

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ТИМОШЕНКО ОЛЕНА ВІКТОРІВНА

УДК 378.147(51+57)

**ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ У ПРОЦЕСІ
НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ
СТУДЕНТІВ БІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Наукові керівники:

ПАЛАНТ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,

кандидат фіз.-мат.наук, доцент;

ШВЕЦЬ ВАСИЛЬ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,

кандидат педагогічних наук, професор.

ДОНЕЦЬК – 2011

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МАЙБУТНІХ БІОЛОГІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	
1.1. Роль курсу вищої математики у формуванні майбутнього біолога-дослідника	16
1.2. Математичне моделювання у системі підготовки майбутнього біолога-дослідника	30
1.3. Структура і теоретичні основи формування дослідницьких умінь	37
1.3.1. <i>Психолого-педагогічні основи формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей</i>	37
1.3.2. <i>Структура дослідницької діяльності</i>	49
1.4. Методичні вимоги щодо формування дослідницьких умінь студентів-біологів як основних складових майбутньої професійної діяльності	66
1.5. Висновки до розділу 1	89
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ СТУДЕНТІВ БІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ..	
2.1. Моделювання як засіб формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей	91
2.1.1. <i>Методика застосування математичного моделювання у курсі вищої математики для студентів біологічних спеціальностей</i>	91

2.1.2. Роль математичних спецкурсів у забезпеченні навчання студентів-біологів початкам моделювання	105
2.2. Методика формування прийомів професійно орієнтованої діяльності студентів біологічних спеціальностей в процесі навчання вищої математики	112
2.2.1. Формування мотивації до дослідницької діяльності через інтегровані лабораторні роботи з математики	112
2.2.2. Методика організації навчального процесу з вищої математики з використанням систем професійно орієнтованих задач	124
2.3. Комп'ютерно орієнтоване управління дослідницькою діяльністю студентів-біологів у процесі розв'язання професійно орієнтованих задач	144
2.4. Оцінка ефективності запропонованої методичної системи формування дослідницьких умінь у навчанні вищої математики студентів-біологів	157
2.5. Висновки до розділу 2	176
ВИСНОВКИ	178
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	183
ДОДАТКИ	214

ВСТУП

Актуальність дослідження. Однією з найбільш характерних особливостей роботи сучасного біолога є інтелектуалізація, оскільки основним її змістом став розумовий компонент, який базується не тільки на емпірично накопичених знаннях, а на узагальнених і спеціальних знаннях і вміннях, які дають можливість творчо осмислювати професійні ситуації, що виникають. Це вимагає розширення професійних умінь біолога-дослідника. Крім широкого профілю його характерними рисами повинні виступати динамізм, творчість, відповідальність за можливі наслідки використання сучасних технологій, професійна мобільність, як здатність випереджати вимоги до знань, що існують в даний момент. Тому університетська освіта студентів біологічних спеціальностей класичних університетів має бути спрямована на виховання фахівців із такими рисами.

Математична освіта на біологічних факультетах вищих навчальних закладів (ВНЗ) повинна бути однією з складових формування сучасного біолога-дослідника. Пріоритетним завданням навчання вищої математики є розвиток мислення студентів до рівня, який допоміг би їм стати компетентними фахівцями в галузі біології, опанувати вміння використовувати отримані знання для самостійного набуття, узагальнення і систематизації знань для вирішення проблем у реальному житті.

Однак математична підготовка майбутніх біологів-дослідників має ряд суттєвих недоліків, серед яких: невиправдана формалізація математичних знань; рецептурний характер у багатьох випадках засвоєння математичного матеріалу; відсутність міжпредметних зв'язків математики зі спеціальними дисциплінами; слабкі навички у використанні математичного апарату під час застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і вивчення спеціальних дисциплін (Т.В.Крилова [122], В.І.Клочко [109] та ін.).

Під час формування у майбутніх фахівців досвіду здійснення професійної діяльності на заняттях з вищої математики необхідно враховувати, що

дослідницькі вміння є суттєвим компонентом їх майбутньої науково-дослідної та виробничої діяльності. Дослідницький характер дій, притаманний діяльності сучасного біолога, вимагатиме від майбутнього спеціаліста реалізації дослідницьких умінь у процесі здійснення професійної діяльності. У зв'язку з цим, особливо актуальним стає встановлення відповідності між професійними діями біолога-дослідника та тими дослідницькими вміннями майбутнього фахівця, формування та розвиток яких певною мірою забезпечують навчальні заняття з вищої математики.

