляції	0–1				Обчислення коефіцієнта кореляції. Кореляційний аналіз	0–1	С.р. – 10	0–2	0–4
Рохраунково-графічна робота №2										0–4	0–4
		Тест №2	0–4				Контрольна робота № 2		Кр – 2	0–4	0–8
Всього за блок змістових модулів 1.2											0–32

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розв'язування систем лінійних рівнянь. Метод найменших квадратів	0–1				Розв'язування систем лінійних рівнянь різними методами	0–1	С.р. – 11	0–2	0–4
							Метод найменших квадратів	0–1	С.р. – 12	0–2	0–3
		Аналіз залежностей між випадковими величинами. Обробка статистичних даних	0–1				Алгоритм обробки статистичних даних	0–1	С.р. – 13	0–2	0–4
Рохраунково-графічна робота №3										0–4	0–4
Всього за блок змістових модулів 1.3											0–16
		Всього за блоки змістових модулів	12	10				13		50	
Іспит											0–20
Всього балів											100

Література:

Основний список:

1. [14].
2. [37].
3. [38].
4. [39].
5. [54].
6. [55].
7. [68].
8. [136].
9. [189].

Додатковий список:

1. [12]
2. [53].
3. [59].
4. [78].
5. [81].
6. [83].
7. [114].
8. [124].
9. [128].
10. [129].
11. [130].
12. [136].
13. [219].
14. [258].

Додаток В

Завдання домашньої роботи ПЗ-1 – формування навичок і вмінь на тему
„Ймовірність подій. Повторні незалежні випробування”

Задача 1. Під час реконструкції фруктового саду висаджено три сорти (C_1 , C_2 , C_3) карликових яблунь, із яких сорту C_1 – 60 дерев, C_2 – 150 дерев і C_3 – 90 дерев. Навмання відмітили три саджанці, що прийнялися. Яка ймовірність, що прийнялись: 1)° усі три саджанці різних сортів; 2)° два саджанці сорту C_3 , а третій – C_2 ; 3)° два саджанці сорту C_2 , а один – іншого сорту; 4)* яка ймовірність, що прийметься хоч один саджанець будь-якого сорту (розв’язати двома способами); 5)** ... (самостійно сформулювати завдання, знайти відповідь на них).

Задача 2. Прийнялись 250 саджанців із 300 посаджених, серед яких сорту C_1 – 45 дерев, C_2 – 125 дерев і C_3 – 80 дерев. Ймовірність, що із тих саджанців, що прийнялись виростуть яблуні, висота яких не перевищує 2 м становить відповідно: 0,12; 0,65; 0,42. Знайти ймовірність: 1)* що висота навмання взятої яблуні не менше 2 м; 2)** що висота навмання взятої яблуні менше 2 м, до якого сорту ймовірніше за все вона належить.

Задача 3. Вважаючи ймовірність, що із 300 яблунь прийметься один будь-який саджанець рівна 0,8. Знайти ймовірність, що прийметься: 1)° 260 саджанців; 2)° не менше 230 і не більше 260 саджанців; 3)* не менше 245 саджанців; 4)* не більше 250 саджанців; 5)** знайти найімовірніше число яблунь, що приймуться.

Задача 4. Рукопис об’ємом 1000 сторінок комп’ютерного набору містить 1000 опечаток. Знайти ймовірність, що навмання взята сторінка рукопису містить: 1)° рівно дві опечатки; 2)* хоча б одну опечатку; 3)** не менше двох опечаток.

Завдання домашньої роботи доцільно диференціювати за рівнем складності. За змістом – це комплексні задачі, за об’ємом розраховані на $1/3$ – $1/2$ від обсягу аудиторної роботи. Щодо завдань, передбачених для випереджальної позааудиторної самостійної актуалізації знань студентів, то з їх умовами доцільно знайомити студентів заздалегідь. Це можуть бути друковані методичні рекомендації по підготовці до ПЗ, електронні варіанти яких доречно поміщати на сайті навчального закладу, для вільного доступу студентів перед заняттями відповідної тематики.

Додаток Д

(план-конспект ПЗ-2 – застосування ЗУН)

Тема ПЗ: Метод найменших квадратів (МНК).

Цілі ПЗ: 1) навчальна студентам необхідно: опрацювати і засвоїти алгоритм знаходження параметрів лінійної залежності МНК за допомогою комп'ютерної техніки (КТ); ознайомитись із алгоритмом лінеаризації деяких нелінійних залежностей; 2) розвиваюча: закріпити загальні прийоми розумової діяльності (аналіз, конкретизація, аналогія і т.п.); 3) виховна: розвивати пізнавальні інтереси студентів до розв'язування задач прикладного змісту.

Основні завдання ЛПЗ:

- навчитись використовувати табличний процесор MS Excel для створення таблиць експериментальних даних, виконання допоміжних обчислень, необхідних для створення математичних моделей (ММ);
- навчитись будувати графік емпіричної залежності двох змінних y та x у системі прямокутних координат за допомогою „Мастера діаграм”;
- засвоїти методику аналізу одержаного графіка з метою вибору ММ, що найкращим чином відображає форму зв'язку між змінними y та x ;
- навчитися визначати параметри ММ із системи нормальних рівнянь за допомогою „Мастера функцій”;
- отримати за дослідними даними емпіричне рівняння залежності між змінними величинами y та x ;
- навчитись аналізувати одержане рівняння, формулювати змістовні висновки, робити прогнози.

Додаткові задачі ЛПЗ:

- опрацювати прийоми побудови лінії тренда та розрахунку коефіцієнта достовірності апроксимації R^2 ;
- ознайомитись із прикладами інтерпретації коефіцієнта R^2 .

Тип ЛПЗ: застосування ЗУН.

Обладнання ЛПЗ: таблиці, КТ, методичні розробки ЛПЗ, робочі зошити.

План ЛПЗ:

1. Актуалізація опорних знань і практичного досвіду студентів.
2. Мотивація навчальної діяльності студентів.
3. Повідомлення теми, мети і задач заняття.
4. Аналіз умови практичного завдання.
5. Самостійна діяльність студентів під контролем викладача.
6. Контроль, самоконтроль або взаємоконтроль студентів.
7. Узагальнення і систематизація знань і способів виконання дій.
8. Підсумки заняття, повідомлення домашнього завдання.

Хід ЛПЗ:

1-й етап – повідомлення теми, мети і задач заняття. У виборі типу ПЗ-2 вирішальну роль відіграло змістове наповнення заняття, необхідність опанування студентами навчального матеріалу обов'язкового й поглибленого рівнів за відведений час. Таким чином, для цієї теми доцільним є проведення ПЗ-2 – застосування ЗУН у формі лабораторно-практичного із використанням КТ.

Викладачеві доцільно додатково проаналізувати умови практичних завдань, вихідні дані й структуру задач. Повідомлення студентам теми, мети і задач заняття; вимог до оформлення результатів (письмово, графічно, схематично); критеріїв оцінювання результатів діяльності, зумовлено необхідністю усвідомлення студентами змісту роботи, послідовності використання ними засобів виконання практичних завдань, формування уявлення про кінцевий результат діяльності. Детальний аналіз умов задач є важливим для опанування навчального матеріалу і націлений на встановлення причинно-наслідкових зв'язків теоретичних положень і практичних методів, що є особливо важливим для студентів-аналітиків.

Викладач має побудувати заняття таким чином, щоб сформувати у студентів практичні вміння знаходити параметри емпіричних залежностей МНК за допомогою КТ, зокрема можливостей табличного процесора Excel. На цьому етапі ПЗ доцільно акцентувати увагу студентів на використанні раціональних прийомів роботи з електронними таблицями, наприклад, застосовувати наступні можливості

Excel: „Маркер автозаповнення”, функції „Копировать – Вставить”, майстер побудови графічних об’єктів „Мастер диаграмм”, „Мастер функций” інше.

2-й етап – актуалізація опорних знань і практичного досвіду студентів, його цільове завдання полягає у підготовці й активізації студентів до плідної навчальної діяльності в процесі розв’язування практичних задач в аудиторії й самостійно.

Згідно програми навчальної дисципліни [209], тема „МНК” вивчається одразу ж після ЗМ „Розв’язування систем лінійних рівнянь”. Студентам відомі основні алгоритми і суть методів розв’язування систем лінійних рівнянь. Крім того, у попередньому – другому блоці ЗМ – „Дисперсійний аналіз в агрономії”, передбачено вивчення ЗМ „Кореляція та регресія” і „Відшукування коефіцієнтів парної лінійної кореляції та парної лінійної регресії”. Студенти володіють теоретичним обґрунтуванням МНК і практичними прийомами, необхідними для відшукування параметрів емпіричних залежностей.

У виборі інструментарію відшукування параметрів залежностей МНК вирішальну роль відіграв той факт, що використання табличного процесора Excel не потребує додаткових інструктажів студентів, витрат на придбання і встановлення спеціальних комп’ютерних програм.

На цьому етапі ПЗ-2 доцільно, викладачеві або студенту-консультанту коротко нагадати суть МНК, основні етапи алгоритму відшукування параметрів лінійних емпіричних залежностей. Доречним є додаткове наголошення на різниці між алгоритмом побудови лінійної і нелінійної математичних моделей МНК. Оскільки одним із домінуючих критеріїв етапу ПЗ є особливості пізнавальних стилів, то опорний конспект (ОК) у вигляді таблиці (табл. Д.1) є найбільш ефективним прийомом систематизації ЗУН побудови нелінійних ММ.

3-й етап – мотивація навчальної діяльності студентів. Формування й підкріплення навчальної мотивації, що є домінуючим критерієм організації ДН цього етапу ПЗ-2. Викладач наголошує на прикладному змісті навчального матеріалу, перспективах його подальшого застосування під час вивчення фахових дисциплін.

Для цього етапу ефективною є бесіда викладача зі студентами, що організовується наступним чином: „Дослідження зв’язку між експериментальними даними

у більшості практично важливих випадків зумовлює потребу у використанні як лінійних, так і нелінійних виробничих функцій. Це пояснюється тим, що взаємодія між ознаками, що характеризують окремі явища і процеси часто має лінійний і більш складний характер – нелінійний. Характерною особливістю нелінійного зв'язку є те, що рівномірна зміна однієї ознаки супроводжується нерівномірною зміною (збільшенням або зменшенням) значень іншої ознаки.

Таблиця Д.1

Лінеаризація типових функцій

Типові функції	Аналітичний вираз	Перетворене рівняння	Формули заміни змінних	Лінеаризована функція
гіперболічна	$y = \frac{a}{x} + b$	$y = a \cdot \left(\frac{1}{x}\right) + b$	$x' = \frac{1}{x}$	$y = a \cdot x' + b$
обернена до лінійної	$y = \frac{1}{ax + b}$	$\frac{1}{y} = ax + b$	$y' = \frac{1}{y}$	$y' = a \cdot x + b$
степенева	$y = b \cdot x^a$	$\lg y = \lg b + a \cdot \lg x$	$y' = \lg y$; $b' = \lg b$; $x' = \lg x$	$y' = a \cdot x' + b'$
показникова	$y = b \cdot c^{ax}$	$\lg y = \lg b + (a \cdot \lg c)x$	$y' = \lg y$; $a' = a \lg c$; $b' = \lg b$	$y' = a' \cdot x + b'$
експоненційна	$y = e^{ax+b}$	$\ln y = \ln e^{(ax+b)}$	$y' = \ln y$	$y' = a \cdot x + b$
логарифмічна	$y = a \cdot \lg x + b$	$y = a \cdot (\lg x) + b$	$x' = \lg x$	$y = a \cdot x' + b$
логістична	$y = \frac{N}{1 + e^{ax+b}}$	$\ln\left(\frac{N}{y} - 1\right) = ax + b$	$y' = \ln\left(\frac{N}{y} - 1\right)$	$y' = a \cdot x + b$

Нелінійні форми зв'язку притаманні багатьом процесам і явищам у сільському господарстві. Так, процеси росту і розвитку рослин, накопичення ними продуктивної маси, як правило, розвиваються нелінійно. Відомо також, що насичення ґрунтів вологою більше певної норми є однією із причин зниження урожайності сільськогосподарських культур. Цей зв'язок також є нелінійним.

Під час дослідження нелінійних зв'язків, як і при вивченні лінійних, принципове значення має вибір форми залежності, тобто рівняння, за допомогою якого найточніше описується наявний зв'язок. Практичні завдання, пов'язані з відшукуванням ММ нелінійних емпіричних залежностей, розв'язуються аналогічно до тих прийомів, що застосовуються у процесі знаходження параметрів лінійного зв'язку.

Оскільки, МНК, згідно навчального плану й галузевих стандартів підготовки, використовується під час вивчення навчальної дисципліни „Основи наукових досліджень в агрономії” на третьому курсі, то його засвоєння, як одного із найбільш універсальних і точних методів вирівнювання емпіричних рядів кореляційно-регресійного аналізу, є досить важливим. Щодо перспектив навчання магістрів, то математична складова їх професійної підготовки прослідковується також у дисциплінах „Аналіз і моделювання рослинних продуктивних систем”, „Біометрія й організація досліджень”.

Організація 4-го етапу – аналіз умов практичних завдань передбачає на основі розбиття загального алгоритму МНК врахування критеріїв динамічної диференціації під час виділення основних і додаткових завдань.

Загальний алгоритм МНК складається з трьох основних етапів (зірочкою „*” відмічено додаткові завдання поглибленого рівня складності або самоконтролю):

I. Підготовчий етап.

1. Побудувати електронну таблицю за дослідними даними. Для цього: 1) запустити програму Microsoft Excel; 2) зберегти у свою робочу папку файл під назвою МНК. xls; 3) перейменувати відповідно робочий аркуш; 4) на робочому аркуші створити електронну таблицю, увівши відповідні значення x_i і y_i .

2. За даними таблиці побудувати точкову діаграму. Для цього: 1) виділити діапазон комірок із дослідними даними; 2) на панелі інструментів натиснути кнопку „Мастер діаграмм”; 3) вказати тип діаграми „Тип: Точечная” і обрати вигляд „Вид: Точечная діаграма, на которой значения соединены отрезками” (четверта у списку); 4) наступними кроками можна знехтувати, натискаючи кнопки для покрокового переходу „Далее”; 5) натиснути кнопку „Готово” на останньому кроці „Мастер діаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы”.

II. Попередній аналіз.

3. Перевірити наявність лінійного кореляційного зв'язку між x і y : 1) розрахувати коефіцієнт лінійної парної кореляції r_{xy} ; 2) зробити висновок про наявність і силу лінійного кореляційного зв'язку.

4. Проаналізувати побудовану точкову діаграму, зробити висновки: 1) оцінити характер залежності (лінійна, квадратична або інша), для цього: візуально порівняти точкову діаграму з відомими Вам графіками основних елементарних і виробничих функцій; 2) обрати відповідну ММ.

Зауваження: під час підготовки до лабораторно-практичного заняття доцільно запропонувати студентам повторити види елементарних функцій, графіки, перетворення графіків.

5. Якщо обрана модель нелінійна і допускає лінеаризацію, звести її до лінійної моделі.

III. Застосування МНК. Аналіз моделі, висновки.

6. Розрахувати параметри моделі МНК, записати ММ.

7. *Для контролю правильності виконання обчислень побудувати лінію тренда (також і для лінеаризованої моделі), обчислити коефіцієнт достовірності апроксимації R^2 . Для цього: 1) виділити діаграму лівою кнопкою миші; 2) виділити графік емпіричної залежності, натиснувши на ляманій ліву кнопку миші; 3) для появи контекстного меню натиснути на графіку діаграми праву кнопку миші й обрати четвертий пункт „Добавить линию тренда”; 4) у вікні „Линия тренда” вказати відповідний їй тип; 5) перейти до вкладки „Параметры” і встановити прапорці біля параметрів „показать уравнение на диаграмме” і „поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)”, натиснути кнопку „ОК”.

8. *Порівняти параметри моделі, одержані безпосереднім обчисленням за МНК із параметрами рівняння лінії тренда. Зробити висновок про їх відповідність.

9. Проаналізувати одержану модель, зробити змістовні висновки.

5-й етап – самостійна діяльність студентів під контролем викладача. На цьому етапі ПЗ-2 викладач організовує СНПДС в аудиторії у вигляді індивідуаль-

ної, парної або групової діяльності. Першим доречно розглянути приклад на відшукування параметрів лінійної залежності.

Завдання 1 (лінійна залежність). У досліді вивчалась залежність кількості зерен у колосі ячменю Y від довжини колосу X . Дослідні дані значень змінних x_i й y_i наведено у таблиці (табл. Д.2) [114]. МНК побудувати емпіричну залежність Y від X .

Таблиця Д.2

Таблиця даних залежності кількості зерен ячменю у колосі від довжини

№ спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8
Довжина колоса ячменю X , (см)	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість зерен у колосі Y , (шт.)	16,0	20,0	24,0	25,0	28,0	29,0	30,0	31,0

Алгоритм виконання завдань.

I. Підготовчий етап.

1. Побудувати електронну таблицю: 1) запустіть програму Microsoft Excel; 2) збережіть файл у свою робочу папку під назвою МНК. xls; 3) перейменуйте робочий аркуш „Лист 1” у „Лінійна залежність”; 4) на аркуші „ Лінійна залежність ” створіть електронну таблицю за дослідними даними згідно умови (табл. Д.2), уві-вши в діапазон комірок В3 : В10 і С3 : С10 відповідні значення x_i і y_i (рис. Д.1, А).

А)

Б)

Рис. Д.1. Організація підготовчого етапу обчислення параметрів емпіричних (лінійних) залежностей

2. Побудувати точкову діаграму за допомогою „Мастера диаграмм”: 1) виділіть діапазон комірок В3 : С10 із дослідними даними; 2) на панелі інструментів натисніть кнопку „Мастер диаграмм”; 3) у вікні „Мастер диаграмм” на першому кроці вкажіть тип діаграми „Тип: Точечная” і оберіть вигляд „Вид: Точечная диаграмма, на которой значения соединены отрезками” (четверта у списку) (рис Д.1, Б); 4) наступними кроками знехтуйте, натискаючи кнопки для покрокового переходу „Далее”; 5) виконайте останній крок „Мастер диаграмм (шаг 4 из 4): размещение диаграммы” натискаючи кнопку „Готово”.

II. Попередній аналіз.

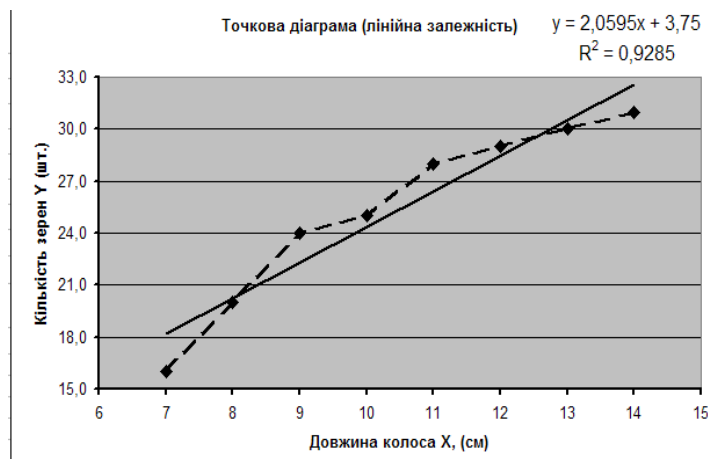
3. Перевіряємо наявність лінійного кореляційного зв'язку між Y і X :

1) розрахуйте лінійний коефіцієнт кореляції у на x . Для цього виконайте розрахунки у таблиці так, як зображено на рисунку (рис. Д.1, А).