Дослідницькі вміння пов'язані із творчим розв'язанням важливих професійних завдань, що, як правило, призводить до інновацій. *Формування таких умінь у процесі навчання вищої математики означатиме формування досвіду дослідницької діяльності на “професійному рівні” (з точки зору створення нової системи професійно важливих дій) – набуття досвіду професійно орієнтованої діяльності під час навчання у ВНЗ.*

Різні аспекти розв'язування проблеми формування дослідницьких умінь учнів та студентів представлені у наукових дослідженнях О.А. Александрова [4], В.І.Андрєєва [11], Г.О.Балла [21], Л.І.Білоусової [30], І.Є.Булах [43], М.С.Голованя [63], Ю.В.Горошка [66], М.І.Жалдака [85], Ю.О.Жука [89], Л.А.Казанцевої [103], А.Ю.Карлащук [106], В.І.Клочка [109], І. А. Кравцової [117], Г.В.Лиходєєвої [138], І.М.Лукаш [143], Н.В.Морзе [165], А.Д.Мишкіса [171], Н. Г. Недодатко [173], А.С.Обухова [178], С. А. Ракова [199], Ю.С.Рамського [201], О. В. Резіної [202], З.І.Слепкань [232], В.О.Швеця [292] та ін. Проблемі формування навчально-дослідницьких умінь учнів у процесі навчання математики присвячені дослідження А. Ю. Карлащук [106] (на прикладі задач з параметрами), Г.В.Лиходєєвої [138] (у навчанні елементів стохастички засобами ІКТ), О.В.Резіної [202] (у формуванні дослідницьких умінь в процесі навчання інформатики) та ін.

Попри важливе наукове і практичне значення згаданих досліджень, окремі аспекти проблеми, що розглядається, можуть мати подальше вирішення. Зокрема, потребують уточнення поняття професійно орієнтованої

дослідницької діяльності студентів, структурні компоненти професійно орієнтованих дослідницьких умінь студентів; визначення змісту, методів, засобів та форм організації навчання, що сприяють формуванню професійно орієнтованих умінь студентів біологічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики.

Формування дослідницьких умінь майбутніх біологів-дослідників потребує певного досвіду в проведенні експериментів, опрацюванні результатів спостережень, дослідів. І змістові лінії курсу вищої математики, що закладені в галузевому стандарті освітньої підготовки студентів біологічних спеціальностей, безумовно, придатні для цих цілей.

Проте багато дослідників вважають, що математична освіта для біологів повинна зводитися лише до вивчення біологічної статистики (біометрії), зокрема, до вивчення математичних методів, пов'язаних з обробкою результатів спостережень і встановленням експериментальних законів.

Неправильне розуміння ролі математики у формуванні біолога-дослідника, оцінки її місця в біологічних науках і її значення при вирішенні конкретних виробничих задач пов'язано з недостатнім уявленням про сутність математичних знань, математичних моделей і методів, що використовуються при формуванні дослідницьких умінь майбутнього біолога. Тому з підвищенням ролі математичних методів при розв'язанні конкретних біологічних задач і у зв'язку із зміною підходів до проблеми підготовки фахівців вищої кваліфікації виникає питання про те, чого і як навчати вищої математики майбутніх біологів.

Аналіз літератури з проблеми дослідження та проведене анкетування (див. Додаток А) показали, що вирішення проблеми підвищення результативності навчання студентів, які розрізняються загальними і спеціальними здібностями, мотиваційними установками, рівнем наявних знань і сформованих умінь, формування в них дослідницьких умінь потребує впровадження нової системи навчання.

Особливу роль у формуванні творчої особистості відіграють навчально-дослідницькі уміння, які В. І. Андрєєв [11], А.Ю.Карлащук [106], Н. Г. Недодатко [173] виділяють в окрему групу. Необхідність виділити дослідницькі уміння в окрему групу є об'єктивним відображенням процесу зближення науки та виробництва і зростанням ролі наукового підходу до будь-якої діяльності, навіть якщо вона не носить наукового характеру. Для розвитку творчого мислення, розумових здібностей і підвищення якості знань найкращим способом, як зазначає Г.В.Лиходєєва [138], є цілком самостійне здобування знань на основі пошуку і дослідження.

Огляд і аналіз основних досліджень, в яких сучасні науковці розглядають формування навчально-дослідницьких умінь учнів та студентів, виявив наявність різноманітних поглядів на поняття навчально-дослідницьких умінь студентів і надав можливість віднести професійно орієнтовані дослідницькі уміння до навчально-дослідницьких умінь студентів (стосуються всіх навчальних предметів) і розглядати *професійно орієнтовані дослідницькі вміння* як *здатність студентів виконувати систему дій практичного професійно спрямованого характеру, що підпорядковуються логіці наукового дослідження і свідомо використовується ними в освітньому процесі для здобування нових знань.*

Професійно орієнтовані дослідницькі уміння формуються в процесі відповідної діяльності, що організовується та управляється викладачем.

У процесі дослідження проблеми виявлені *суперечності* між:

- творчим характером професійної діяльності майбутнього біолога-дослідника та репродуктивним стилем навчання у ВНЗ;
- потенціалом методичної системи навчання математики з використанням ІКТ у ВНЗ та реальною педагогічною практикою;
- намаганням частини викладачів надати педагогічну підтримку становленню та розвитку у студентів-біологів дослідницької діяльності та не розробленістю відповідного методичного забезпечення курсу вищої математики, особливо в умовах

застосування професійно орієнтованих задач та ІКТ.

Необхідність і можливість розв'язання виявлених суперечностей дозволяє зарахувати проблему формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь у навчанні вищої математики студентів біологічних спеціальностей класичних університетів до важливих у професійній підготовці майбутніх фахівців.

Таким чином, **актуальність дослідження зумовлена:** сучасною парадигмою вищої освіти, орієнтацією майбутнього фахівця на самоосвітню діяльність; необхідністю удосконалення методичної системи навчання вищої математики студентів біологічного профілю у зв'язку з підвищенням вимог суспільства до майбутнього фахівця і потреб особистості; необхідністю наявності у майбутнього біолога-дослідника спеціальних умінь, які дозволять йому здійснювати професійну діяльність на творчому рівні; можливістю розвитку творчої особистості майбутнього фахівця за допомогою формування професійно орієнтованої діяльності в умовах упровадження ІКТ; відсутністю розробки теоретичних, у тому числі методичних, основ формування професійно орієнтованої діяльності під час навчання вищої математики; можливістю удосконалення методичної системи навчання вищої математики за рахунок постійного розв'язання професійно орієнтованих завдань, упровадження сучасних навчальних технологій і ІКТ.

Це і зумовило вибір теми дослідження „*Формування дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей*”.

Розв'язання поставленої в дослідженні проблеми вбачається у створенні такої методичної системи формування дослідницьких умінь майбутнього біолога у процесі навчання вищої математики, яка ґрунтується на моделюванні навчальної діяльності студентів через відтворення прийомів математичного моделювання у процесі розв'язання задач біологічного змісту, а також на формуванні мотивації до професійно орієнтованої діяльності завдяки введенню в курс вищої математики інтегрованих лабораторних робіт та системи професійно орієнтованих завдань.

Необхідними умовами формування професійно орієнтованих дослідницьких

умінь студентів є традиційні дидактичні принципи, принципи розвивального навчання (Л. В. Занков [92], З. І. Калмикова [104], І. С. Якиманська [300] та ін.), ідеї проблемного навчання (І. Я. Лернер [136], М. І. Махмутов [152] та ін.), евристичного навчання (О. І. Скафа [224; 223], В. М. Соколов [238], А. В. Хуторський [285, 286]), інтерактивного навчання (І. С. Маркова [146], О.І. Пометун [195]), з урахуванням специфіки їх реалізації у вищій школі та опорою на ІКТ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилося відповідно до законів України «Про вищу освіту», Державної національної програми «Освіта» («Україна ХХІ століття»), Національної доктрини розвитку освіти в Україні в ХХІ столітті, освітніх стандартів сучасних психолого-педагогічних і методичних наукових досліджень та ін. [75, 91, 172].

У дисертації використано результати, отримані автором у ході виконання держбюджетної науково-дослідницької теми «Евристичні конструкції в системі навчальної діяльності» (Г - 01/11, № 0107U005000), що розробляється на кафедрі вищої математики і методики викладання математики Донецького національного університету.

Тему дисертації затверджено (протокол № 11 від 29 грудня 1995 р.), пере-затверджено (протокол № 10 від 26 листопада 2010 р.) вченою радою Донецького національного університету та узгоджено в Раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки і психології в Україні (протокол № 9 від 21 грудня 2010 р.).

Об'єкт дослідження: процес навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей класичних університетів.

Предмет дослідження: методична система формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики.

Мета дослідження: побудувати науково обґрунтовану методичну систему навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей, спрямовану на формування в них дослідницьких умінь.

Гіпотеза дослідження: якщо у практику навчання вищої математики ввести науково обґрунтовану методичну систему, спрямовану на формування дослідницьких умінь студентів, то це сприятиме підвищенню рівня професійної підготовки майбутнього біолога-дослідника.

Завдання дослідження:

- 1) проаналізувати стан проблеми формування дослідницьких умінь студентів у науково-педагогічній літературі і практичній діяльності класичних вищих навчальних закладів та виявити особливості математичної підготовки студентів біологічного профілю;
- 2) виокремити структурні компоненти дослідницької діяльності, на цій основі з'ясувати прийоми формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь у студентів біологічних спеціальностей у курсі вищої математики;
- 3) розробити методичну систему навчання вищої математики, спрямовану на формування дослідницьких умінь студентів-біологів, в тому числі, розробити систему задач біологічного змісту, зорієнтовану на моделювання майбутньої професійної діяльності;
- 4) експериментально перевірити в практиці навчання студентів біологічних спеціальностей ефективність застосування запропонованої методичної системи, спрямованої на формування дослідницьких умінь.

У дослідженні використано такі **методи:** *теоретичні* – аналіз науково-методичної, психолого-педагогічної та методичної літератури, який дав змогу з'ясувати стан розробленості проблеми формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей (1.1 (тут і далі – підрозділи дисертації)); синтез, систематизація, узагальнення наявних теоретичних положень, методик і практичних результатів та їх порівняння, які уможливили визначення особливостей формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь (1.2 – 1.4, 2.1 – 2.3); абстрагування, ідеалізація та теоретичне моделювання при побудові методичної системи професійно орієнтованого навчання вищої математики та формування дослідницьких умінь (1.4), узагальнення досвіду

проведення занять із запропонованого курсу у ВНЗ та аналіз досвіду інших ВНЗ (1.1, 1.4, 2.1 – 2.3); *емпіричні* –обсерваційні: педагогічні спостереження за навчальною діяльністю студентів – майбутніх біологів-дослідників (2.4); діагностичні: бесіди з викладачами ВНЗ, студентами з проблеми дослідження, аналіз усних відповідей і письмових робіт студентів, тестування, аналіз передового педагогічного досвіду (2.4); цілеспрямований педагогічний експеримент (констатувальний, пошуковий, формувальний) для дослідження ефективності запропонованої методичної системи й упровадження положень дисертації у практику підготовки майбутнього біолога-дослідника (2.4); *методи математичної статистики* – непараметричний критерій К. Пірсона: узагальнення статистичних даних, отриманих у процесі експерименту, обробка результатів експерименту (2.4).