Вказівки: а) для розрахунку значень у рядку „Сума” скористайтесь кнопкою „Автосумма” або функцією = СУММ (...); б) рядок „Середнє значення” обчисліть розділивши відповідні значення у рядку „Сума” на кількість спостережень або за допомогою функції = СРЗНАЧ (...); в) коефіцієнт кореляції r_{xy} обчисліть за формулою (Д.1):

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\left(\left(\overline{x^2} - (\bar{x})^2 \right) \cdot \left(\overline{y^2} - (\bar{y})^2 \right) \right)}} \quad (\text{Д.1})$$

2) числове значення коефіцієнта кореляції $r_{xy} \approx 0,97$ вказує на тісний зв'язок між y_i і x_i . Крім того, між досліджуваними ознаками зв'язок є прямим, тобто із збільшенням довжини колоса ячменю збільшується у ньому відповідно й кількість зерен.



А)

19	$\Delta =$	924	84	=	336
20		84	8		
21					
22	$\Delta a =$	2218	84	=	692
23		203	8		
24					
25	$\Delta b =$	924	2218	=	1260
26		84	203		
27					
28					
29	$a = \Delta a / \Delta = 2,059524$				
30					
31	$b = \Delta b / \Delta = 3,75$				
32					

Б)

Рис. Д.2. Попередній аналіз, обчислення параметрів емпіричних лінійних залежностей

Примітка: перевіримо правильність виконання обчислень коефіцієнта кореляції r_{xy} за допомогою функції =КОРРЕЛ (В3 : В10; С3 : С10).

4. За графіком (рис. Д.2, А) можна зробити наступні висновки: 1) характер залежності – лінійний (експериментальні точки розташовані приблизно вздовж прямої лінії); 2) ММ має вигляд: $y = ax + b$ (лінійна функція).

5. Крок у якому передбачено лінеаризацію обраної моделі опускаємо, оскільки модель, що описує емпіричну залежність – це лінійна функція.

III. Застосування МНК. Аналіз моделі, висновки.

6. Значення параметрів лінійної залежності знайти, підставляючи дані з таблиці

ці (рис. Д.1, А) у систему нормальних рівнянь (Д.2):

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \quad (\text{Д.2})$$

1) одержимо: $\begin{cases} 924a + 84b = 2204,4 \\ 84a + 8b = 201,8 \end{cases}$; 2) знайдемо параметри лінійної залежності a і b ,

розв'язавши систему нормальних рівнянь методом Крамера: а) у діапазон комірок В19 : С20 введіть значення відповідних коефіцієнтів при змінних a і b даної системи, для обчислення визначника Δ ; б) у комірку Е19 введіть формулу: =МОПРЕД (В19 : С20); в) для знаходження Δ_a і Δ_b виконайте копіювання комірок В19 : Е20 (наприклад, за допомогою виділення і натиснення комбінації клавіш Ctrl + С та Ctrl + V); г) підставте відповідно стовпець вільних членів у Δ замість першого стовпчика в діапазон комірок В22 : В23 і обчисліть визначник Δ_a , аналогічно, виконайте заміну другого стовпчика С25 : С26 й обчисліть визначник Δ_b ; д) за формулами Крамера знайдіть числові значення параметрів a і b : $a = \frac{\Delta_a}{\Delta}$,

$b = \frac{\Delta_b}{\Delta}$ (рис. Д.2, Б).

7. *Для контролю правильності виконання обчислень побудувати лінію тренда, знайти її рівняння і обчислити коефіцієнт достовірності апроксимації R^2 . Для

цього: 1) виділіть діаграму (рис. Д.2, А), натиснувши ліву кнопку миші; 2) виділіть графік емпіричної залежності, натиснувши на ляманій ліву кнопку миші; 3) для появи контекстного меню натисніть на графіку діаграми праву кнопку миші й оберіть пункт „Добавить линию тренда” натисніть кнопку „ОК”; 4) у вікні „Линия тренда” вкажіть тип: „Линейная”; 5) перейдіть до вкладки „Параметры” і встановіть прапорці біля параметрів „показать уравнение на диаграмме” і „поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации (R^2)”, натисніть кнопку „ОК” (рис. Д.2, А).

8. *Порівняти параметри моделі, одержані безпосереднім обчисленням за МНК із параметрами лінії тренда: вони мають співпадати, що свідчить про правильність обчислень.

9. Проаналізувати одержану модель. Висновки: 1) кількість зерен у колосі зростає із збільшенням довжини колоса, оскільки $a > 0$; 2) із приростом довжини колоса на 1 см кількість зерен зростає в середньому на 2 шт., про що свідчить числове значення параметра $a = 2,0595$; параметр $b = 3,75$, як вільний член, рівняння має тільки розрахункове значення і не інтерпретується; 3) коефіцієнт достовірності апроксимації дає кількісну оцінку якості емпіричної формули. Значення $R^2 = 0,9285$ вказує на те, що одержане рівняння прямої лінії регресії у на x лише на 93% пояснює варіацію кількості зерен у колосі варіацією довжини колосся ячменю, а 7% обумовлено впливом інших, неврахованих у моделі факторів.

Відповідь: емпіричне рівняння, що виражає залежність між змінними величинами y та x має вигляд: $y = 2,0595x + 3,75$.

Додатковий аналіз розв’язання першого завдання націлений на закріплення студентами пунктів алгоритму, усвідомленні прикладного змісту числових значень результатів.

Перед тим, як перейти до виконання другого завдання, доцільно додатково нагадати студентам, що в біології зустрічаються не лише лінійні, а й нелінійні зв’язки між варіюючими ознаками. Серед них досить поширеною є квадратична залежність, типовий представник якої – параболічна „лактаційна крива”. Таким чином, наступне завдання доцільно сформулювати на відшукання параметрів квадра-

тичної залежності, алгоритм розв'язання якого, із деякими уточненнями, зводиться повністю до етапів знаходження параметрів лінійних залежностей [169, 170].

6-й етап – контроль, самоконтроль або взаємоконтроль студентів у процесі виконання завдань. Практична реалізація цільових завдань етапу ПЗ здійснюється під час виконання пунктів 7* і 8* алгоритму відшукування параметрів моделі МНК. Діяльність студентів націлена на формування навичок самоконтролю.

Перевірку глибини опанування матеріалу лабораторно-практичного заняття і формування дослідницьких здатностей студентів, доцільно організувати за допомогою додаткового дослідження форми залежності між дослідними даними й теоретичними параметрами, наприклад, гіперболічної залежності.

Завдання (гіперболічна залежність). У досліді вивчалась залежність приросту довжини стебла конюшини червоної Y від вологості ґрунту X . Дослідні дані значень змінних x_i і y_i наведено у таблиці (табл. Д.3) [78, с. 69]. МНК побудувати емпіричну залежність Y від X . Знайти емпіричне рівняння залежності.

Таблиця Д.3

Таблиця даних залежності приросту довжини стебла конюшини червоної від вологості ґрунту

№ спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вологість ґрунту X , %	25	27	30	32	35	39	43	46	50	55	58	62
Приріст довжини стебла конюшини Y , мм	370	335	280	240	200	150	120	95	70	40	30	10

I. Підготовчий етап.

1. Запустити програму Microsoft Excel і назвати робочий аркуш „Гіперболічна залежність”. За дослідними даними створити на цьому аркуші електронну таблицю, згідно умови задачі (табл. Д.3) (рис. Д.3, А).

2. Побудувати точкову діаграму за дослідними даними (рис. Д.3, Б).

3. Числове значення коефіцієнта парної лінійної кореляції $r_{xy} \approx -0,97$ вказує на сильний від'ємний лінійний кореляційний зв'язок між Y і X , але візуальний аналіз точкової діаграми дає підстави зробити припущення, що більш точно зв'язок між Y і X можна описати гіперболічною, квадратичною, експоненційною або логарифмічною залежностями (рис. Д.3, Б).

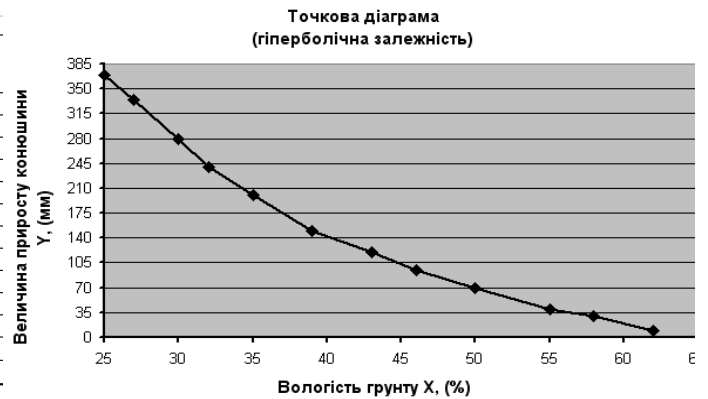
II. Попередній аналіз.

1. Зокрема, аналіз графіку вказує на те, що залежність між x_i й y_i може бути гіперболічною, оскільки графік нагадує вітку гіперболи (рис. Д.3, Б). Отже, в якості моделі обрати гіперболічну функцію: $y = a/x + b$.

Обрана модель нелінійна і допускає лінеаризацію. Звести її до лінійної моделі під-

становкою $x' = \frac{1}{x}$, тоді: $y = ax' + b$.

Відшукання параметрів гіперболічної залежності						
№ спостереження	x_i	y_i	$x'_i = 1/x_i$	$(x'_i)^2$	$x'_i \cdot y_i$	
1	25	370	0,04	0,0016	14,8	
2	27	335	0,03704	0,0014	12,407	
3	30	280	0,03333	0,0011	9,3333	
4	32	240	0,03125	0,001	7,5	
5	35	200	0,02857	0,0008	5,7143	
6	39	150	0,02564	0,0007	3,8462	
7	43	120	0,02326	0,0005	2,7907	
8	46	95	0,02174	0,0005	2,0652	
9	50	70	0,02	0,0004	1,4	
10	55	40	0,01818	0,0003	0,7273	
11	58	30	0,01724	0,0003	0,5172	
12	62	10	0,01613	0,0003	0,1613	
Сума	502	1940	0,31238	0,0088	61,263	
Коефіцієнт кореляції						-0,970



А)

Б)

Рис. Д.3. Аналіз дослідних даних гіперболічної залежності

III. Застосування МНК. Аналіз моделі, висновки.

6. Для знаходження параметрів a і b обраної моделі, скористатись системою нормальних рівнянь (Д.3). Отримати, згідно даних задачі, систему (Д.4):

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n (x'_i)^2 + b \sum_{i=1}^n x'_i = \sum_{i=1}^n x'_i \cdot y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x'_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \quad (\text{Д.3}) \quad \begin{cases} 0,0088 \cdot a + 0,3124 \cdot b = 61,263, \\ 0,3124 \cdot a + 12 \cdot b = 1940 \end{cases} \quad (\text{Д.4})$$

Числові значення параметрів a і b знайти за формулами Крамера, обчисливши визначники за допомогою функції: „=МОПРЕД (...)”. Маєте із (Д.4) одержати: $a = 15311,3$; $b = -236,91$.

7. Побудувати графік за точками $(x'_i; y_i)$. Для контролю обчислень додатково побудувати лінію тренда і знайти коефіцієнт апроксимації R^2 , вказавши у вікні „Линия тренда” тип: „Линейная” (рис. Д.4, А). Доцільно наголосити студентам на відповідності значень $a = 15311,3$ і $b = -236,91$ у рівнянні лінії тренда із раніше обчисленими значеннями параметрів моделі.



А)

	A	B	C	D	E	F
1	Відшування параметрів гіперболічної залежності					
30						
31	A =	0,0088	0,312		B =	61,263
32		0,3124	12			1940
33						
34	A* =	1422,8	-37		X =	15311
35		-37,04	1,047			-236,91
36						
37						

Б)

Рис. Д.4. Обчислення параметрів емпіричних нелінійних залежностей

Примітка: використання лінії тренда надає можливість перевірки твердження, що залежність між X і Y , у даному випадку, можна змоделювати також квадратичною, експоненційною або логарифмічною залежностями. Для цього доречно побудувати відповідні лінії тренда для $(x_i; y_i)$ і порівняти їх коефіцієнти достовірності апроксимації R^2 з коефіцієнтом R^2 для лінеаризованої гіперболічної моделі (табл. Д.4). Доцільно запропонувати студентам заповнити таблицю (табл. Д.4) самостійно.

Таблиця Д.4

Таблиця значень коефіцієнтів апроксимації для різних видів моделей

Модель	Гіперболічна	Квадратична	Логарифмічна	Експоненційна	Лінійна
R^2	0,9991	0,9967	0,984	0,9478	0,9405

Відповідь: ММ, що описує залежність приросту конюшини червоної від вологості ґрунту має вигляд: $y = \frac{15311,3}{x} - 236,91$.

Зауваження: важливим питанням у процесі побудови ММ є оцінка області її застосування. У даному випадку, область застосування моделі оцінюємо виходячи з наступних міркувань: зі змісту задачі випливає, що $x \geq 0$, але структура ММ допускає лише $x > 0$. Фактично, для побудови моделі розглядається інтервал значень x_i , починаючи з $x = 25$ і далі. Тому, значення $x = 25$ приймаємо за нижню границю інтервалу допустимих значень x . Верхню границю знайдемо з умови $y \geq 0$, яка означає, що приріст довжини стебла конюшини, у будь-якому випадку, має бути

невід'ємним. Із цієї умови одержимо: $\frac{15311,3}{x} - 236,91 \geq 0, x \leq 64,3$. Таким чином, можна стверджувати, що дана модель працює у діапазоні значень $x \in [25;64]$ ".

7-й етап – узагальнення і систематизація знань і способів виконання дій. За умови наявності робочих зошитів для лабораторно-практичних занять, студенти систематизують результати, заповнюючи передбачені таблиці, схеми, діаграми, дають відповіді на контролі питання, формулюють висновки.

На цьому етапі ПЗ доцільно нагадати студентам, що для розрахунку параметрів a і b , можливо скористатись матричним методом розв'язання систем лінійних рівнянь. Відповідні вказівки, щодо виконання обчислень параметрів можуть мати наступний вигляд:

1. Скласти матрицю A із коефіцієнтів при невідомих системи нормальних рівнянь у діапазоні комірок (B30 : C31).

2. Скласти матрицю-стовпець B вільних членів у діапазоні комірок (F30 : F31).

3. Знайти обернену матрицю A^{-1} за допомогою функції „= МОБР (B30 : C31)”, натиснувши комбінацію клавіш „Ctrl+Shift+Enter” для вставки числових значень елементів оберненої матриці у комірки вибраного діапазону (B33 : C34).

4. Знайти розв'язки системи за допомогою функції „= МУМНОЖ (B33 : C34; F30 : F31)”, натиснувши комбінацію клавіш „Ctrl+Shift+Enter” для вставки компонентів вектора розв'язку у комірки вибраного діапазону (F33 : F34) (Рис. Д.4, Б).

5. Порівняти числові значення коефіцієнтів a і b , знайдені матричним методом із тими, що були обчислені методом Крамера.

Важливу роль на цьому етапі ПЗ-2 відіграє використання наочності для студентів-візуалів у вигляді таблиць, ОК, зміст яких відображає основні теоретичні положення теми, логічні зв'язки між поняттями, етапами алгоритмів. Їх аналіз і обговорення в аудиторії є необхідними для студентів, які є представниками усіх пізнавальних типів.

Інформацію, представлену в таких дидактичних розробках доцільно оформляти і добирати таким чином, щоб вона відображала не лише зміст алгоритму, а й забезпечувала можливість самостійного його використання студентами для здійснення перевірки й самоконтролю результатів не під час заняття, а самостійно – для поглиблення ЗУН із вищої математики.

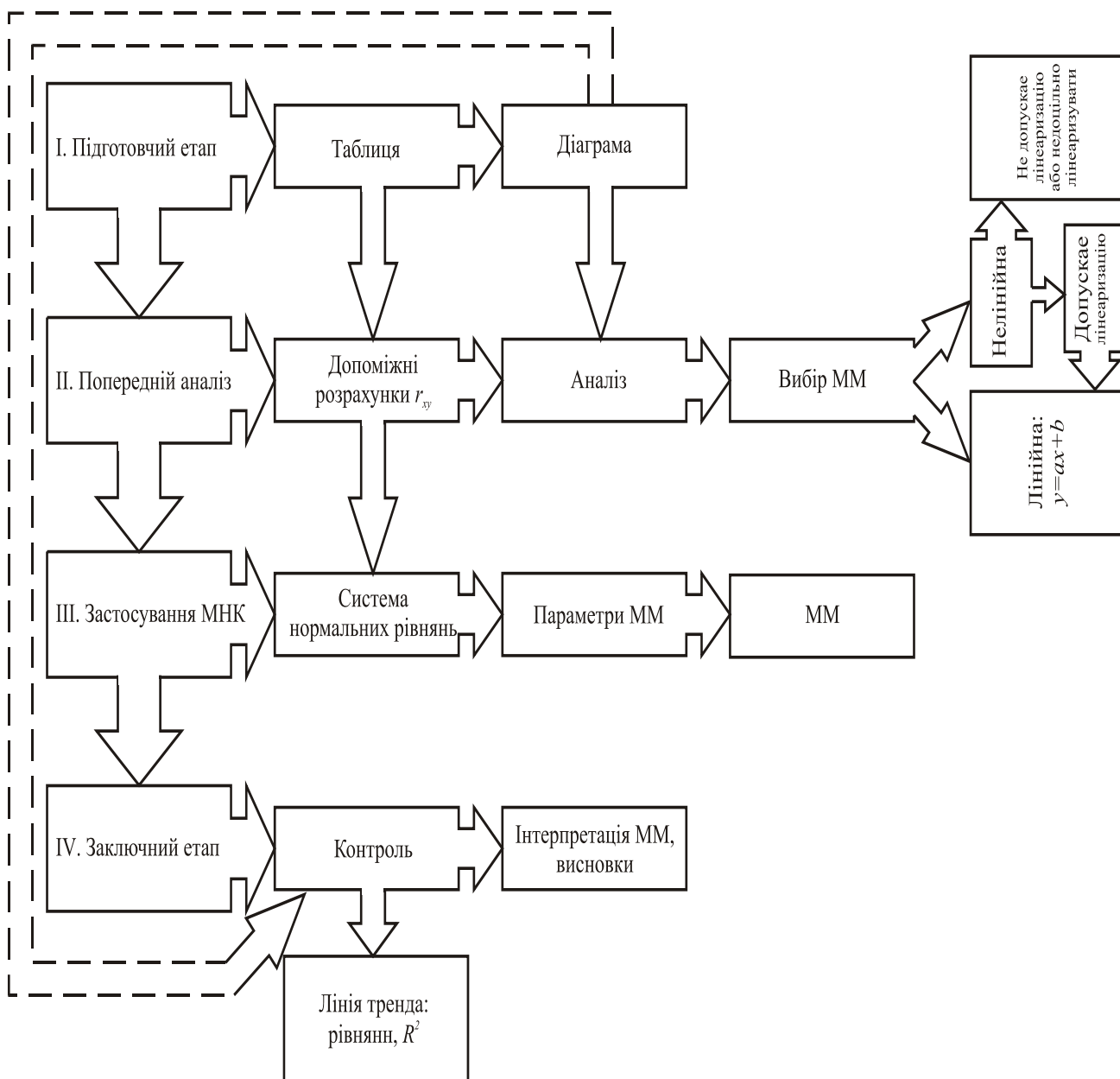


Рис.Д.5. Схема загального алгоритму відшукування параметрів математичної моделі методом найменших квадратів

Оскільки для цього етапу ПЗ-2 характерною є організація диференційованого навчання вищої математики на основі домінуючих критеріїв навченості й особливостей пізнавальних стилів студентів, то з метою закріплення знань і навичок,

сформованих на лабораторно-практичному занятті, доречним є оформлення загального алгоритму відшукування параметрів моделі МНК у вигляді опорного конспекту (рис. Д.5) для аналізу його складових, обговорення основних етапів розв'язування завдань.