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

- *уперше розроблено* та теоретично обґрунтовано особливості математичної підготовки майбутніх біологів-дослідників: фундаментальна роль математичних знань та вмінь у процесі опанування студентами курсу вищої математики; інтегративна та прогностична функція математичних знань; фахова спрямованість навчання курсу вищої математики; орієнтація змісту навчального матеріалу на інтеграцію математики та біологічних дисциплін;
- *уточнено* цілі і завдання математичної підготовки студентів біологічних спеціальностей класичних університетів; поняття професійно орієнтованої навчальної дослідницької діяльності студентів-біологів та дослідницьких умінь як основних складових майбутньої професійної діяльності студентів-біологів; поняття моделювання як засобу формування дослідницьких умінь та визначення мотивації до дослідницької діяльності через введення систем професійно орієнтованих завдань з математики;
- *подальшого розвитку набули* питання щодо використання системи професійно орієнтованих завдань як засобу моделювання майбутньої професійної діяльності студентів-біологів.

Практичне значення дослідження полягає у створенні дидактичного та навчально-методичного забезпечення професійно орієнтованого курсу „Основи вищої математики” для студентів біологічних спеціальностей:

– *розроблено* методичні рекомендації для студентів щодо виконання інтегрованих індивідуальних навчально-дослідницьких завдань з дисциплін „Основи вищої математики” та „Ймовірно-статистичні методи в біології”;

– *створено* навчально-методичні посібники „Застосування ймовірно-статистичного апарату до розв’язання задач біологічного змісту” [248] та „Вивчаємо основи вищої математики” [94];

– *упроваджено* в практику навчання майбутніх біологів електронний підручник „Основи вищої математики для біологів” [115];

– *розроблено* систему інтегрованих лабораторних робіт для формування професійної готовності майбутніх біологів до дослідницької діяльності;

– *розроблено* презентації до лекцій з вищої математики з використанням візуального моделювання біологічних процесів засобами мультиплікації та комп’ютерні евристичні тренажери до тем “Функції та їх властивості”, „Похідна та її застосування”.

Ідеї, сформульовані в дисертації, можуть стати базою для створення нових або вдосконалення чинних посібників у процесі навчання вищої математики. Результати дослідження можуть стати в нагоді викладачам, студентам біологічних спеціальностей ВНЗ та математичних спеціальностей педагогічного напрямку.

Упровадження здійснювалося в навчальному процесі біологічних спеціальностей і факультетів Донецького національного університету (довідка № 30/01-26/6.1.0 від 10.01.2011); Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (довідка № 44/03 від 08.02.2011); Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського (довідка № 82-05.01/220 від 02.02.2011), Харківського національного педагогічного університету імені Г.Сковороди (довідка № 501 від 11.02.2011).

Особистий внесок здобувача полягає в уточненні змісту поняття професійно орієнтоване навчання, введенні поняття професійно орієнтовані

дослідницькі вміння; установленні основних компонентів дослідницької діяльності студентів, що обумовлюють формування дослідницьких умінь студентів у процесі навчання вищої математики; підготовці інтегрованих лабораторних і практичних робіт, індивідуальних завдань з вищої математики для студентів-біологів; доповненні цілей навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей професійно орієнтованими вміннями, серед яких головними є професійно орієнтовані дослідницькі вміння; доповненні змісту курсу системами професійно орієнтованих біологічних завдань; виявленні ефективних шляхів, методів, прийомів та організаційних форм впливу на процес формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей, зокрема, застосуванні прийомів математичного моделювання у розв'язанні задач біологічного змісту; розробці доцільних засобів навчання вищої математики як професійно орієнтованого курсу для майбутніх біологів-дослідників (підготовка презентацій до лекцій за курсом з використанням мультиплікації, розробка евристичних тренажерів за темами “Функції та їх властивості”, „Похідна та її застосування” – комп'ютерних програм зі складу евристико-дидактичних конструкцій).

У статті [271], написаній у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в тому, що автором описано технологію створення систем професійно орієнтованих задач та запропоновано технологію навчання студентів-біологів через такі системи, підготовлено текст статті. У статті [116], написаній у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в тому, що автором показано доцільність використання комп'ютерно орієнтованих засобів під час вивчення вищої математики студентами біологічних спеціальностей для управління їх дослідницькою діяльністю, підготовлено текст статті.

У навчально-методичному посібнику [248] автором запропоновано систему організації самостійної роботи студентів з використанням професійно орієнтованих задач, що сприяють формуванню дослідницьких та евристичних умінь студентів біологічних спеціальностей, автором сконструйовано близько 120 задач, підготовлено текст посібника.

В електронному підручнику [115] автором дібрані теоретичні питання й тестові завдання для самоперевірки студентів, дидактичний практикум і питання для дискусії, створені окремі комп'ютерні програми з розділу «Комп'ютерна підтримка теми».

Апробація результатів дослідження. Основні теоретичні і практичні результати дослідження попередньо обговорювалися у період з 1992 по 2001 роки та дістали схвалення в період з 2002 по 2010 роки на I, II та III міжнародних науково-методичних конференціях «Евристичне навчання математики» (Донецьк, 2000, 2005, 2009 рр.); V та VIII міжнародних наукових конференціях імені академіка М. Кравчука (Київ, 1996, 2000), Міжнародній науковій конференції «Проблеми теорії і методики преподавания математики, физики и информатики» (Мінськ, 1998); Міжнародній науковій конференції «Математическое образование: современное состояние и перспективы (к 80-летию со дня рождения профессора А.А.Столяра)» (Могилев, 1999), Міжнародній науковій конференції «Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь» (Київ, 2002), Міжнародній науково-практичній конференції «Математична освіта в Україні: минуле, сьогодення, майбутнє» (Київ, 2007), Міжнародній науково-методичній конференції «Проблеми математичної освіти» (Черкаси, 2010 р.); Республіканській науково-методичній конференції, присвяченій 200-річчю з дня народження М.І.Лобачевського (Одеса, 1992), Республіканській науково-методичній конференції «Організація і методичні аспекти модульного навчання та рейтингового контролю знань студентів (Алчевськ, 1992), Республіканській науково-методичній конференції «Проблеми багатоступеневої підготовки спеціалістів у інженерних ВНЗ» (Алчевськ, 1993), IV Всеукраїнській науково-технічній конференції «Актуальні питання теоретичної та прикладної біофізики, фізики та хімії «БФФХ - 2008» (Севастопіль, 2008), Міжрегіональній науково-практичній конференції "Соціально-педагогічні проблеми професійної підготовки майбутніх учителів"(Житомир, 1993), IV, VI, IX, XI та XII регіонального методичного семінару «Застосування та удосконалення методики викладання математики» (Донецьк, 1998, 2000, 2003, 2005, 2006), регіональній науково-практичній конференції Донецького національного університету «Педагогічні технології»

(Донецьк, 2008), IV Міжвузівській науково-практичній конференції "Нові інформаційні технології в навчальному процесі загальноосвітньої школи та вузу" (Київ, 1995), науково-методичній конференції з проблем викладання фундаментальних дисциплін (Донецьк, 1999), науковій конференції Донецького національного університету за підсумками науково-дослідної роботи (Донецьк, 2001).

Узагальнені результати дослідження обговорені на засіданнях кафедри біофізики Донецького національного університету (протокол № 12 від 17 лютого 2011 р.) та кафедри математики і теорії та методики навчання математики Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова (протокол № 10 від 6 квітня 2011 р.) і викладені в публікаціях.

Публікації. Основні положення і результати дисертації опубліковано в 41 праці, зокрема в: 13 статтях, 9 з яких у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України [116; 249; 254 - 256; 269 - 272]; 24 – у матеріалах і тезах конференцій [105; 181 - 186; 208; 250 - 253; 273 - 284], двох навчально-методичних посібниках для студентів біологічних спеціальностей „Застосування ймовірностно-статистичного апарату до розв’язання задач біологічного змісту” [248] та „Вивчаємо основи вищої математики (модуль 1)” [94]; одному електронному підручнику для студентів-біологів „Основи вищої математики для біологів” [115] та у методичній розробці для студентів біологічних спеціальностей «Інтегровані лабораторні роботи з вищої математики для майбутніх біологів» [257].

Структура роботи. Дисертація складається зі вступу, двох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, 10 додатків, серед яких комп’ютерний диск CD-R, списку використаних джерел із 311 найменувань, з них 9 іноземною мовою. Основний зміст дисертації викладений на 182 сторінках, він містить 20 рисунків, 3 схеми і 5 таблиць. Загальний обсяг дисертації становить 254 сторінки.

РОЗДІЛ 1.

НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ МАЙБУТНІХ БІОЛОГІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

1.1. Роль курсу вищої математики у формуванні майбутнього біолога-дослідника

Одним із шляхів розв'язання проблеми формування у студентів умінь самостійно розв'язувати виробничі питання із застосуванням знань з математики є інтеграція - послідовна і повна реалізація органічного взаємозв'язку різних навчальних дисциплін. Інтеграцію у навчальному процесі досліджували такі вчені, як В.Г.Бевз [24], Н.Бейли [27], Ю.В.Деркач [74], І.М.Козловська [301], Н.М.Лосєва [142], М.А.Якубовський [301] та інші. Проведені дослідження підтверджують, що інтеграція в навчанні забезпечує формування цілісних, комплексних знань та вмінь, які сприяють усвідомленню майбутнім фахівцем глибинних взаємозв'язків структурних компонентів аналізованого явища.