Проведення узагальнення і систематизації знань, способів виконання дій, організоване у вигляді аналізу структурних компонентів ОК і зв'язків між ними, є ефективним для всіх студентів, незалежно від того, до якого типу пізнавальних стилів їх відносимо.

8-й етап – підсумки заняття, повідомлення домашнього завдання. Завдання для домашньої роботи диференціюються за рівнем складності.

Більш детально приклади різних видів емпіричних залежностей представлені в публікації [169, 170].

Додаток Е

(фрагмент конспекту комбінованого

ПЗ-3.1 – контролю ЗУН, формування навичок і вмінь)

Тема ПЗ: Функції. Графіки і властивості функцій. Особливості обчислення границь функцій.

Цілі ПЗ: 1) навчальна: визначити рівень сформованості вмінь студентів із метою, повторення й закріплення основних алгоритмів, правил зі ШКМ, сформулювати на їх основі нові поняття, співвідношення, систематизувати їх у процесі розв'язування прикладних задач, що відповідають змісту ПЗ; 2) розвиваюча: формувати загальні прийоми розумової діяльності (аналіз, конкретизація, аналогія і т.п.); 3) виховна: розвивати пізнавальні інтереси студентів.

Завдання ПЗ: закріпити поняття: множини, дій над множинами (об'єднання, переріз, різниця), числових множин, послідовностей, прогресії, границі числової послідовності; актуалізувати на прикладах поняття: функції, області визначення і множини значень функції, способів задання; видів функцій (обмежених, монотонних, парних і непарних, періодичних, елементарних функцій, обернених, складених), графіків і нулів функцій; сформулювати поняття: границі функції у точці й на нескінченності; нескінченно великої (малої) змінних величин; еквівалентних нескінченно малих функцій; односторонніх границь функції у точці; неперервних (розривних) функцій у точці і на проміжку, точок розриву, їх класифікації; стрибка функції у точці розриву; асимптот (вертикальної, горизонтальної, похилих); першої і другої важливих границь; невизначеностей при обчисленні границь, алгоритмів їх розкриття; параметрично і неявно заданих функцій; виробничих функції їх графіків, властивостей, передумов застосування; повторити алгоритм описання властивостей функції за її графіком і побудови графіка функції; навчити: обчислювати границю числової послідовності, границю функції у точці й на нескінченності; розкривати невизначеності; порівнювати нескінченно малі (великі) величини; обчислювати односторонні границі функції; знаходити рівняння вертикальної, горизонтальної, похилої асимптот; першу і другу важливі границі; закріпити: навички застосування умов неперервності і дослідження функцій на неперервності.

рвність; [сформувані уявлення про функції багатьох змінних, область визначення, множину значень, способи задання, графіки функцій двох змінних, лінії рівня, поверхні рівня, границі і неперервності функції багатьох змінних у точці і на нескінченності] [209].

Тип ПЗ: комбіноване ПЗ-3.1 – контролю ЗУН, формування навичок і вмінь.

Обладнання ПЗ: графопроєктор, методичні розробки ПЗ (тексти завдань), картки з індивідуальними завданнями вхідного контролю.

План ПЗ:

1. Перевірка залишкових знань із ШКМ.
2. Повідомлення теми, мети і задач заняття.
3. Актуалізація опорних знань і практичного досвіду студентів.
4. Мотивація навчальної діяльності студентів.
5. Первинне формування практичних навичок і вмінь.
6. Первинне застосування набутих знань.
7. Застосування студентами знань і дій у стандартних і нових умовах.
8. Підведення підсумків ПЗ.
9. Повідомлення домашнього завдання.

Хід ПЗ:

1-й – перевірка залишкових знань із ШКМ. Контроль цього етапу ПЗ націлений на діагностику сформованих ЗУН, подальшу корекцію ЗУН, управління процесом математичної підготовки студентів. Досягнення цілей проведення вхідного контролю (ВК) можливе за рахунок включення різнорівневих завдань (тестів) і завдань діагностичного типу. Включення першого типу завдань націлене на виявлення наявних знань і вмінь студентів, необхідних для подальшого вивчення дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”. Щодо завдань другого типу, то їх включення передбачає визначення елементів знань, якими студенти не володіють, але без яких математична підготовка фахівця-аграрія не є повноцінною.

ВК організовується із врахуванням стандартів підготовки учнів загальноосвітніх навчальних закладів [63, 131], які є показником навченості й необхід-

ними складовими навчальних досягнень студентів обов'язкового рівня математичної підготовки у ВНЗ (табл. Е.1).

Таблиця Е.1

Фрагмент навчальних елементів ВК зі ШКМ що є обов'язковими під час вивчення навчальної дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)”

Уміння, формування яких передбачено державними стандартами загальноосвітньої підготовки учнів [131]	Застосування умінь, передбачених державними стандартами загальноосвітньої підготовки учнів під час вивчення дисципліни ВМ [209]
1	2
<p>Виконання тотожних перетворень многочленів, раціональних дробів, ірраціональних виразів і виразів, що містять степеневі, показникові і тригонометричні функції.</p> <p>Розпізнання класів рівнянь, нерівностей, їх систем, методів розв'язування.</p> <p>Розв'язування рівнянь, нерівностей, їх систем, що містять степеневі, показникові, логарифмічні й тригонометричні функції.</p> <p>Застосування загальних методів (розклад на множники, заміна змінної, функціональні методи) до розв'язування рівнянь, нерівностей, їх систем.</p> <p>Розв'язування задач, умови яких зводяться до рівнянь.</p> <p>Обчислення, оцінка і порівняння значень виразів, які містять степені з раціональними показниками, корені</p>	<p>Перетворення алгебраїчних і трансцендентних виразів у процесі знаходження границь числових послідовностей і функцій, диференціювання й інтегрування функцій, розв'язування диференціальних рівнянь.</p> <p>Спрощення виразів під час знаходження екстремумів, проміжків монотонності, найбільшого й найменшого значень функцій; обчислення площ і об'ємів за допомогою визначеного інтеграла.</p> <p>Застосування похідної, визначеного інтеграла й диференціальних рівнянь у процесі розв'язування задач на складання ММ, що описують виробничі процеси, явища у сільському господарстві.</p> <p>Перетворення виразів під час обчислення ймовірностей подій, характеристик випадкових величин.</p> <p>Розв'язування систем лінійних рівнянь</p>
<p>Виконання операцій над множинами</p>	<p>Запис розв'язків систем або сукупностей нерівностей під час дослідження функцій на екстремум, монотонність; перегин графіків функцій, обчислення площ і об'ємів.</p> <p>Здійснення операцій над подіями</p>
<p>Використання різних способів задання функцій. Знаходження області визначення функцій, значень функцій при заданих значеннях аргументу і значень аргументу, за яких функція набуває заданого значення</p>	<p>Знаходження області визначення функцій багатьох змінних. Побудова графіків функцій. Дослідження функцій: на неперервність, на наявність асимптот, на екстремум, відшукування проміжків монотонності функцій і точок перегину графіків функцій</p>
<p>Зображення графіків елементарних функцій, дослідження їх властивостей за графіком.</p> <p>Розв'язування найпростіших тригонометричних, показникових і логарифмічних рівнянь і нерівностей, їх систем.</p> <p>Моделювання найпростіших процесів за допомогою тригонометричних, степеневих, показникових і логарифмічних функцій</p>	<p>Обчислення площ і об'ємів фігур.</p> <p>Дослідження властивостей випадкових величин за їх графіками.</p> <p>Визначення форм залежностей між дослідними даними для відшукування параметрів емпіричних залежностей МНК</p>

Продовження таблиці Е.1

1	2
<p>Тлумачення поняття похідної до опису реальних процесів, зокрема механічного руху.</p> <p>Знаходження кутових коефіцієнтів і кутів нахилу дотичної до графіка функції у даній точці; швидкості зміни величини у точці.</p> <p>Наближене обчислення значень і приростів функцій у даній точці.</p> <p>Диференціювання функцій за таблицею похідних і правилами диференціювання.</p> <p>Застосування похідної до знаходження проміжків монотонності і екстремумів функції.</p> <p>Знаходження найбільшого і найменшого значень функції</p>	<p>Диференціювання як елементарних, так і складніших і складених, обернених, тригонометричних функцій; логарифмічне диференціювання.</p> <p>Застосування похідної під час складання ММ, що описують виробничі процеси і явища.</p> <p>Знаходження частинних похідних функції двох змінних до другого порядку включно.</p> <p>Обчислення диференціалу функції, застосування його до наближених обчислень.</p> <p>Проведення повного дослідження функції і побудова її графіка.</p> <p>Складання рівняння із застосуванням похідною під час розв'язування прикладних задач на знаходження найбільшого і найменшого значень</p>
<p>Розв'язування нескладних прикладних задач на знаходження найбільших і найменших значень реальних величин.</p> <p>Диференціювання показникових, логарифмічних, степеневих функцій і застосування їх похідних до дослідження цих класів функцій</p>	<p>Дослідження функцій: на неперервність, на наявність асимптот, на екстремум, відшукування проміжків монотонності функцій і точок перегину графіків функцій.</p> <p>Інтегрування деяких невизначених і визначених інтегралів частинами, підстановкою.</p> <p>Розв'язування задач прикладного змісту за фаховим спрямуванням із допомогою визначеного інтеграла, диференціальних рівнянь</p>
<p>Знаходження первісних, за таблицею, за правилами, найпростішими перетвореннями.</p>	<p>Знаходження площ плоских фігур.</p>
<p>Виділення первісних, що задовольняють задані початкові умови.</p> <p>Відновлення законів руху за заданою швидкістю, швидкість за прискоренням.</p> <p>Обчислення інтегралів за допомогою основних властивостей і формули Ньютона-Лейбніца.</p> <p>Знаходження площі криволінійних трапецій.</p>	<p>Обчислення об'ємів тіл і площ їх поверхонь за допомогою визначеного інтегралу.</p> <p>Розв'язування задач прикладного змісту за фаховим спрямуванням із допомогою визначеного інтеграла, диференціальних рівнянь.</p> <p>Обчислення числових характеристик дискретних і неперервних випадкових величин.</p>
<p>Розпізнання геометричних тіл, їх елементів.</p> <p>Побудова зображення основних видів геометричних тіл, елементів, перерізів.</p> <p>Обчислення основних елементів найпростіших геометричних тіл.</p> <p>Обчислення з необхідною точністю об'ємів і площ поверхонь геометричних тіл, використовуючи: основні формули; методом розбиття тіл на найпростіші; вимірювання параметрів реальних тіл і їх фізичних моделей.</p>	<p>Знаходження площ плоских фігур.</p> <p>Обчислення об'ємів тіл і площ їх поверхонь за допомогою невизначеного інтеграла.</p> <p>Розв'язування прикладних задач на знаходження найбільшого і найменшого значень на основі властивостей геометричних тіл, складання рівнянь із похідною.</p>

1	2
<p>Оцінка ймовірностей подій за їх відносною частотою і навпаки.</p> <p>Обчислення ймовірності подій, користуючись означенням і найпростішими властивостями.</p>	<p>Знаходження ймовірності здійснення принаймні однієї з n незалежних подій (ні одної, не більше n або не менше n подій).</p> <p>Використання ймовірнісних моделей у найпростіших випадках для оцінювання ризику, шансів, для прийняття рішень у ситуаціях, що залежать від випадку.</p>
<p>Складання законів розподілу випадкової величини у найпростіших випадках.</p> <p>Обчислення математичного сподівання випадкової величини за законом її розподілу.</p>	<p>Складання ряду розподілу дискретної випадкової величини, побудова многокутника розподілу.</p> <p>Обчислення числових характеристик дискретних і неперервних випадкових величин.</p> <p>Знаходження ймовірності попадання нормально розподіленої випадкової величини в заданий інтервал, ймовірність її відхилення від математичного сподівання.</p> <p>Розв'язування задач на нормальний розподіл.</p>
<p>Усвідомлення змісту середніх показників, оцінка числових характеристик випадкової величини за її вибірковими характеристиками і навпаки.</p> <p>Встановлення закономірностей за статистичними даними.</p>	<p>Застосування алгоритму формування вибіркової сукупності у прикладних задачах.</p> <p>Визначення й оцінка числових характеристик варіаційних рядів, їх інтерпретація у виробничих ситуаціях.</p> <p>Побудова надійних інтервалів для генерального середнього, дисперсії, середнього квадратичного відхилення.</p>

Представимо приклад одного із можливих варіантів завдань для визначення рівня залишкових знань зі ШКМ у першокурсників агрономічного факультету є (табл. Е.2).

Таблиця Е.2

Завдання вхідного контролю з дисципліни „Вища математика (за фаховим спрямуванням)” для студентів агрономічного факультету

Завдання рівень С	
1	2
<p>1. (1 б.) Обчислити значення виразу:</p> $\left(2\frac{1}{4} - \frac{2}{3}\right) \cdot \frac{6}{19}$ <p>А) $\frac{1}{2}$; Б) $8\frac{3}{19}$; В) $\frac{35}{38}$; Г) інша відповідь</p>	<p>2. (2 б.) Обчислити значення виразу якщо $x = 1$:</p> $\frac{3x^2 - 2x}{2x^2 - 5x}$ <p>А) 3; Б) $-\frac{1}{3}$; В) -3; Г) інша відповідь</p>
<p>3. (2 б.) Знайти $f(1)$, якщо: $f(x) = \frac{3x^2 + 2x - 5}{x - 1}$</p> <p>А) 0; Б) 8; В) -10; Г) інша відповідь</p>	<p>4. (2 б.) Розв'язати рівняння: $\frac{x^2 - 6x}{x - 1} = \frac{5}{1 - x}$</p> <p>А) 1; Б) 1; 5; В) 5; Г) інша відповідь</p>

1	2
5. (2 б.) У результаті експерименту отримали дані урожайності зелених бобів гороху: 53; 44; 56; 62; 69; 74; 91; 88; 94; 79. Скласти варіаційний ряд розподілу врожайності бобів гороху, визначити середню врожайність	6. (2 б.) Розв'язати систему рівнянь: $\begin{cases} x + y = 6, \\ 3x - 5y = 2 \end{cases}$ А) (4; 2); Б) (2; 4); В) (3; 3); Г) інша відповідь
Завдання рівень Б	
7. (3 б.) Розкласти многочлен на множники: $a^2b^2 - b^4$	8. (3 б.) Перерахувати елементи множини: $A = \{z \mid z \in N, 2z < 7\}$
9. (3 б.) Спростити вираз: $\left(x^{\frac{2}{3}}\right)^{0,5} \cdot x^{-\frac{2}{5}}$ А) $x^{\frac{23}{30}}$; Б) $x^{\frac{2}{15}}$; В) $x^{\frac{1}{15}}$; Г) інша відповідь	10. (3 б.) У корзині 18 куль, серед яких 4 білі, 9 чорних, а всі інші – різнокольорові. Навмання одну за одною витягують дві кулі. Знайти ймовірність того, що другою взяли чорну кулю за умови, що перша була біла
11. (4 б.) Спростити: $\frac{2\cos^2\alpha - 1}{\sin\alpha + \cos\alpha}$	12. (4 б.) Розв'язати рівняння: $\log_3(x^2 - x + 1) = 0$
13. (4 б.) Під час помолу пшениці вихід борошна становить 80%. Скільки пшениці треба змолоти, щоб отримати 660 кг борошна? А) 950 кг; Б) 825 кг; В) 990 кг; Г) інша відповідь	14. (3 б.) Знайти похідну функції: $y = \sqrt{x} + x^2$ А) $y' = \frac{1}{2\sqrt{x}} + 2x$; Б) $y' = 2\sqrt{x} + x^{\frac{3}{2}}$; В) $y' = \frac{1}{2}x + \frac{x^3}{3}$; Г) інша відповідь
15. (3 б.) Знайти область визначення функції: $y = 2x^2 - x$. Побудувати графік функції	16. (3 б.) Дослідити на неперервність функцію: $f(x) = 49x + 8$. Побудувати її графік
17. (5 б.) Обчислити інтеграл: $\int_0^1 \left(8x - 3\sin x + \frac{x^8}{2}\right) dx$ А) $\frac{19}{18}$; Б) $\frac{19}{18} - 3\cos 1$; В) $\frac{19}{18} + 3\cos 1$; Г) інша відповідь	18. (5 б.) Скласти рівняння дотичної, проведеної до графіка функції: $y = 2 - \frac{x}{2} - x^2$ у точці з абсцисою $x_0 = 2$ А) $x - 3y + 6 = 0$; Б) $9x + 2y - 12 = 0$; В) $2x + 5y - 10 = 0$; Г) інша відповідь
Завдання рівень А	
19. (6 б.) Якими мають бути розміри прямокутної ділянки, щоб площа її була найбільшою, якщо на її огорожу заготовлено 72 м паркану?	20. (5 б.) Довести, що функція $F(x) = \sqrt{2} - 4\cos 3x$ є первісною для функції $f(x) = 12\sin 3x$ на інтервалі $(-\infty; +\infty)$

Для ВК доцільно розробити не менше двох варіантів завдань різного рівня складності, з метою забезпечення самостійності їх виконання студентами. За рівнем складності й типами, доцільно добирати рівнозначні завдання із наступним співвідношенням для кожного варіанту: 30% від загальної кількості завдань становить I рівень – „С”, їх розв’язування вимагає сформованості у студентів елементарних обчислювальних навичок, знань основних формул і співвідношень, умінь використовувати їх під час розв’язування найпростіших задач; 60% становлять завдання II рівня – „В”, включення яких передбачає перевірку вмінь розв’язувати задачі базового рівня; 10% – завдання III рівня складності – „А”, їх розв’язування передбачає наявність у студентів нестандартності мислення, вмінь komponувати кілька прийомів, методів розв’язування задач.

Оцінку, перевірку й облік рівня навченості студентів зі ШКМ виконуємо за критеріями, розробленими у дослідженні [100] (табл. Е.3).

Таблиця Е.3

Критерії оцінювання діагностичної контрольної роботи із ШКМ

Рівень складності завдань	Бали	Рівень сформованості умінь та навичок
А	55-65	високий
В	41-55	достатній
С	26-40	середній
Д	11-25	обов’язковий
Е	6-10	початковий
Ф	0-5	низький

ВК зручно проводити у формі комп’ютерного тестування або короткочасної письмової роботи. Ми віддаємо перевагу останній, оскільки її результати є важливими не лише для констатування вихідного рівня знань і навичок студентів із ШКМ, а й необхідною інформацією для організації подальших коригуючих заходів, спрямованих на „вирівнювання й поглиблення” рівня математичної підготовки аграріїв, організації СНПДС.

Зауваження: результати ВК суттєво не зміняться, якщо викладач після першої лекції попередить студентів про проведення такої форми робіт на початку

першого ПЗ. Доречним є оголошення переліку типів завдань і основних елементів знань ШКМ, на яких слід зосередити студентам увагу під час підготовки до заняття. Для включення студентів у навчальний процес на самому початку вивчення дисципліни, ефективним є виконання ними перед першим ПЗ випереджального домашнього завдання, що містить матеріали із теми „Функції. Графіки і властивості функцій”. Виконання домашньої роботи націлене на повторення основних понять, формул, алгоритмів. До того ж, під час виконання завдань ВК на ПЗ викладач має змогу перевірити наявність розв’язань і частково їх правильність. Практика показує, що студенти із достатнім рівнем математичних знань сумлінно виконують і домашні завдання, і готуються до такої контрольної роботи. Що ж до студентів із низьким рівнем навченості, то для них слід на ПЗ передбачити дидактичні матеріали, що містять формули й алгоритми зі ШКМ, з метою визначення рівня сформованості у них умінь розв’язувати задачі за зразком і за допомогою вказівок.

Наступні етапи ПЗ-3.1 організуються подібним чином, як це було описано для ПЗ-1 із урахуванням специфіки змісту заняття.