Забезпечення інтеграції у процесі підготовки майбутніх біологів здійснюється через професійну спрямованість навчання математичних дисциплін на основі міжпредметних зв'язків. У своїх працях В.С.Билков [47], М.С.Головань [63], Ю.В.Деркач [74], М.Я.Ігнатенко [97], І.А.Ігошев [98], Л.О.Соколенко [235], В.О.Швець [290] Н.В.Шульга [296] та інші підкреслювали важливе значення реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення різних дисциплін. Професійна спрямованість навчання математики у підготовці майбутніх біологів сприяє вдосконаленню процесу формування комплексних знань, умінь та навичок, усуває наявні в багатопредметній системі навчання суперечності між розрізненими знаннями з окремих предметів та необхідністю синтезу цих знань, їх комплексного застосування на практиці.

Добре відомо, що математичні дисципліни закладають природничонаукові обґрунтування спеціальних фізичних, хімічних, біологічних та ін.

проблем [78; 310]. Незважаючи на те, що в різні часи роль математики в деяких областях природознавства була неоднаковою, зараз роль математики і математичних методів саме в біології незмінно зростає, оскільки:

- будь-яке біологічне твердження через тісну взаємодію з законами фізики і хімії вимагає використання математичного апарату;
- в сучасних біологічних наукових експериментах систематизувати кількість нової інформації без математичного апарату неможливо;
- застосування сучасної математики до положень і законів біології, які були сформульовані без використання математики, дозволяє надати їм чіткішу і змістовнішу форму, а також виявити нові, раніше невідомі аспекти.

Пріоритетним завданням навчання вищої математики, як відзначає В.М.Дрібан [78], є розвиток мислення студентів до рівня, який допоміг би їм стати компетентними фахівцями в області біології, опанувати вміння використовувати отримані знання для самостійного збагачення, узагальнення і систематизації знань, для вирішення проблем в реальному житті. Важливою умовою виконання цього завдання є формування у студентів дослідницьких умінь.

Дослідження підтверджують, що багато студентів, які вивчають курс вищої математики, не розуміють необхідності такого вивчення доти, поки вони не почнуть займатися професійною діяльністю або науково-дослідницькою роботою [48; 49]. Може статися, як відзначає Н. Бейлі [27], що через виробничу необхідність молодому фахівцеві в терміновому порядку потрібно буде засвоїти досить великий обсяг знань в області математичної біології (наприклад, під час роботи над темою своєї дисертації або під час освоєння нових методик і приладів), і спроба швидко опанувати незнайомий метод дослідження і відповідні спеціальні методики може виявитися для нього дуже складною. Всього цього можна уникнути, якщо організувати навчання вищої математики так, щоб розвивати дослідницькі вміння майбутніх фахівців-біологів вже на стадії вивчення основних тем курсу [27; 68; 95; 160].

У рамках констатувального експерименту нами проведено анкетування студентів біологічного факультету Донецького національного університету з

метою з'ясування їх ставлення до занять вищою математикою (Додаток А). На питання: «Чому мені потрібні (не потрібні) заняття математикою?» ті, що анкетувалися, повинні були відповісти конкретно, не приводити такі загальні аргументи, як «математика – цариця всіх наук», а бути максимально суб'єктивними, писати лише про себе, про свої плани, відчуття і думки.

Відповіді розподілилися таким чином: «Мені не потрібні заняття математикою, тому що:

- біологічні науки – це природничі науки, які не пов'язані з точними науками, включаючи математику, так навіщо ж витратити час на їх вивчення;
- біологам математика не потрібна, тому немає необхідності її вивчати;
- я не люблю математику, не розумію її і навмисне вибирав спеціальність, яка не пов'язана з математикою».

Виявилось, що серед студентів, які навчаються за фахом «Біологія» і які мали з математики в школі високий бал (10-12), ніхто не ставився негативно до вивчення даної дисципліни. Серед студентів, які мали в школі середній бал (7-9), негативно до вивчення математики в університеті ставилися 14% студентів; серед тих, хто мав низький атестаційний бал (4-6) – 96%.

Таке розуміння ролі математики у формуванні біолога-дослідника, оцінка її місця в біологічних науках і її значення при вирішенні конкретних наукових та прикладних питань пов'язано з недостатнім уявленням опитуваних про сутність математичних знань, математичних моделей і методів, що використовуються при формуванні дослідницьких умінь майбутнього біолога.

Не дивлячись на те, що у всі часи математика має і матиме безперечне культурне і практичне значення, доводиться констатувати, що «культурна складова» математичної освіти майбутніх фахівців природничонаукового профілю все ще залишається розмитою [61]. Не існує чіткого розуміння того, що зміст вищої математики як предмету вивчення для студентів-біологів повинен бути побудован на системі професійно орієнтованих завдань, що є засобом формування дослідницьких умінь майбутнього фахівця. Теоретичний матеріал, який пропонується в курсі математики, повинен носити характер

доступної доцільності з точки зору використання його в предметах природничонаукового циклу (див. схему 1.1), у тому числі і біологічних (див. схему 1.2), а також у майбутній професійній діяльності.