Додаток Ж

(фрагмент конспекту ПЗ-3.2 –

узагальнення і систематизації знань та контролю, корекції ЗУН)

Тема ПЗ: Диференціальне та інтегральне числення функції.

Мета: 1) навчальна: засвоєння й узагальнення студентами окремих понять і співвідношень модуля для формування у них системи знань, відпрацювання алгоритмів практичної реалізації теоретичних положень; закріплення й контролю набутого комплексу знань, умінь і навичок (ЗУН), їх застосування в процесі розв'язання виробничих задач; 2) розвиваюча: формувати загальні прийоми розумової діяльності (аналіз, конкретизація, аналогія і т.п.); 3) виховна: розвивати пізнавальні інтереси студентів.

Завдання ПЗ: закріпити найбільш істотні елементи навчального матеріалу модуля (критична точка, локальний екстремум, максимум і мінімум функції, їх необхідні та достатні умови існування; найбільше та найменше значення функції; критичні точки 2-го роду; опуклість функції, точки перегину, їх необхідні та достатні умови існування; застосування формули Ньютона-Лейбніца, методів інтегрування (безпосереднє, частинами, заміною змінної у визначеному інтегралі), для узагальнення і систематизації теоретичних знань, практичних вмінь студентів; виявити ступінь опанування системою знань і комплексом засвоєних навичок і вмінь, готовність студентів до успішного застосування їх під час розв'язування задач прикладного змісту.

Тип ПЗ: комбіноване – узагальнення і систематизації знань та контролю, корекції ЗУН.

Обладнання ПЗ: графопроектор, методичні розробки ПЗ (тексти завдань), КТ, інструкції до виконання завдань із застосуванням КТ.

План ПЗ:

1. Мотивація навчальної діяльності студентів.
2. Повідомлення теми, мети і задач заняття.
3. Повторення та узагальнення окремих понять, засвоєння відповідної їм системи знань.

4. Повторення і систематизація основних теоретичних положень, алгоритмів.

5. Контроль знань та вмінь, рівня їх засвоєння.

6. Підведення підсумків заняття.

7. Повідомлення домашнього завдання.

Хід ПЗ:

Початкові етапи ПЗ організуються подібним чином, як це представлено у додатку Д. Зупинимось на 3-ому, 4-ому та 5-ому етапах ПЗ-3.2, розглянемо один із способів його організації, оскільки саме зазначені етапи є характерними для цього типу комбінованих ПЗ.

3-й етап – повторення та узагальнення окремих понять і засвоєння відповідної їм системи знань. Практична реалізація цілей організації цього етапу комбінованого ПЗ з вищої математитки досягається в процесі розв’язування комплексних практичних задач. Саме процес організації умов і пошук алгоритмів розв’язування націлено на актуалізацію теоретичних положень, повторення основних понять та співвідношень якими студенти володіють в результаті засвоєння основних елементів знань диференціального та інтегрального числення функцій, їх прикладного змісту. Розглянемо умови доцільних комплексних задач, деталізуємо етапи їх розв’язування.

Завдання 2.3.11. Швидкість росту популяції $g(t)$ – приріст кількості представників за одиницю часу, задано функцією $g(t) = 0,001 \cdot t \cdot (100 - t)$ [78, с. 139]. Знайти: 1) розмір популяції, що відповідає максимальній швидкості $g(t)$ її росту; 2) граничні розміри популяції; 3) функцію, що описує чисельність популяції в будь-який момент часу; 4) приріст чисельності представників популяції від початку спостереження й до моменту, коли вона досягає максимальної швидкості росту; 5) з’ясувати як зміниться приріст чисельності популяції при зміні моментів спостереження: а) $t_{11} = 30$ і $t_{12} = 40$; б) $t_{21} = 80$ і $t_{22} = 90$; в) $t_{31} = 120$ і $t_{32} = 130$; 6) підтвердити висновки та результати обчислень графічно.

Вказівки до розв'язування завдань доцільно представити у вигляді плану:

1) знайти екстремум функції $\mathcal{A}(t)$; 2) знайти $\lim_{t \rightarrow \infty} \mathcal{A}(t)$; 3) знайти первісну

$N(t) = \int \mathcal{A}(t) dt$; 4) обчислити визначений інтеграл: $N(t) = \int_0^{50} \mathcal{A}(t) dt$; 5) обчислити ви-

значені інтеграл: $N_1(t) = \int_{30}^{40} \mathcal{A}(t) dt$; $N_2(t) = \int_{80}^{90} \mathcal{A}(t) dt$; $N_3(t) = \int_{120}^{130} \mathcal{A}(t) dt$, порівняти їх чис-

лові значення, пояснити результати; б) переконатись у правильності розрахунків за допомогою побудов, зокрема програми Advanced Grapher. Алгоритм реалізації останнього пункту плану доречно представити схематично наступним чином:

1) збережіть у свою робочу папку файл під назвою популяція.agr; 2) виконайте побудову графіка функції $\mathcal{A}(t)$ у такій послідовності: у рядку меню виберіть пункт „Графіки”, за допомогою курсорних клавіш або „миші” перейдіть на підпункт „Добавить график...”.

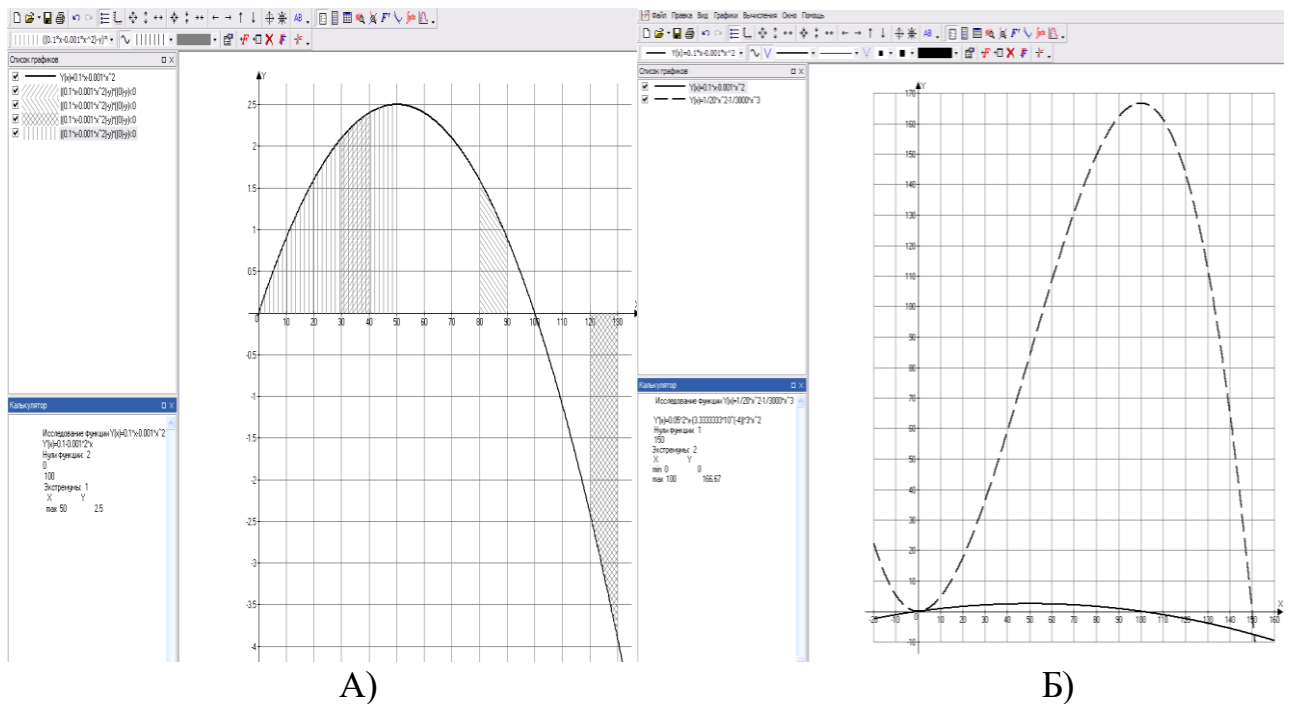


Рис. Ж.1. Графічна ілюстрація здійснення самоконтролю результатів розв'язування завдання 1

Примітка: у вікні „Добавить график...” перевірте чи правильно обрано у першому рядку вигляд залежності ($Y(x)$, $X(y)$, ..., Таблица); у другому рядку

введіть аналітичний вираз, що задає функцію в такому вигляді, як це прийнято у MS Excel.

У вікні „Добавить график...”, за бажанням, можна змінити товщину лінії графіка функції, стиль лінії (неперервна, пунктир) та колір. Якщо всі вказані параметри побудови влаштовують, то слід підтвердити вибір, натиснувши кнопку ОК. За необхідності, можна змінити масштаб побудови, додати горизонтальні або вертикальні лінії сітки в системі координат кнопкою „Свойства документа”, розміщеною на панелі інструментів.

Для перевірки правильності виконання завдань скористайтесь пунктом меню „Вычисления”, обравши відповідні дії, що є найбільш доречними для розв’язання цієї задачі: „Калькулятор”, „Вычисление функций...”, „Таблица значений...”, „Исследование функции...”, „Производная...”, „Интегрирование...” (рис. Ж.1).

Розв’язування комплексного завдання такого типу націлене на узагальнення і систематизацію ЗУН студентів, про дві взаємообернені операції: диференціювання та інтегрування, демонстрацію їх прикладного змісту. Використання КТ має на меті організацію контролю, оптимізацію процесу розв’язування, унаочнення процесу створення графічних моделей практичних задач за фахом.

Наступне завдання націлене не лише на узагальнення ЗУН студентів про визначений інтеграл, його застосування, а й на закріплення поняття прикладного змісту теоретичних положень, понять, алгоритмів.

Завдання 2.3.12. Для одного га землі необхідно 60 т перегною і 120 кг мінеральних добрив. Скільки добрив слід внести на ділянку, якщо вона обмежена лініями $7x - 2y = 3$, $5x + y = 7$, $y = 0$ (x , y вимірюються у км)? Виконайте самостійно перевірку результатів обчислень [78, с. 235].

Доцільним є представлення інструкції до розв’язання завдання 2 у наступному вигляді: 1) побудуйте область, площу якої необхідно знайти; 2) обчисліть площу фігури (двома способами); 3) дайте відповіді на запитання задачі; 3) виконайте перевірку результатів розв’язання за допомогою програми Advanced Grapher; 4) порівняйте результати обчислень, зробіть висновки.

Зауваження: саме виконання обчислень площі фігури двома способами і є показником усвідомлення студентами суті алгоритму, основних понять і співвідношень елементів змісту навчання, що стосуються застосування визначеного інтеграла. Як свідчить практика, студенти спочатку знаходять площу області, виконуючи обчислення по змінній x , хоча цей спосіб є менш раціональним в даному випадку. У завданні 2 складність полягає у розбитті області інтегрування на дві частини (рис. Ж.2), де: $S = S_1 + S_2$, або $S_1 = \int_{0,43}^1 \left(\frac{7}{2}x - \frac{3}{2} \right) dx$, $S_2 = \int_1^{1,4} (7 - 5x) dx$.

Під час переходу до змінної інтегрування y , у студентів часто виникають ускладнення, пов'язані із визначенням верхньої і нижньої меж інтегрування; від-

шукання рівнянь ліній виду $x = \varphi(y)$:
$$S = \int_0^2 \left(\left(-\frac{1}{5}y + \frac{7}{5} \right) - \left(\frac{2}{7}y + \frac{3}{7} \right) \right) dy.$$

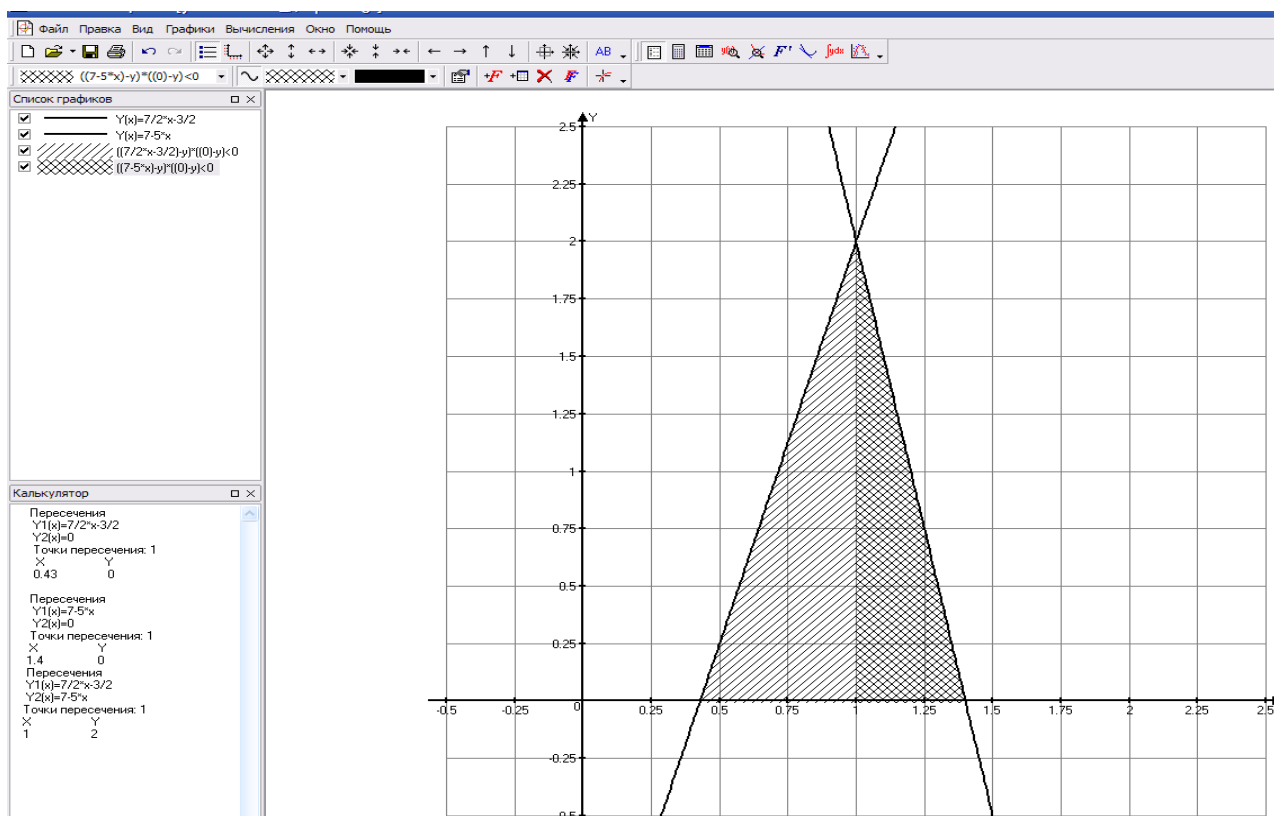


Рис. Ж.2. Графічна ілюстрація здійснення самоконтролю результатів розв'язування завдання 2

Питання застосування інтегрального числення у задачах прикладного змісту включає всі основні поняття, що стосуються функцій, їх властивостей, побудови графіків та обчислення визначеного інтеграла.

Проаналізуємо наступну задачу прикладного змісту, розв'язування якої передбачає обчислення об'єму тіла обертання.

Завдання 2.3.13 Висота купи зерна, що має конічну форму й дорівнює 2,5 м, а довжина кола основи рівна 20 м. Маса 1 м^3 зерна дорівнює 750 кг. Яка маса зерна у купі конічної форми [78, с. 236]?

План розв'язування завдання 3 доцільно оформити наступним чином: 1) знайти радіус основи зі співвідношення: $C = 2\pi R$; 2) побудувати графічну ілюстрацію – ММ купи зерна конічної форми, вважаючи, для зручності, що вершина конуса розміщена в початку координат (рис. Ж.3, А, Б); 3) записати аналітичний вираз прямої з кутовим коефіцієнтом, що проходить через початок координат і

відповідно точки $B(x_1; y_1)$ та $B'(x_2; y_2)$, вважаючи, що $k = tg \frac{AB}{OA}$; 4) обчислити ви-

значені інтеграли за формулами: $V = \pi \int_a^b (f(x))^2 dx$; $V' = \pi \int_c^d (\varphi(y))^2 dy$; 5) переко-

натись у правильності розрахунків за допомогою побудови та відповідних обчислень за допомогою програми Gran 1, для цього: 5.1) запустіть програму Gran 1; 5.2) збережіть у робочу папку файл під назвою зерно.agr; 5.3) виконайте побудову графіків функцій наступним чином:

а) у вікні „Список об'єктів” виберіть за допомогою курсорних клавіш або „миші” підпункт „Явна: $Y = Y(X)$ ”; б) у рядку меню виберіть пункт „Об'єкт”, за допомогою курсорних клавіш або „миші” перейдіть на підпункт „Створити”; в) у вікні „Введення виразу залежності” запишіть аналітичний вираз функції, графік якої необхідно побудувати, в такому вигляді, як це прийнято у MS Excel, вкажіть межі в яких слід виконати побудову „A=”, „B=”; г) у рядку меню виберіть пункт „Графік”, за допомогою курсорних клавіш або „миші” перейдіть на підпункт „Побудувати” (рис. Ж.3, А, Б) (примітка: у вікні „Введення виразу залежності” за бажанням змініть колір побудови графіка функції); д) для зручності поставте великі літери латинського алфавіту у контрольних точках побудови за допомогою пункту меню „Графік” та підпункту „Мітки...”. У вікні „Мітки графіка” введіть координату контрольної точки та її назву, завершуючи натисненням клавіші „Enter”, у

разі необхідності введення кількох точок та натисканням кнопки „ОК” для перегляду результату.

Обчисліть об’єм купи зерна, обравши кнопку меню „Операції” та вказавши підпункт „Інтеграл”, \Rightarrow „Об’єм та площа поверхні тіла обертання, вісь $Ox \dots$ ” – друга позиція із списку.

Задайте у вікні „Введення відрізка інтегрування” межі інтегрування „ A ” – нижня межа, „ B ” – верхня.

Звірте власні результати обчислень із тими, що у вікні „Відповіді”. Обчисліть об’єм купи, провівши інтегрування по змінній y і порівняйте відповіді.

Зауваження: під час обчислення об’єму купи зерна іншим способом, інтегруючи по змінній x , виконайте побудову функції за допомогою вибору у вікні „Список об’єктів” підпункту „Ламана” та перейдіть на кнопку меню „Об’єкт”, обравши підпункт „Створити”. Задайте кілька координат точок, що належать графіку прямої, вкажіть межі побудови, у разі необхідності оберіть колір графіка.

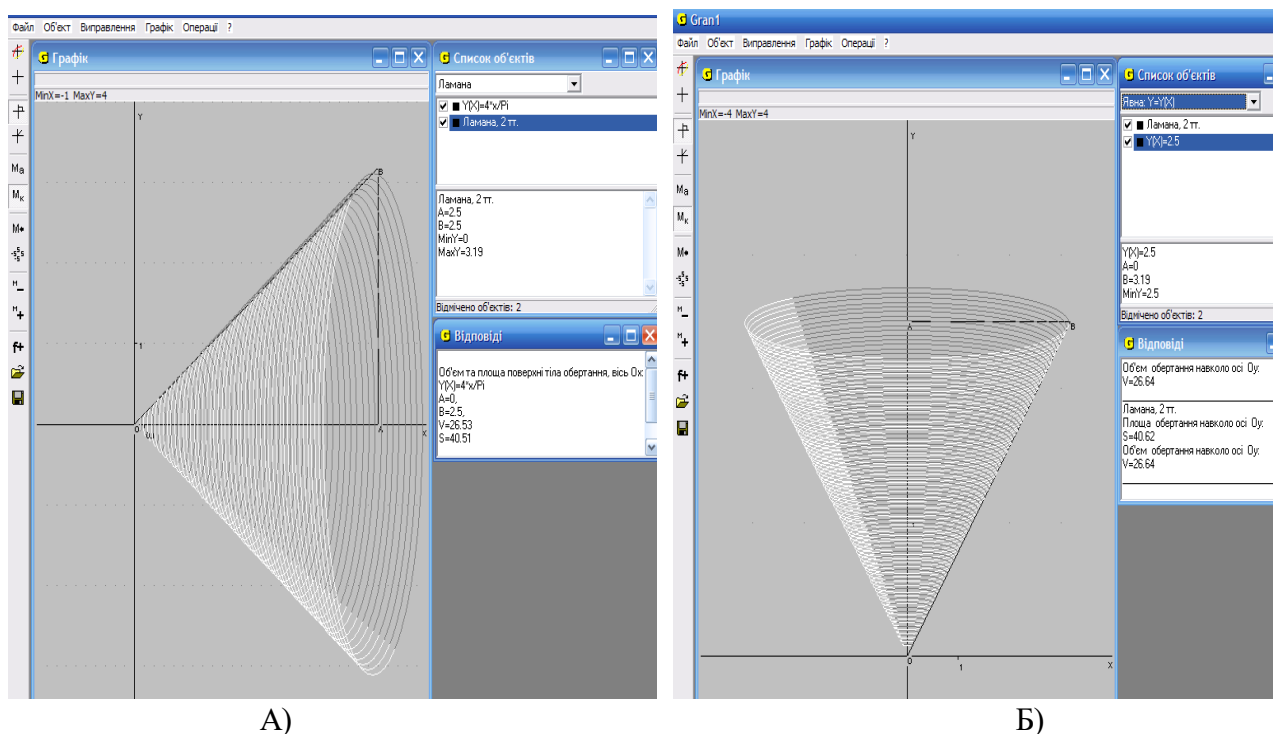


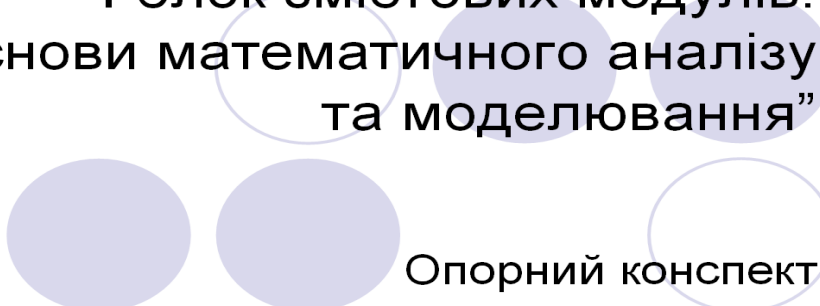
Рис. Ж.3. Графічна ілюстрація самоконтролю розв’язання задачі 3

Примітка: викладачеві доцільно звернути увагу на хід розв’язання задачі студентами, які побудували геометричну ілюстрацію купи зерна конічної форми, розмістивши вершину конуса на осі Oy , у точці $A(0; 2,5)$.

Викладач має націлити свою діяльність на формування у студентів самостійності під час розкриття ними відповідних причинно-наслідкових зв'язків між математичними поняттями, співвідношеннями, алгоритмами. На етапі узагальнення знань студентами на прикінці вивчення теми або розділу, важлива роль відводиться висновкам, які вони формулюють під час заняття: в процесі розв'язування задачі або під час обговорення результатів, відповідей. Узагальнена бесіда розкриває можливості застосування ЗУН студентів на практиці, розв'язування задач, пов'язаних із подальшою професійною діяльністю.

4-й етап – повторення і систематизація основних теоретичних положень, алгоритмів. Діяльність викладача націлена на формування в студентів навичок виділяти в навчальному матеріалі модуля найбільш загальні і суттєві поняття, співвідношення, закономірності, що є основою систематизації теоретичних знань у процесі розв'язування практичних завдань прикладного змісту. Досягнення цільових завдань цього етапу забезпечується впровадженням в навчальний процес відповідних засобів, прийомів та методів організації діяльності студентів під час ПЗ.

**І блок змістових модулів:
“Основи математичного аналізу
та моделювання”**



Опорний конспект

Рис. Ж.4. Перший слайд презентації матеріалу блоку ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання”

Одним із засобів систематизації теоретичних знань та практичних навичок є схематичне представлення матеріалу у вигляді ОК. Залежно від дидактичної мети схематичне зображення співвідношень між поняттями і навчальними елементами матеріалу теми, розділу, (модуля) має різне призначення. Для початкового етапу вивчення розділу (модуля) програми, використання схем націлене на виділення в навчальному матеріалі вузлових понять для формування і засвоєння чітких уяв-

лень про їх сутність. Це, певною мірою, допомагає студентам абстрагуватись від несуттєвих ознак і зв'язків у навчальній інформації, що є свого роду узагальненням, але локального характеру і стосується окремих об'єктів, понять, співвідношень конкретної теми.

Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій

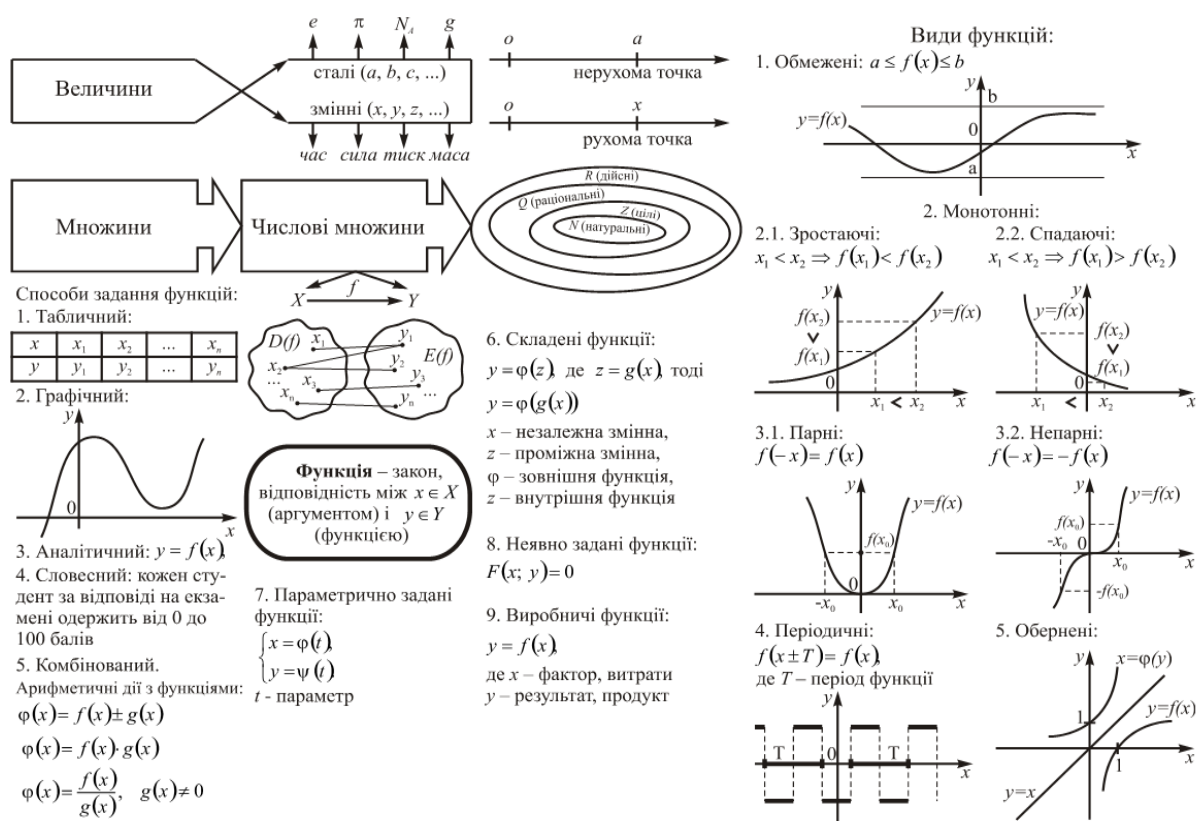


Рис. Ж.5. Третій слайд презентації „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”

Створення схем, як спосіб узагальнення, під час навчання ВМ, націлене на управління увагою студентів, на виділення загальних і найбільш істотних ознак у навчальному матеріалі розділу (модуля). Під час аналізу схематичних малюнків викладач виділяє основні його структурні компоненти, відмічає істотні зв'язки між ними. Формулювання перед аудиторією запитань, що стосуються структурних компонентів схеми, спонукають студентів до мислення, аналізу, порівняння, співставлення, висновків. Узагальнення навчального матеріалу розділу (блоку мо-

дулів), його систематизацію, закріплення й усвідомлення доцільно оформляти у вигляді презентації, на слайдах якої розмістити схеми основних понять і співвідношень, алгоритмів (рис. Ж.4).

Границя функції

Обмежені числові послідовності:
 $f_n \leq M$ – обмежена зверху
 $f_n \geq m$ – обмежена знизу
 $m \leq f_n \leq M$ – обмежена

Неперервність функції
 Функція $y = f(x)$ неперервна в т. x_0 , якщо:
 1) $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$;
 2) $\lim_{x \rightarrow x_0-0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0+0} f(x) = \lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = f(x_0)$.
 Функція неперервна в т. x_0 , якщо: $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \Delta y = 0$.

Правила обчислення границь функцій:
 $(f(x))$ і $g(x)$ мають границі при $x \rightarrow x_0$)
 1) $\lim (f(x) \pm g(x)) = \lim f(x) \pm \lim g(x)$;
 2) $\lim (f(x) \cdot g(x)) = \lim f(x) \cdot \lim g(x)$;
 3) $\lim c \cdot f(x) = c \cdot \lim f(x)$, де $c = const$;
 4) $\lim \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim f(x)}{\lim g(x)}$, де $\lim g(x) \neq 0$.

Важливі границі:
 1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1 \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\sin x} = 1$;
 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin kx}{x} = k$, $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{mx}{\sin kx} = \frac{m}{k}$;
 2) $\lim_{x \rightarrow 2^0} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e \Leftrightarrow \lim_{x \rightarrow 0} \left(1 + x\right)^{\frac{1}{x}} = e$;
 $\lim_{x \rightarrow 2^{\infty}} \left(1 + k \frac{1}{x}\right)^x = e^k$, $\lim_{x \rightarrow 2^{\infty}} \left(1 + k \frac{1}{x}\right)^{mx} = e^{mk}$;
 $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + kx)^{\frac{1}{k}} = e^k$, $\lim_{x \rightarrow 0} (1 + kx)^{\frac{m}{k}} = e^{mk}$;
 3) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin x}{x} = 1$; 4) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{tg x}{x} = 1$;
 5) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+x)}{x} = 1$; 6) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x + 1}{x} = \ln a$;
 7) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x} = 1$.

Послідовності
 нескінченно великі й нескінченно малі
 $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n = \infty$ $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n = 0$

Збіжна послідовність
 $|f_n - a| < \varepsilon \Leftrightarrow f_n \rightarrow a \ (n \rightarrow \infty) \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} f_n = a, \ a \in R$

Границя функції в точці
 $\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) = A \stackrel{def}{\Leftrightarrow} \forall \varepsilon \in R^+ \exists \delta \in R^+ \forall x \in R$
 $0 < |x - x_0| < \delta \Rightarrow |f(x) - A| < \varepsilon$

Границя функції на нескінченності
 $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = A \Leftrightarrow \forall \varepsilon \in R^+ \exists \delta \in R \forall x \in R$
 $(a < \delta < x \Rightarrow |f(x) - A| < \varepsilon)$
 $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = B \Leftrightarrow \forall \varepsilon \in R^+ \exists \delta \in R \forall x \in R$
 $(\delta < a \wedge x < \delta \Rightarrow |f(x) - B| < \varepsilon)$

Функції
 X Функції Y
 $D(f)$ $E(f)$

Односторонні границі функцій:
 $\lim_{x \rightarrow x_0+0} f(x) = A \Leftrightarrow \forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0$
 $\forall x \in R: x_0 < x < x_0 + \delta \Rightarrow |f(x) - A| < \varepsilon$
 $\lim_{x \rightarrow x_0-0} f(x) = B \Leftrightarrow \forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0$
 $\forall x' \in R: x_0 - \delta < x' < x_0 \Rightarrow |f(x') - B| < \varepsilon$

Нескінченна границя
 $\lim_{x \rightarrow x_0+0} f(x) = +\infty \Leftrightarrow \forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0$
 $\forall x \in (x_0; x_0 + \delta) \Rightarrow f(x) > \varepsilon$

Рис. Ж.6. Шостий слайд презентації

Примітка: презентація виконана в MS PowerPoint, складається із 10 слайдів, на яких розміщено ОК: слайд 1: назва презентації; слайд 2: основні елементи знань блоку ЗМ; слайд 3: ОК змістового модуля „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”; слайд 4: ОК „Похідна функції”; слайд 5: ОК „Похідна функції. Диференціал функції”; слайд 6: ОК „Границя функції”; слайд 7: ОК „Схема дослідження функції на екстремум”; слайд 8: ОК „Загальна схема дослідження функції”.

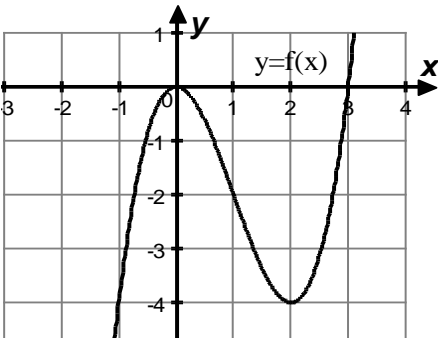
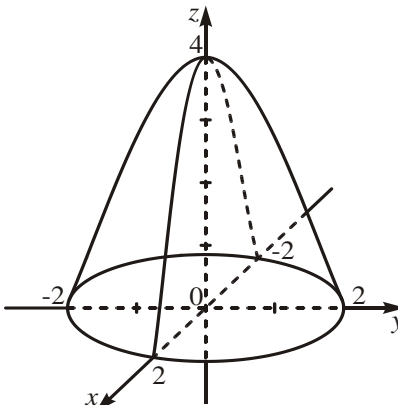
ції”; слайд 9: ОК „Інтеграл” слайд 10: ОК „Інтеграл, його властивості, застосування”). Окремі фрагменти презентації представлено на рисунках (рис. Ж.4 – Ж.6).

Наступним доцільним засобом, використання якого націлене на узагальнення і систематизацію ЗУН студентів є самостійна робота, завдання якої полягає у складанні порівняльних таблиць. У таблиці (табл. Ж.1) наведено фрагмент навчальних елементів поглибленого рівня опанування матеріалу першого блоку ЗМ.

Таблиця Ж.1

Порівняння основних понять ЗМ „Функції. Класифікація функцій. Графіки і властивості функцій”

Основні поняття функції однієї змінної	Основні поняття функції двох змінних
1	2
Приклади функцій	
$S = \pi r^2$ – площа круга, де a – довжини грані куба	$S = a \cdot b$ – площа прямокутника, де a і b – довжина і ширина сторін прямокутника
$V = a^3$ – об’єм куба, де a – довжина грані куба	$V = \pi R^2 H$ – об’єм циліндра, де R – радіус основи циліндра, H – висота циліндра
$y = 5,4x - 2,9$, $x > 1$ – урожайність цукрової свекли y (т/га) в залежності від кількості внесених мінеральних добрив x (ц/га) у ґрунт (вважаючи інші умови несуттєвими)	$z = 1,243x^{0,547} y^{0,289}$ – залежність приросту ваги тварин (свиней) z (кг) залежно від споживання двох видів кормів: x (кг) – зерно кукурудзи, y (кг) – соевий силос
Загальний запис	
$y = f(x)$, де x – незалежна змінна або аргумент, а y – функція	$z = f(x; y)$, де x і y – незалежні змінні або аргументи, а z – функція
Область визначення функцій	
множина, елементами якої є всі можливі значення аргумента x , називається областю визначення функції, $f(x)$ що позначають $D(y)$ або $D(f)$	множина упорядкованих пар чисел $(x; y)$ називається областю визначення функції z , що позначають $D(z)$ або $D(f)$
Область значень функції	
множина, елементами якої є всі можливі значення функції y , називається множиною значень або областю значень функції, позначається $E(y)$, $E(f(x))$ або $E(f)$	множина всіх можливих значень змінної z називається множиною значень функції, що позначають $E(z)$ або $E(f)$

1	2																																																
Способи задання функцій																																																	
Табличний спосіб: залежність між функцією та аргументом задають у вигляді таблиці																																																	
<p>У першому рядку (стовпці) записують можливі значення аргумента x, а навпроти кожного значення x – відповідні значення функції y:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Час, t</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Діаметр коробочки льону d, мм</td> <td>0</td> <td>27</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>39</td> <td>39</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> </table> <p>Таблиця задає функцію $d = f(t)$, яка описує залежність діаметра льону d від часу t.</p>	Час, t	0	10	20	30	40	50	60	70	Діаметр коробочки льону d , мм	0	27	37	38	39	39	40	40	<p>У першому рядку (стовпці) записують можливі значення аргумента x (y); у першому стовпці (рядку) записують можливі значення аргумента y (x); на перетині рядків і стовпців – відповідні значення функції z:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$y \setminus x$</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>4,5</td> <td>6</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> </table>	$y \setminus x$	0	1	1,5	2	3	1	0	1	1,5	2	3	2	0	2	3	4	6	3	0	3	4,5	6	9	4	0	4	6	8	12
Час, t	0	10	20	30	40	50	60	70																																									
Діаметр коробочки льону d , мм	0	27	37	38	39	39	40	40																																									
$y \setminus x$	0	1	1,5	2	3																																												
1	0	1	1,5	2	3																																												
2	0	2	3	4	6																																												
3	0	3	4,5	6	9																																												
4	0	4	6	8	12																																												
Графічний спосіб, коли залежність між змінними y та x задається графіком функції																																																	
<p>Множина всіх точок координатної площини xOy, абсиси яких дорівнюють аргументу функції x, а ординати відповідному значенню функції y, $y = f(x)$. Тобто графік функції $y = f(x)$ складається з точок із координатами $(x; y)$, де $y = f(x)$ і є плоскою лінією.</p> 	<p>Множина точок, абсиси й ординати яких є значеннями x і y, а аплікати – відповідними значеннями z. Графіком неперервних аргументів функції $z = f(x; y)$ є поверхня.</p> 																																																

Застосування зазначених засобів навчання націлене на систематизацію знань і практичних навичок студентів [236, с.198–227]. Зауважуємо, що подібні засоби використовуються із урахуванням специфіки змісту навчального матеріалу. Так, на одних заняттях ці засоби виступають основними, а на інших – допоміжними.

Зауважуємо, що робота з порівняльними таблицями основних навчальних елементів ЗМ для студентів повинна бути звичною: перш, ніж засіб активно впроваджувати на занятті узагальнення і систематизації, він має бути використаний

епізодично на етапах занять типу: формування навичок і вмінь, застосування ЗУН, комбінованих ПЗ.

Студентам необхідно усвідомлювати етапи створення побудного роду засобів, вміти їх застосовувати: „читати” складові, умовні позначення, знати стиль оформлення й представлення матеріалів та ін.

5-й етап – контроль знань та вмінь, рівня їх засвоєння. Цей етап комбінованого ПЗ передбачає організацію викладачем заходів контролю рівня сформованості теоретичних знань, практичних навичок, вмінь їх застосування в процесі розв’язування практичних завдань.

Однією із найбільш зручних і швидких форм контролю є письмове або комп’ютерне тестування. Прикладом тестових завдань для підсумкового контролю є методична розробка [157]. Для впровадження такої форми контролю в навчальний процес ВНЗ доцільно розробити на кожен елемент змісту навчання з кожної теми розділу (модуля) певну кількість тестових завдань (у нашому випадку не менше 30).