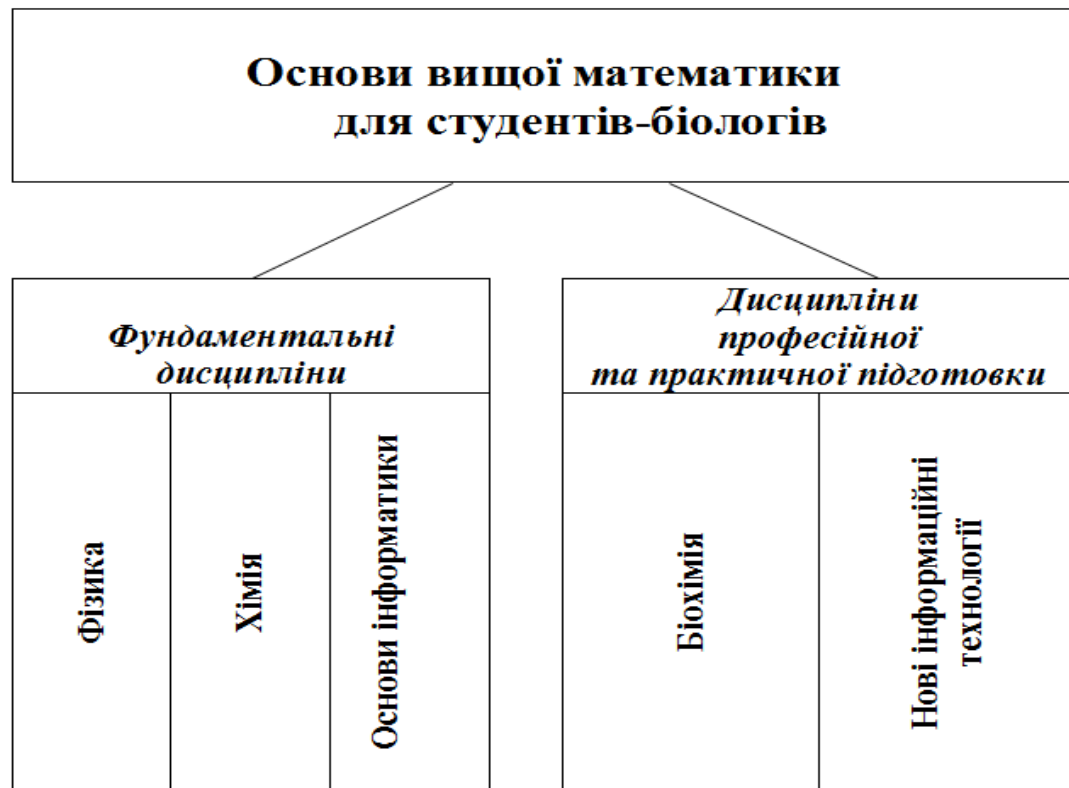


Схема 1.1. Міжпредметні зв'язки курсу вищої математики з природничонауковими дисциплінами

Математична підготовка студентів-біологів охоплює інваріантний і варіативний компоненти. Обов'язковими в підготовці бакалаврів в університетах є такі математичні дисципліни як вища математика і математичні методи в біології. Варіативну частину представлено спецкурсами і спецсемінарами, які відрізняються за тематикою. Наприклад, в Донецькому національному університеті студентам різних біологічних спеціальностей викладаються такі спеціальні курси (або курси за вибором): математичні моделі біологічних процесів, ймовірно-статистичні методи в біології, диференціальні рівняння в біології і медицині та ін.

Мета навчання вищої математики – надати студентам уявлення про методи математичних досліджень в біології, сформувати уміння дослідження біологічних явищ і об'єктів в майбутній професійній діяльності.



Схема 1.2. Зв'язок курсу вищої математики з дисциплінами біолого-математичного змісту

У традиційній системі навчання студентів біологічних спеціальностей зміст і цілі вивчення вищої математики визначаються державними освітніми стандартами України, згідно з якими вища математика вивчається на першому курсі. У Галузевих стандартах вищої освіти за напрямом підготовки 6.0704 "Біологія" вказані змістовні модулі курсу вищої математики і визначені вміння, що забезпечують їх засвоєння. Аналіз галузевого стандарту дозволив виділити 7 основних розділів вищої математики, що поділено на змістовні модулі, які запропоновані для вивчення на біологічному факультеті (див.табл.1.1).

Запропонована таблиця дозволяє зробити висновок про те, що саме дані змістовні модулі потребують наповнення професійно орієнтованими завданнями для забезпечення формування дослідницьких умінь майбутніх біологів-дослідників.