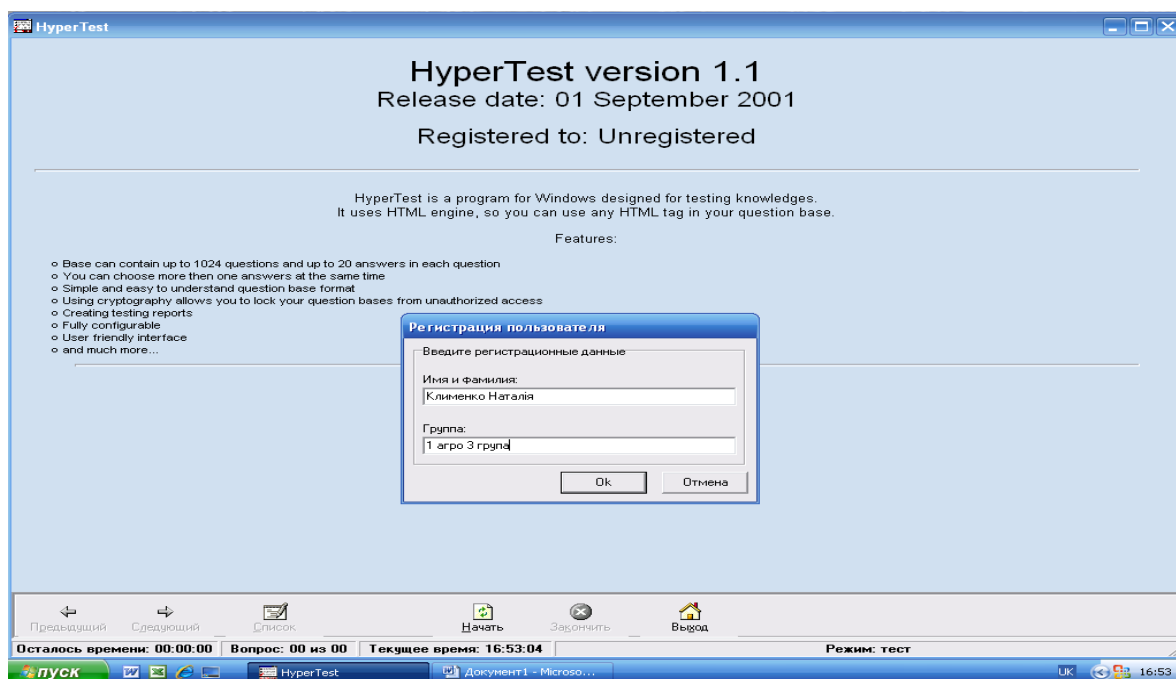


Рис. Ж.7. Фрагмент одного з етапів комп’ютерного тестування

За допомогою КТ, зокрема програми Hyper Test створити базу запитань теоретичного й практичного змісту й варіантів відповідей на них. Доцільно забезпечити виконання умов випадкового вибору програмою по одному питанню із усіх

запропонованих для компонування індивідуального варіанта. На кожне запитання передбачається чотири варіанти відповідей, серед яких тільки одна є правильною. Розробити критерії оцінювання виконання завдань студентами подібно до тих, які вказані для діагностичної контрольної роботи зі ШКМ (додаток Е).

Практика свідчить про доцільність розміщення тестів по всіх розділах (модулях) у друкованих методичних розробках, де в кінці вміщено варіанти відповідей для студентів, які сумлінно готуються до заходів контролю й повторюють основні поняття, формули й алгоритми. З метою забезпечення загального доступу до тестових завдань електронний варіант запитань і відповідей розміщують на сайті навчального закладу. Фрагменти прикладів тестових завдань представлено на рисунках (рис. Ж.7 – Ж.10).

Поточний контроль доцільно організувати по кожному розділу (модулю).

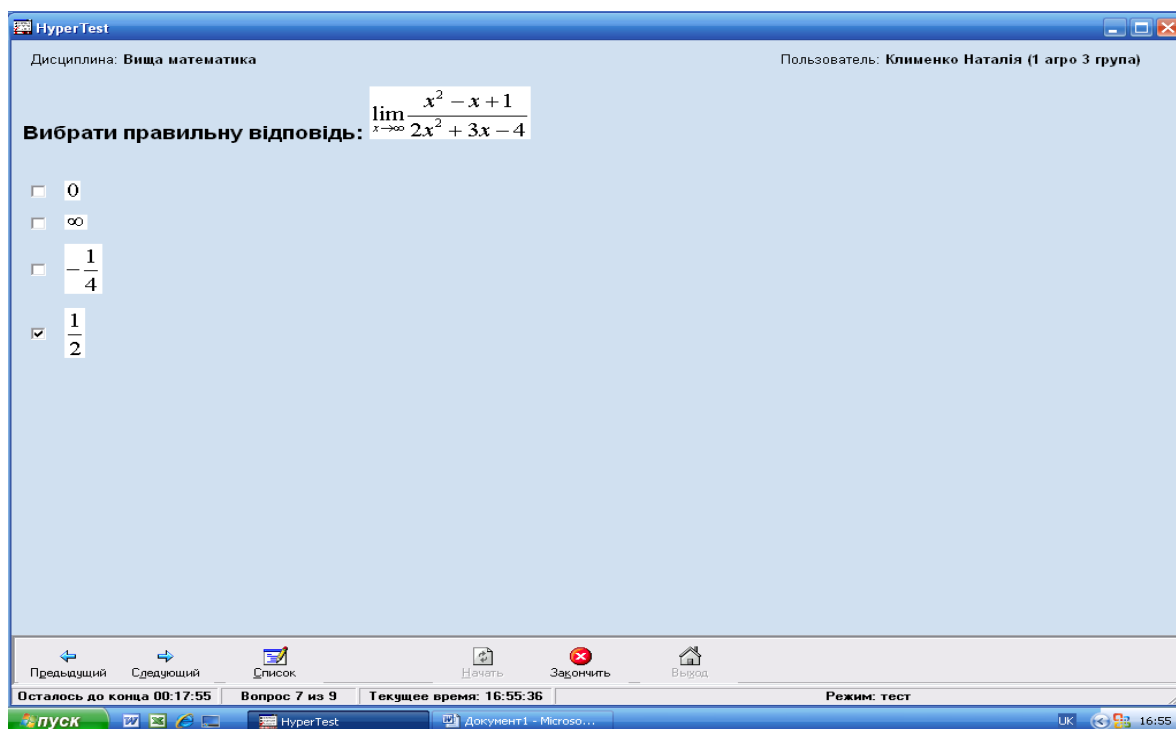


Рис. Ж.8. Приклад одного з доцільних тестових завдань із варіантами відповідей

У завдання підсумкового контролю доречним є включення питань поточного контролю, додаткових, які не були використані протягом семестру.

Результати пошукового експерименту свідчать про ефективність і об'єктивність такої форми контролю.

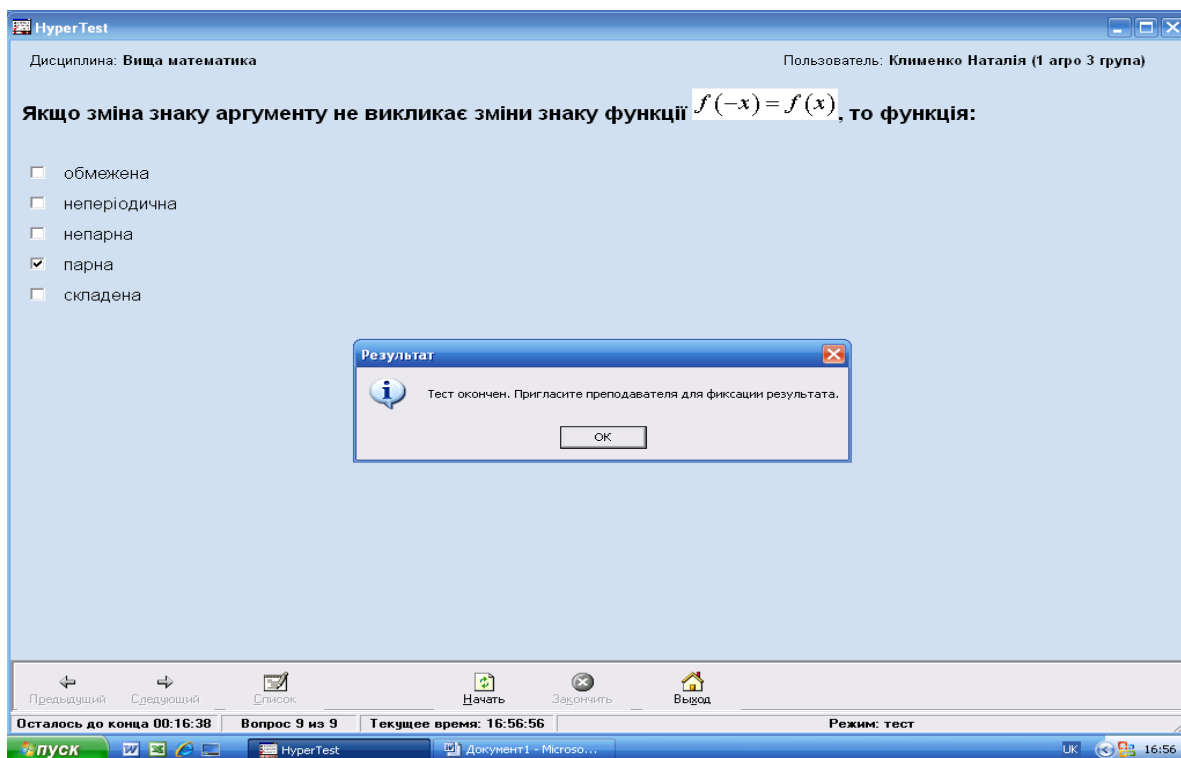


Рис. Ж.9. Завершення копм'ютерного тестування

Об'єктивність і самостійність під час комп'ютерного тестування забезпечується значною кількістю завдань, обмеженням часом на їх виконання, одноразовим формуванням індивідуального варіанта завдань.

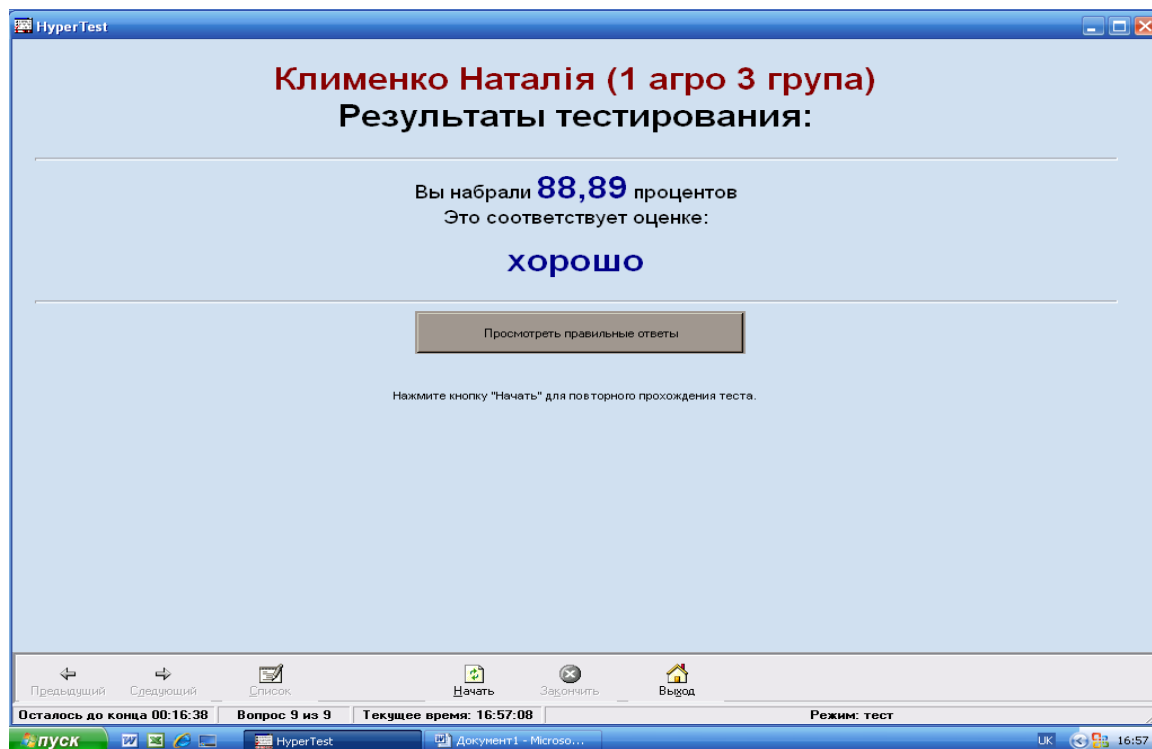


Рис. Ж.10. Приклад діалогового вінка із результатами тестування

Додаток Ж.2

(один із варіантів модульного тестового контролю першого блоку ЗМ
„Основи математичного аналізу та моделювання”)

(„*” відмічено правильний варіант відповіді)

1. Множина B називається підмножиною множини A , якщо:

А) множина B складається з елементів, які належать множині A і не належать множині B ;

Б) множини A і B є непорожніми;

В) всі елементи множини B входять також до складу множини A ; (*)

Г) множина B не міститься в множині A .

2. Прикладом множини цілих чисел є:

А) $Z = \{0; \pm 1; \pm 2; \dots; n; \dots\}$; (*)

Б) $Q = \left\{ \frac{p}{q}, p \in Z, q \in N \right\}$;

В) $N = \{1; 2; \dots; n; \dots\}$;

Г) $Z_+ = \{0; 1; 2; \dots; n; \dots\}$.

3. Якщо множина $A = \{-1; 0; 1; 2; 3; 4\}$ і множина $B = \{x | x \in N\}$, то $C = A \cap B$:

А) $C = \{1, 2, 3, 4\}$; (*)

Б) $C = \{-1, 0, 1, 2, 3, 4\}$;

В) $C = \{\emptyset\}$;

Г) $C = \{-1, 0\}$.

4. Якщо множина $A = \{x | x^2 - 3x - 4 = 0\}$ і множина

$B = \{x | x - 4 = 0\}$, то $C = A \setminus B$:

А) $C = \{4\}$;

Б) $C = \{\emptyset\}$;

В) $C = \{-1\}$; (*)

Г) $C = \{-1, 4\}$.

5. Функція задана неявно, якщо:

А) її рівняння розв’язане відносно незалежної змінної x ;

Б) функціональна залежність між x та y має вигляд системи:
$$\begin{cases} x = \varphi(t), \\ y = \psi(t); \end{cases}$$

В) її рівняння має вигляд: $y = f(x)$;

Г) її рівняння $F(x, y) = 0$ є нерозв’язаним відносно залежної змінної y . (*)

6. Знайдіть: $f(2)$, якщо $f(x) = \frac{x^2 - 1}{x - 2}$:

- А) 1; Б) 0; В) $\frac{1}{2}$; Г) \emptyset . (*)

7. Маса у 1 т сіна, соломи та інших грубих кормів визначається (при інших рівних умовах) тривалістю x часу зберігання після скердування аналітичним виразом: $y = 5x + 47$.

Маса 1 т сіна після 1,5 місяців його зберігання рівна:

- А) 47 т ; Б) 57 т ; В) $54,5 \text{ т}$; (*) Г) $59,5 \text{ т}$.

8. Вказати границю $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 + 4x - 2}{3x^2 - x + 4}$:

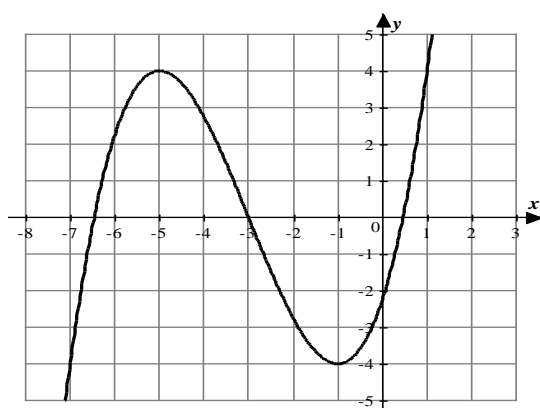
- А) $\frac{1}{3}$; (*) Б) $\frac{3}{4}$; В) 1; Г) $\frac{5}{3}$.

9. Вказати границю $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^2 - 8x + 16}{x^2 - 4x}$:

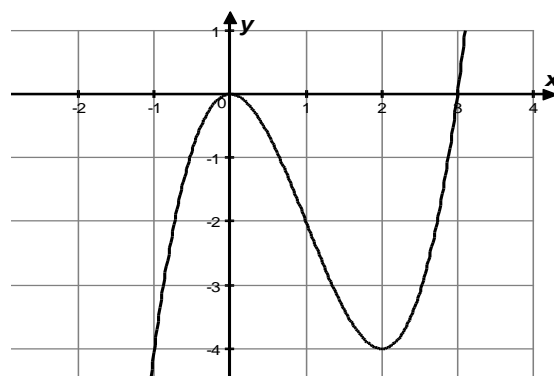
- А) 0; (*) Б) 2; В) ∞ ; Г) $\frac{3}{4}$.

10. Вказати границю $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x + 5}{2x - 3} \right)^{3x+1}$:

- А) e^{12} ; (*) Б) e^3 ; В) e^2 ; Г) e^8 .



а)



б)

Рис. Ж.2.1. Графіки функцій

15. Якщо функція y від аргумента x задана параметрично $x = \varphi(t)$, $y = \psi(t)$, де $\varphi(t)$ і $\psi(t)$ диференційовані функції своїх аргументів, причому $\varphi'(t) \neq 0$, то похідна функції дорівнює:

А) добутку похідної зовнішньої функції y , за проміжним аргументом z та похідної внутрішньої функції z за аргументом x : $y' = \varphi'(g(x)) \cdot g'(x)$;

Б) частці від ділення похідної функції y , від змінної t на похідну функції x , від змінної t : $y'_x = \frac{y'_t}{x'_t} = \frac{\psi'(t)}{\varphi'(t)}$; (*)

В) від'ємній частці від ділення похідної функції F , від змінної x на похідну функції F , від змінної y : $y'_x = -\frac{F'_x}{F'_y}$, де $F'_y \neq 0$;

Г) похідній від похідної на одиницю нижчого порядку, якщо остання існує і диференційовна: $y^n = (y^{n-1})'$.

16. Знайти границю функції $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x-1}{\ln x}$, використовуючи правило Лопіталія:

А) -1 ; Б) $\frac{3}{2}$; В) 0 ; Г) 1 . (*)

17. Знайти похідну функції $y = e^x \cdot 7^x + 5$:

А) $y' = e^x \cdot 7^x$; Б) $y' = e^x + 7^x$;
В) $y' = e^x \cdot 7^x + e^x \cdot 7^x \cdot \ln 7$; (*) Г) $y' = e^x \cdot 7^x \ln 7$.

18. Вказати вертикальні асимптоти функції $y = \frac{1}{x^2 - 4}$:

А) $x_1 = -2$, $x_2 = 0$; Б) $x_1 = 2$, $x_2 = 0$; В) $x_{1,2} = \pm 2$; (*) Г) $x_{1,2} = \pm 1$.

19. Вказати точки екстремуму функції $y = x^3 + \frac{x^4}{4}$:

А) максимум у точці з абсцисою $x = 0$, мінімум при $x = 3$;
Б) максимум у точці з абсцисою $x = -1$, мінімум при $x = 3$;
В) максимум у точці з абсцисою $x = 3$, мінімум при $x = 0$; (*)
Г) максимум у точці з абсцисою $x = -3$, мінімум при $x = 1$.

20. *Частинна похідна по змінній x від функції $z = f(x; y)$ це:

A) $\lim_{\Delta s \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta s}$; Б) $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta_x z}{\Delta x}$; (*) В) $\lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{\Delta_y z}{\Delta y}$; Г) $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$.

21. *Частинна похідна другого порядку z_{xx}'' від функції $z = xy^3 + x^3y + 5xy^2 + 7$ дорівнює:

A) $z_{xx}'' = 6xy$; (*) Б) $z_{xx}'' = 3y^2 + 3x^2 + 10y$;
 В) $z_{xx}'' = 6xy + 10x$; Г) $z_{xx}'' = y^3 + 3x^2y + 5y^2$.

22. Вказати точки екстремуму функції $z = xy - x^2 - 2y^2 + x + 10y - 5$:

A) максимум в точці $A(3; 2)$; Б) мінімум в точці $A(2; 3)$;
 В) максимум в точці $A(2; 3)$; (*) Г) мінімум в точці $A(3; 2)$.

23. Формула інтегрування частинами в неозначеному інтегралі:

A) $\int u dv = uv - \int v du$ (*) Б) $\int f(ax + b) dx = \frac{1}{a} F(ax + b) + C$;
 В) $\int f(x) dx = \int f(\varphi(t)) \varphi'(t) dt$; Г) $\int df(x) = f(x)$.

24. Серед наведених варіантів виберіть значення інтегралу $\int \frac{dx}{2x - 7}$:

A) $\ln|2x - 7| + C$; Б) $2\ln|2x - 7| + C$;
 В) $\frac{1}{2}\ln|2x - 7| + C$; (*) Г) $7\ln|2x - 7| + C$.

25. Серед наведених варіантів виберіть значення інтегралу $\int \frac{2x - 3}{x^2 - 3x + 3} dx$:

A) $2\sqrt{x^2 - 3x + 5} + C$; Б) $2\sqrt{x^2 + 5x + 1} + C$;
 В) $\ln|x^2 + 5x - 4| + C$; Г) $\ln|x^2 - 3x + 3| + C$. (*)

26. Як знайти неозначений інтеграл $\int \frac{\sqrt{x}}{1 + \sqrt{x}} dx$?

A) заміною $x = t^2$, $dx = 2tdt$; (*) Б) заміною $x = t^6$, $dx = 6tdt$;
 В) заміною $x = t^3$, $dx = 3t^2 dt$; Г) заміною $x = t^4$, $dx = 4t^3 dt$.

27. Вказати геометричний зміст невизначеного інтеграла в системі координат Oxy :

А) це крива, що проходить через початок координат;

Б) це тіло, обмежене лініями, рівняння яких – підінтегральні функції;

В) це лінія, що проходить через точку з координатами, що задовольняють підінтегральну функцію;

Г) сімейство плоских кривих, зміщених одна відносно іншої вздовж осі Oy .(*)

28. Формула заміни змінної в означеному інтегралі:

$$А) \int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a);$$

$$Б) \int_a^b u dv = uv \Big|_a^b - \int_a^b v du ;$$

$$В) \int_a^b f(x)dx = \int_{\alpha}^{\beta} f(\varphi(t))\varphi'(t)dt ;(*)$$

$$Г) \int_a^b f(x)dx = f(c)(b-a).$$

29. Вказати формулу для обчислення роботи, що здійснюється змінною силою на прямолінійній ділянці:

$$А) S = \int_a^b (f_2(x) - f_1(x))dx;$$

$$Б) A = \int_a^b F(x)dx ;(*)$$

$$В) N = \int_{t_0}^t \mathcal{G}(t)dt ;$$

$$Г) V = \pi \int_a^b (f(x))^2 dx.$$

30. Вкажіть правильне значення визначеного інтеграла $\int_{\frac{1}{2}}^1 \frac{1}{x} dx$:

$$А) \ln 2 ;(*)$$

$$Б) -\frac{3}{4};$$

$$В) \ln \frac{1}{2};$$

$$Г) -\ln 2.$$

31. Яким інтегралом можна обчислити площу фігури, обмеженої лініями:

$$y = x; y = x^2$$

$$А) \int_0^1 (x - x^2)dx ;(*)$$

$$Б) \int_0^1 (x^2 - x)dx ;$$

$$В) \int_{-1}^1 (x - x^2)dx ;$$

$$Г) \int_{-1}^1 (x^2 - x)dx .$$

38. Вказати рівняння чисельності популяції, якщо функція її росту має вигляд: $g(t) = 3000 + 200t$.

A) $p(t) = 200$;

Б) $p(t) = 3000t + 100t^2$; (*)

В) $p(t) = 3000 \frac{t^2}{2} + 200t$;

Г) $p(t) = 3000t + 200 \frac{t^3}{3}$.

39. * Проінтегрувавши рівняння $y'' = \frac{x^2}{2} + 1$ маємо результат:

A) $y = x + C$;

Б) $y = C + 1$;

В) $y = \frac{x^4}{24} + \frac{x^2}{2} + C_1x + C_2$; (*)

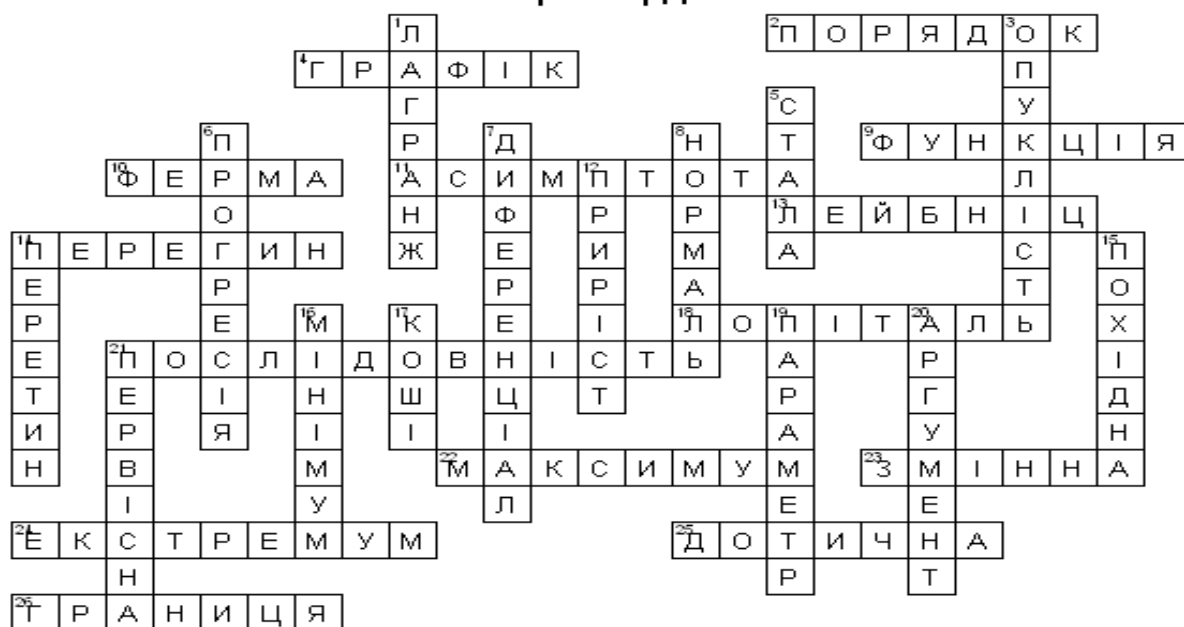
Г) $y = \frac{x^3}{12} + \frac{x}{3} + C$.

Додаток 3

Приклад фрагменту кросворда, складеного по першому блоці ЗМ „Основи математичного аналізу та моделювання” за допомогою комп’ютерної програми

Crossword Forge Puzzle

Кросворд



по горизонталі

2. найвищий степінь похідної у диференціальному рівнянні [ПОРЯДОК]
4. множина точок площини, побудована на основі залежності [ГРАФІК]
9. залежність однієї змінної від іншої [ФУНКЦІЯ]
10. прізвище вченого [ФЕРМА]
11. пряма до якої як завгодно близько наближається графік функції, але не перетинає її [АСИМПТОТА]
13. прізвище вченого, основоположника диференціального й інтегрального числення [ЛЕЙБНИЦ]
14. точка в якій друга похідна функції дорівнює нулю [ПЕРЕТИН]
18. прізвище вченого, який сформулював правило знаходження границі функції через похідну [ЛОПІТАЛЬ]

по вертикалі

1. прізвище вченого, який сформулював [ЛАГРАНЖ]
3. поведінка графіка функції на проміжку, де друга похідна відємна [ОПУКЛІСТЬ]
5. величина, що не змінює свого значення [СТАЛА]
6. послідовність, кожен член якої пов'язаний із попереднім співвідношенням [ПРОГРЕСІЯ]
7. лінійна частина приросту функції [ДИФЕРЕНЦІАЛ]
8. пряма, перпендикулярна до дотичної [НОРМАЛЬ]
12. різниця між наступним значенням функції або аргументу і попереднім [ПРИРІСТ]
14. точка, в якій два графіка функції мають спільні значення [ПЕРЕТИН]
15. границя відношення приросту функції до приросту аргументу, коли останній прямує до нуля [ПОХІДНА]

по горизонталі

21. сукупність чисел, розміщених за певним законом або правилом [ПОСЛІДОВНІСТЬ]
22. точка, в якій функція набуває найбільшого значення [МАКСИМУМ]
23. величина, що не має постійного значення [ЗМІННА]
24. точка в якій функція має максимальне або мінімальне значення [ЕКСТРЕМУМ]
25. прчка, що має єдину спільну точку з графіком [ДОТИЧНА]
26. число, до якого як загодно близько наближається значення функції при такій же поведінці аргументу [ГРАНИЦЯ]

по вертикалі

16. точка, в якій функція набуває свого найменшого значення [МИНІМУМ]
17. прізвище вченого, який сформулював теорему [КОШІ]
19. виконує роль змінної у параметричному способі задання функції [ПАРАМЕТР]
20. незалежна змінна [АРГУМЕНТ]
21. функція, що була до похідної [ПЕРВІСНА]

Додаток И

Таблиця И.1

Фрагмент бази даних про респондентів

№	База даних учасників експерименту																												
	1 Прізвище, ім'я, по-батькові	2 Група	3 № Групи	4 Підсумковий контроль	5 Алгебра	6 Геометрія	7 Середнє	8 Державна атестація	9 Поточний контроль	10 Іспит	11 Вхідний контроль	12 Пізнавальні стилі	13 Увага вибіркковість	14 Увага переключення	15 Увага концентрація	16 Логічне мислення поч.	17 Математичне мислення поч.	18 Типологічні особливості	19 Творчість	20 IQ	21 Стиль мислення	22 Операційна пам'ять	23 Короткочасна пам'ять	24 Образна пам'ять	25 Інтелектуальні можливості	26 Мотивація	27 Рівні самостійності	28 Логічне мислення к.	29 Математичне мислення к.
1	Андрончик Д.В.	Е	1	7	8	8	8	8	7	8	5	4	3	5	70	10	5	3	38	68	2	22	6	6	19	3	2	10	6
2	Бакума Я.М.	Е	1	8	8	8	8	9	7	7	5	4	4	5	80	9	4	1	41	65	3	24	7	7	18	3	2	9	5
3	Баштавенко О.А.	Е	1	4	5	6	5,5	7	5	6	3	1	3	6	120	1	2	2	27	58	2	16	4	5	15	2	1	2	2
4	Бойко О.О.	Е	1	8	7	7	7	8	7	7	5	3	5	7	90	3	4	2	32	66	4	21	7	6	18	3	2	4	4
5	Бранцра І.Л.	Е	1	5	6	5	5,5	6	6	6	4	3	4	7	135	1	3	2	31	55	2	20	6	6	16	2	1	2	3
6	Войко Р.А.	Е	1	3	6	6	6	7	4	5	1	5	2	9	150	0	2	3	25	54	5	18	5	5	14	1	0	1	2
7	Воронько Ю.О.	Е	1	8	8	7	7,5	9	10	11	7	4	8	4	60	7	7	1	46	77	1	30	9	8	22	5	4	8	9
8	Гармаш Ю. І.	Е	1	2	5	5	5	6	3	4	1	6	1	9	145	0	1	2	28	54	5	14	4	6	9	0	0	1	1
9	Кабак Ю. І.	Е	1	6	9	8	8,5	9	7	8	4	6	6	5	98	5	4	2	39	67	3	25	7	7	17	3	3	5	5
10	Малиш А.В.	Е	1	9	10	10	10	10	10	11	8	4	7	3	75	7	7	1	50	81	1	32	10	9	24	5	4	9	8
11	Мильченко О.В.	Е	1	5	6	5	5,5	5	4	6	3	6	3	6	110	1	3	2	31	63	5	26	6	5	15	2	2	2	3
12	Мінахматов О.Р.	Е	1	7	7	6	6,5	7	8	9	5	3	5	5	100	4	5	3	42	70	3	29	7	6	18	4	3	5	6
13	Пастушенко О.А.	Е	1	8	8	8	8	10	9	8	7	5	6	4	92	5	7	3	36	74	4	33	9	8	23	4	4	6	7
14	Патика В.Ю.	Е	1	5	7	7	7	7	4	6	3	2	3	8	135	1	3	2	30	60	5	23	6	5	16	2	1	1	2
15	Силка О.А.	Е	1	3	7	6	6,5	7	5	6	2	3	2	9	148	0	2	1	34	58	5	17	4	4	9	1	0	1	1
16	Скаженник І.О.	Е	1	4	5	5	5	5	3	5	0	5	2	9	165	0	0	2	24	54	2	15	3	4	7	0	0	1	0
17	Скриль Ю.Ю.	Е	1	8	9	9	9	8	7	9	6	2	6	7	99	1	4	1	46	69	3	31	8	7	16	3	3	3	3
18	Чуйко О.П.	Е	1	4	7	7	7	7	3	5	2	5	1	8	156	0	1	1	39	61	3	14	6	5	9	1	1	1	1
19	Швачка Є.Ю.	Е	1	9	6	4	5	6	8	9	7	4	8	3	58	6	7	1	45	76	1	34	10	9	22	4	3	7	7
20	Шевченко М.Г.	Е	1	6	7	7	7	8	7	8	5	1	4	6	94	3	4	1	41	72	5	29	8	8	18	4	2	4	5
21	Шупрудько М. І.	Е	1	7	7	7	7	7	6	6	5	6	3	7	148	1	3	2	37	66	5	24	6	6	15	3	2	2	3
22	Щербак В.В.	Е	1	5	7	7	7	7	5	6	4	2	3	5	152	2	2	3	39	68	2	26	5	6	16	2	1	2	2
23	Андрущенко Н.В.	Е	2	7	8	7	7,5	7	6	8	5	4	6	4	86	6	6	3	40	81	3	32	8	8	20	4	3	7	6
24	Бархатов М.О.	Е	2	6	7	7	7	7	5	6	4	1	2	7	129	1	3	2	27	65	1	24	6	5	16	0	1	2	3
25	Бельмас О.В.	Е	2	8	7	6	6,5	8	7	9	6	2	4	6	134	2	3	2	35	64	2	25	5	6	14	3	2	3	4
26	Білоус В.І.	Е	2	7	6	6	6	6	6	8	5	5	3	7	124	1	2	2	33	65	3	27	6	5	16	2	1	2	2
27	Ванда А.М.	Е	2	6	6	6	6	7	5	6	4	2	3	8	136	0	2	2	32	62	5	22	5	4	13	2	1	1	2
28	Гриб М.Д.	Е	2	8	8	7	7,5	7	8	9	7	3	5	4	76	7	6	1	43	76	4	33	8	8	22	4	3	8	7
29	Зіненко О.В.	Е	2	7	7	6	6,5	7	6	8	5	3	5	3	89	2	3	1	26	71	2	27	7	6	15	5	2	3	4
30	Кащенко С.Ю.	Е	2	5	4	4	4	5	4	6	3	1	1	4	166	1	1	2	25	60	5	20	5	5	8	1	0	1	1
31	Ковпунівич А.П.	Е	2	4	6	5	5,5	5	3	5	2	6	0	5	178	0	0	2	23	58	3	19	4	4	7	1	1	0	1
32	Кулібаба А.В.	Е	2	4	4	4	4	4	3	5	1	3	1	7	165	0	0	2	24	55	2	17	4	5	6	0	0	1	0
33	Левченко А.А.	Е	2	6	6	6	6	6	5	6	4	3	3	6	134	1	2	3	30	70	4	27	6	6	8	3	2	2	2
34	Пилипчук О.Р.	Е	2	8	7	8	7,5	8	8	9	7	4	5	3	87	6	5	3	43	71	1	31	9	8	18	3	3	7	6

Початкові описові статистики

Змінні	Початкові описові статистики							
	Об'єм вибірки	Середнє вибіркове	Мода	Міп значення змінної	Мах значення змінної	Дисперсія	Стандартна похибка середнього	Середнє квадратичне відхилення
Алгебра	213	7,0563	6,000000	2,00000	12,0000	3,619	0,130356	1,90249
Геометрія	213	6,9437	6,000000	3,00000	11,0000	3,525	0,128646	1,87753
Середній бал ШКМ	213	7,0000	6,000000	3,00000	11,5000	3,483	0,127884	1,86641
Державана атестація	171	7,1287	7,000000	2,00000	12,0000	4,642	0,164764	2,15457
Вхідний контроль	213	4,6901	5,000000	0,00000	9,0000	3,215	0,122854	1,79300
Пізнавальні стилі	213	3,6667	4,000000	1,00000	6,0000	2,242	0,102599	1,49738
Увага (вибірковість)	213	3,9812	4,000000	0,00000	8,0000	3,943	0,136059	1,98571
Увага (переключення)	213	5,5305	4,000000	1,00000	9,0000	3,524	0,128623	1,87719
Увага (концентрація)	213	110,4930	Multiple	46,00000	178,0000	1021,496	2,189922	31,96086
Логічне мислення (поч.)	213	3,4366	1,000000	0,00000	10,0000	6,832	0,179096	2,61382
Математичне мислення (поч.)	213	3,5493	3,000000	0,00000	7,0000	3,683	0,131490	1,91904
Типологічні особливості	213	2,0892	2,000000	1,00000	3,0000	0,619	0,053924	0,78700
Творчість	213	36,0610	39,00000	18,00000	56,0000	57,765	0,520767	7,60034
IQ (ШТРР)	213	64,7371	Multiple	39,00000	84,0000	76,553	0,599504	8,74947
Стилi мислення	213	3,1831	Multiple	1,00000	5,0000	1,914	0,094805	1,38363
Оперативна пам'ять	213	26,0845	29,00000	12,00000	38,0000	38,314	0,424118	6,18980
Короткочасна пам'ять	213	6,3521	6,000000	1,00000	10,0000	3,380	0,125973	1,83852
Образна пам'ять	213	6,0188	6,000000	2,00000	9,0000	2,452	0,107303	1,56604
Інтелектуальні можливості	213	15,0798	16,00000	3,00000	28,0000	29,574	0,372618	5,43818
Мотивація	213	2,5634	3,000000	0,00000	5,0000	2,247	0,102713	1,49905
Рівні самостійності	213	1,6432	1,000000	0,00000	5,0000	1,674	0,088651	1,29382

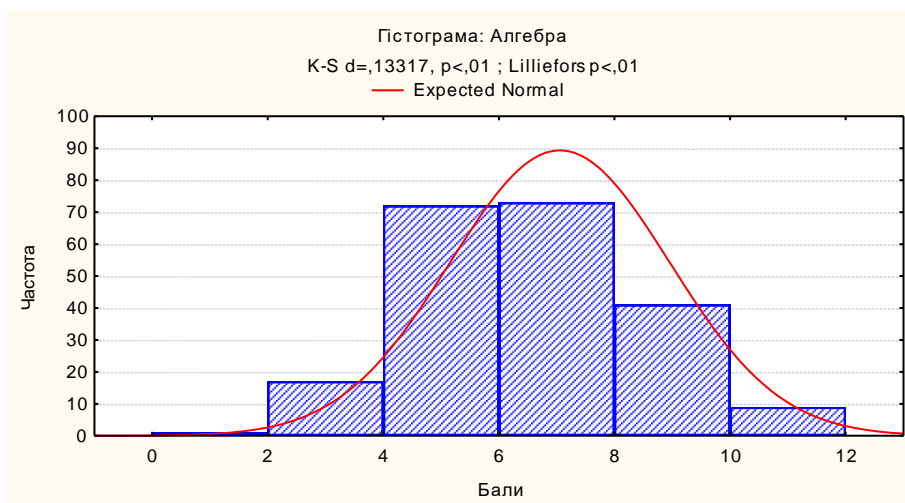


Рис. И.1. Порівняння гістограми розподілу частот балів з алгебри у додатках до атестатів із кривою нормального розподілу

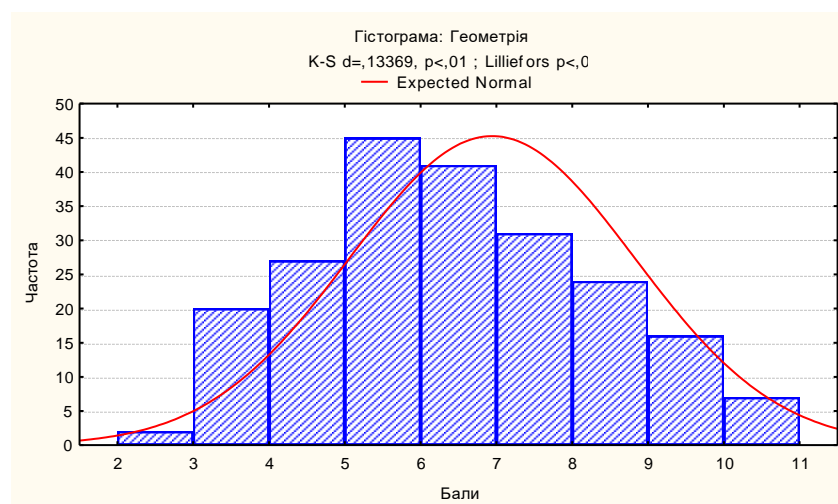


Рис. И.2. Порівняння гістограми розподілу частот балів з геометрії у додатках до атестатів із кривою нормального розподілу

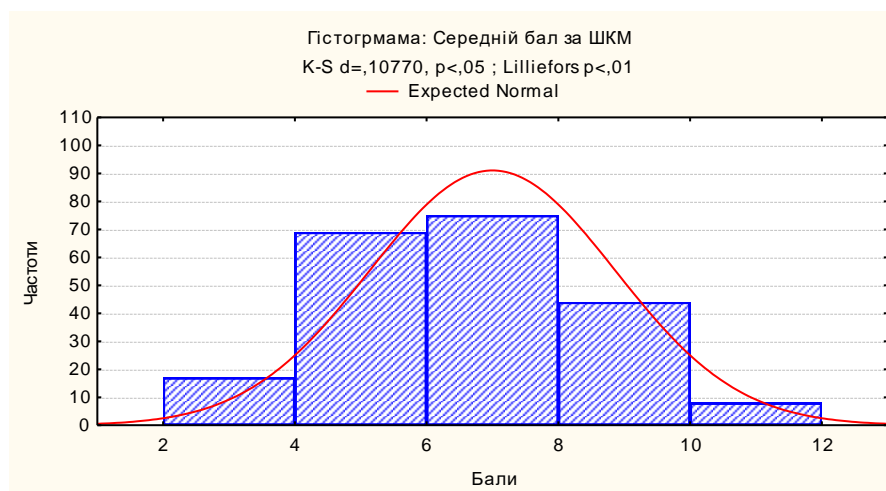


Рис. И.3. Порівняння гістограми розподілу частот середніх балів зі шкільного курсу математики у додатках до атестатів із кривою нормального розподілу

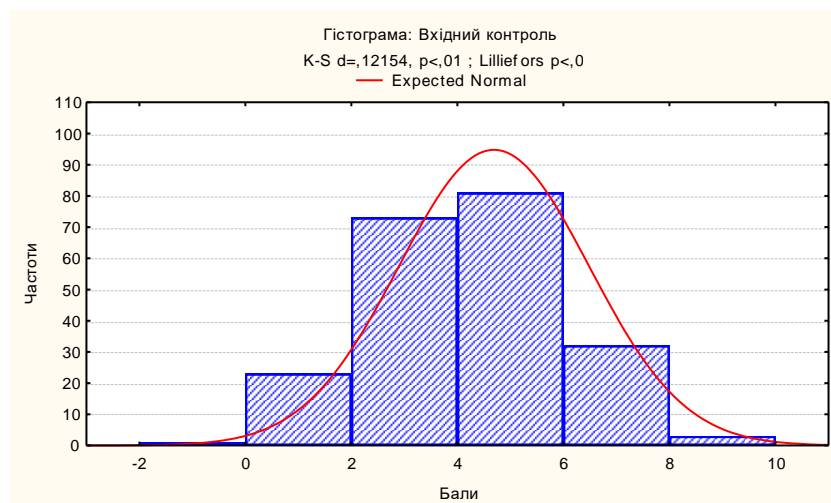


Рис. И.4. Порівняння гістограми розподілу частот балів по вхідному контролю за шкільний курс математики із кривою нормального розподілу

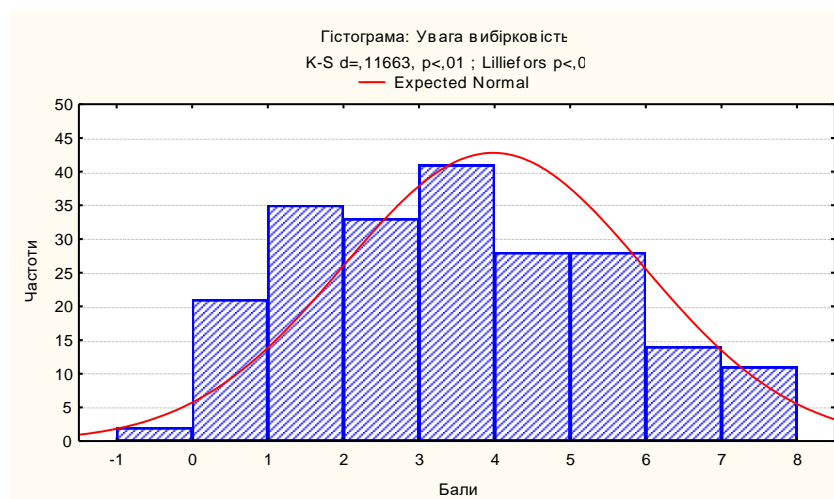


Рис. И.5. Порівняння гістограми розподілу частот характеристик пам'яті (вбіркової) із кривою нормального розподілу

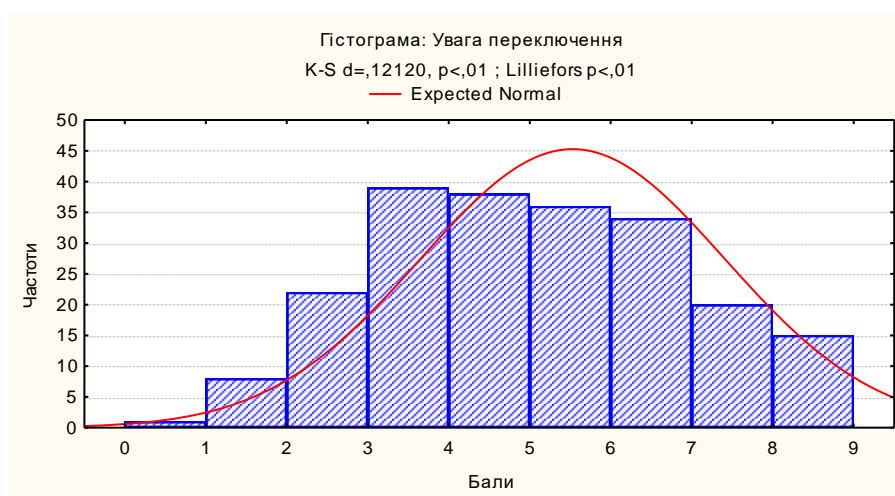


Рис. И.6. Порівняння гістограми розподілу частот характеристик пам'яті (переключення) із кривою нормального розподілу

Таблиця И.3

Порівняння статистичних рядів за t-критерієм Ст'юдента (перевірка гіпотези про рівність середніх) на початку проведення експерименту

Змінні	T-tests; Порівняння статистичних рядів (по групах) Група 1: Е (експериментальна) Група 2: К (контрольна)										
	Середнє вибіркоче Е	Середнє вибіркоче К	t-критерій Ст'юдента	Ступені свободи	p-довірчий рівень	Кількість студентів Е	Кількість студентів К	Стандартне відхилення Е	Стандартне відхилення К	F-критерій Variances	p-рівень значень порівнюваних дисперсій Variances
Середній бал (ШКМ)	6,79	7,25	-1,778	211	0,0768	116	97	1,826	1,8931	1,0746	0,7088
Державна атестація	6,89	7,42	-1,583	169	0,1153	94	77	2,133	2,1604	1,0263	0,9001
Вхідний контроль	4,54	4,87	-1,311	211	0,1913	116	97	1,862	1,6994	1,2007	0,3554
Пізнавальні стилі	3,63	3,71	-0,397	211	0,6915	116	97	1,489	1,5135	1,0329	0,8643
Увага (вибірковість)	3,97	3,99	-0,057	211	0,9548	116	97	1,998	1,9817	1,0162	0,9393
Увага (переключення)	5,47	5,61	-0,552	211	0,5817	116	97	1,940	1,8060	1,1540	0,4695
Увага (концентрація)	112,33	108,30	0,916	211	0,3608	116	97	32,533	31,2894	1,0811	0,6956
Логічне мислення (поч.)	3,42	3,45	-0,087	211	0,9311	116	97	2,585	2,6615	1,0603	0,7604
Математичне мислення (поч.)	3,49	3,62	-0,481	211	0,6312	116	97	1,913	1,9335	1,0212	0,9101
Типологічні особливості	2,10	2,07	0,288	211	0,7734	116	97	0,762	0,8196	1,1573	0,4517
Творчість	36,24	35,85	0,378	211	0,7059	116	97	7,906	7,2534	1,1879	0,3843
IQ (ШТРР)	64,67	64,81	-0,118	211	0,9064	116	97	9,453	7,8744	1,4410	0,0653
Стилi мислення	3,19	3,18	0,075	211	0,9399	116	97	1,389	1,3845	1,0063	0,9792
Оперативна пам'ять	25,44	26,86	-1,670	211	0,0965	116	97	5,926	6,4372	1,1799	0,3943
Концентрація пам'ять	6,29	6,42	-0,511	211	0,6096	116	97	1,916	1,7490	1,1997	0,3576
Образна пам'ять	6,11	5,91	0,951	211	0,3429	116	97	1,565	1,5685	1,0048	0,9757
Інтелектуальні можливості	15,03	15,13	-0,133	211	0,8945	116	97	5,347	5,5727	1,0862	0,6684
Мотивація	2,72	2,38	1,626	211	0,1054	116	97	1,467	1,5237	1,0783	0,6959
Самостійність	1,71	1,57	0,785	211	0,4333	116	97	1,312	1,2740	1,0610	0,7673

Перевірка гіпотези про рівність дисперсій за критерієм Фішера-Снедекора (F-тест)
на початку проведення експерименту

Початковий однофакторний дисперсійний аналіз								
Рівень значущості $p < ,05000$								
Змінні	Сума квадратів Effect	Ступені свободи діючого фактора Effect	Середні квадратичні варіант Effect	Сума квадратів похибок Error	Ступені свободи похибок Error	Середнє квадрати повторень Error	F-критерій	p-рівень вірогідності на користь H_0
Середній бал (ШКМ)	10,904	1	10,904	727,6	211	3,448	3,16202	0,07681
Державна атестація	11,532	1	11,532	777,6	169	4,601	2,50622	0,11527
Вхідний контроль	5,507	1	5,507	676,0	211	3,204	1,71882	0,19127
Пізнавальні стилі	0,355	1	0,355	475,0	211	2,251	0,15791	0,69149
Увага (вибірковість)	0,013	1	0,013	835,9	211	3,962	0,00323	0,95476
Увага (переключення)	1,076	1	1,076	746,0	211	3,535	0,30440	0,58172
Увага (концентрація)	857,358	1	857,358	215699,9	211	1022,274	0,83868	0,36082
Логічне мислення (поч.)	0,051	1	0,051	1448,3	211	6,864	0,00749	0,93112
Математичне мислення (поч.)	0,854	1	0,854	779,9	211	3,696	0,23117	0,63116
Типологічні особливості	0,052	1	0,052	131,3	211	0,622	0,08311	0,77341
Творчість	8,285	1	8,285	12237,9	211	58,000	0,14284	0,70585
IQ (ШТРР)	1,065	1	1,065	16228,2	211	76,911	0,01385	0,90642
Стилi мислення	0,011	1	0,011	405,8	211	1,923	0,00569	0,93993
Оперативна пам'ять	105,922	1	105,922	8016,6	211	37,993	2,78792	0,09646
Короткочасна пам'ять	0,887	1	0,887	715,7	211	3,392	0,26149	0,60963
Образна пам'ять	2,217	1	2,217	517,7	211	2,454	0,90350	0,34293
Інтелектуальні можливості	0,523	1	0,523	6269,1	211	29,711	0,01762	0,89454
Мотивація	5,896	1	5,896	470,5	211	2,230	2,64399	0,10543
Самостійність	1,034	1	1,034	353,8	211	1,677	0,61640	0,43327

Порівняння статистичних рядів за t-критерієм Ст'юдента (перевірка гіпотези про рівність середніх) після впровадження методики диференційованого навчання вищої математики студентів-аграріїв

Змінні	T-tests; порівняння статистичних рядів Група 1: E (експериментальна) Група 2: K (контрольна)										
	Середнє E	Середнє K	t-критерій Ст'юдента	Ступінь свободи	p-довірчий рівень	Кількість E	Кількість K	Стандартне відхилення E	Стандартне відхилення K	Значення F-критерію Variances	p-рівень значущості для порівняння дисперсій Variances
Атестація	6,89	7,42	-1,583	169	0,115	94	77	2,13	2,160	1,026	0,900
Поточний контроль	5,85	5,51	1,476	211	0,141	116	97	1,80	1,608	1,253	0,255
Іспит	7,15	6,34	3,375	211	0,001	116	97	1,74	1,737	1,002	0,988
Вхідний контроль	4,54	4,87	-1,311	211	0,191	116	97	1,86	1,699	1,201	0,355
Пізнавальні стилі	3,63	3,71	-0,397	211	0,691	116	97	1,49	1,514	1,033	0,864
Увага (вибірковість)	3,97	3,99	-0,057	211	0,955	116	97	2,00	1,982	1,016	0,939
Увага (переключення)	5,47	5,61	-0,552	211	0,582	116	97	1,94	1,806	1,154	0,469
Увага (концентрація)	112,33	108,30	0,916	211	0,361	116	97	32,53	31,289	1,081	0,696
Логічне мислення (поч.)	3,00	3,49	-1,362	211	0,175	116	97	2,55	2,750	1,166	0,428
Математичне мислення (поч.)	3,55	3,64	-0,327	211	0,744	116	97	1,93	1,964	1,035	0,856
Типологічні особливості	2,10	2,07	0,288	211	0,773	116	97	0,76	0,820	1,157	0,452
Творчість	36,24	35,85	0,378	211	0,706	116	97	7,91	7,253	1,188	0,384
IQ (ШТРР)	64,67	64,81	-0,118	211	0,906	116	97	9,45	7,874	1,441	0,065
Стиль мислення	3,19	3,18	0,075	211	0,940	116	97	1,39	1,385	1,006	0,979
Оперативна пам'ять	25,44	26,86	-1,670	211	0,096	116	97	5,93	6,437	1,180	0,394
Короткочасна пам'ять	6,29	6,42	-0,511	211	0,610	116	97	1,92	1,749	1,200	0,358
Образна пам'ять	6,11	5,91	0,951	211	0,343	116	97	1,56	1,568	1,005	0,976
Інтелектуальні можливості	15,03	15,13	-0,133	211	0,895	116	97	5,35	5,573	1,086	0,668
Мотивація	2,72	2,38	1,626	211	0,105	116	97	1,47	1,524	1,078	0,696
Самостійність	1,71	1,57	0,785	211	0,433	116	97	1,31	1,274	1,061	0,767
Логічне мислення (кінц.)	3,61	3,75	-0,399	211	0,690	116	97	2,40	2,739	1,300	0,178
Математичне мислення (кінц.)	3,81	3,74	0,251	211	0,802	116	97	2,02	1,916	1,112	0,591

Таблиця И.5

Перевірка гіпотези про рівність дисперсій за критерієм Фішера-Снедекора (F-тест) після впровадження методики після впровадження методики диференційованого навчання вищої математики студентів-аграріїв

Змінні	Однофакторний дисперсійний аналіз після впровадження методики ДН. Рівень довіри (значущості) $p < ,05000$							
	Сума квадратів Effect	Кількість ступенів вільності діючого фактора Effect	Середнє квадратичне діючого фактора Effect	SS Error	Кількість ступенів вільності похибки Error	Середнє квадратичне похибки Error	F-критерій (Фішера)	Рівень значущості
Підсумковий контроль	13,57	1	13,57	650,7	211	3,08	4,399	0,0372
Середнє (ШКМ)	10,90	1	10,90	727,6	211	3,45	3,162	0,0768
Атестація	11,53	1	11,53	777,6	169	4,60	2,506	0,1153
Поточний контроль	6,41	1	6,41	620,8	211	2,94	2,178	0,1415
Іспит	34,35	1	34,35	636,3	211	3,02	11,390	0,0009
Вхідний контроль	5,51	1	5,51	676,0	211	3,20	1,719	0,1913
Пізнавальні стилі	0,36	1	0,36	475,0	211	2,25	0,158	0,6915
Увага вибірковість	0,01	1	0,01	835,9	211	3,96	0,003	0,9548
Увага переключення	1,08	1	1,08	746,0	211	3,54	0,304	0,5817
Увага концентрація	857,36	1	857,36	215699,9	211	1022,27	0,839	0,3608
Логічне мислення (поч.)	0,10	1	0,10	1506,7	210	7,17	0,013	0,9081
Математичне мислення (поч.)	0,20	1	0,20	838,7	211	3,97	0,050	0,8226
Типологічні особливості	0,05	1	0,05	131,3	211	0,62	0,083	0,7734
Творчість	8,28	1	8,28	12237,9	211	58,00	0,143	0,7059
IQ (ШТРР)	1,07	1	1,07	16228,2	211	76,91	0,014	0,9064
Стилi мислення	0,01	1	0,01	405,8	211	1,92	0,006	0,9399
Оперативна пам'ять	105,92	1	105,92	8016,6	211	37,99	2,788	0,0965
Короткочасна пам'ять	0,89	1	0,89	715,7	211	3,39	0,261	0,6096
Образна пам'ять	2,22	1	2,22	517,7	211	2,45	0,904	0,3429
Інтелектуальні можливості	0,52	1	0,52	6269,1	211	29,71	0,018	0,8945
Мотивація	5,90	1	5,90	470,5	211	2,23	2,644	0,1054
Рівні самостійності	1,03	1	1,03	353,8	211	1,68	0,616	0,4333
Логічне мислення (кінц.)	1,48	1	1,48	1544,5	211	7,32	0,202	0,6538
Математичне мислення (кінц.)	0,07	1	0,07	864,8	211	4,10	0,018	0,8940