**Аналіз галузевого стандарту
вивчення курсу вищої математики**

№ п/п	Розділ вищої математики	Змістове наповнення модулів	Уміння, що забезпечують засвоєння змістовних модулів
1.	Аналітична геометрія	<ul style="list-style-type: none"> • Обчислення кута між векторами. • Характеристики векторів. • Одиниці виміру векторів. • Скалярний і векторний добуток векторів і його обчислення. • Поняття про декартову систему координат. • Обчислення кута між прямими • Типи рівнянь прямих. • Визначення кута між площинами. • Загальне рівняння площини. • Обчислення півосей, координат фокусів і ексцентриситета еліпса і гіперболи. • Канонічні рівняння еліпса (циліндра, еліпсоїда) і гіперболи. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ У декартовій системі координат на підставі розрахунків скалярного і векторного добутку двох заданих векторів визначити кут між ними; ✓ У декартовій системі координат, використовуючи рівняння двох заданих прямих, визначити кут між ними; ✓ У декартовій системі координат, використовуючи рівняння двох заданих площин, визначити кут між ними. ✓ У декартовій системі координат на підставі канонічних рівнянь еліпса і гіперболи обчислити їх півосі, координати фокусів і ексцентриситет за умови, що вони проходять через дві задані точки.
2.	Лінійна алгебра	<ul style="list-style-type: none"> • Обчислення добутку двох квадратних матриць; • Поняття матриць. Типи матриць і їх властивості; • Формула добутку двох матриць; • Обчислення мішаного добутку трьох векторів (розкриття визначника третього порядку); • Правило розкриття визначника другого порядку. Властивості визначників; • Аналіз систем лінійних рівнянь алгебри; 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ В професійно спрямованих завданнях обчислити добуток двох матриць, використовуючи формулу добутку двох матриць,; ✓ В професійно спрямованих завданнях обчислити мішаний добуток трьох заданих векторів, використовуючи правило розкриття визначника другого порядку; ✓ В професійно спрямованих завданнях на основі методу Крамера досліджувати задану систему лінійних рівнянь.

		<ul style="list-style-type: none"> • Метод Крамера. 	
3.	Функція однієї змінної. Теорія границь	<ul style="list-style-type: none"> • Обчислення границі функції; • Функція однієї змінної, способи завдання функції, класифікація функцій і неперервність функції; • Дві визначні границі. 	✓ В професійно спрямованих завданнях знайти границю даної функції, використовуючи визначні границі.
4.	Диференціальне числення функції однієї змінної	<ul style="list-style-type: none"> • Обчислення похідної функції, її диференціала і границі; • Геометричний і фізичний зміст похідної. Таблиця похідних основних елементарних функцій. Визначення диференціала функції; • Правила диференціювання функцій і правила Лопіталя для обчислення границі функції, що має невизначеність; • Розвинення функції в ряд Тейлора в околі даної точки; • Формула Тейлора. Обчислення похідних вищих порядків; • Побудова схематичного графіка функції; • Дослідження функції на екстремум (метод інтервалів) і знаходження асимптот графіка функції; • Види асимптот графіка функції. 	<p>✓ В професійно спрямованих завданнях, використовуючи правила диференціювання функцій і правила Лопіталя, обчислити похідну даної функції, її диференціал і границю;</p> <p>✓ В професійно спрямованих завданнях, використовуючи формулу Тейлора, розвинути задану функцію в ряд Тейлора в околі заданої точки;</p> <p>✓ В професійно спрямованих завданнях на підставі методики дослідження заданої функції на екстремум і знаходження асимптот графіка цієї функції побудувати її схематичний графік.</p>
5.	Функції багатьох змінних	<ul style="list-style-type: none"> • Дослідження на екстремум функції двох змінних і розв'язання задачі інтерполяції. • Поняття про функцію 	✓ В професійно спрямованих завданнях, застосовуючи метод найменших квадратів, досліджувати на екстремум задану функцію

		<p>багатьох змінних, частинні похідні, градієнт функції. Завдання інтерполяції.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Метод найменших квадратів. 	двох змінних і розв'язати завдання інтерполяції.
6.	Інтегральне числення функції однієї змінної	<ul style="list-style-type: none"> • Обчислення інтегралів. • Поняття про інтегрування. Невизначений інтеграл. Таблиця основних інтегралів. Формула Ньютона-Лейбніца. Геометричний зміст інтеграла. Невласний інтеграл першого роду. Ряд Фур'є. • Методи заміни змінної і інтегрування по частинах. 	✓ В професійно спрямованих завданнях, застосовуючи методи заміни змінної і інтегрування по частинах, обчислити задані інтеграли.
7.	Диференціальні рівняння	<ul style="list-style-type: none"> • Розв'язання задачі Коші для лінійного неоднорідного диференціального рівняння першого порядку. • Лінійні неоднорідні і однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Рівняння із змінними, що розділяються. • Метод варіації змінної. • Розв'язання задачі Коші для лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. • Лінійні однорідні і неоднорідні диференціальні рівняння другого порядку. Метод зниження порядку. • Характеристичне рівняння для лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. • Розв'язання задачі Коші для лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами. 	<p>✓ В професійно спрямованих завданнях, застосовуючи метод варіації змінних, розв'язувати задачу Коші для заданого лінійного неоднорідного диференціального рівняння першого порядку</p> <p>✓ В професійно спрямованих завданнях розв'язати задачу Коші для заданого лінійного однорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами, побудувавши для нього характеристичне рівняння.</p> <p>✓ В професійно спрямованих завданнях розв'язати задачу Коші для заданого лінійного неоднорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами.</p>

Тому при складанні програми курсу «Вища математика» для студентів біологічного факультету необхідно враховувати те, що для біолога найбільш важливим є практичний аспект математики, і він повинен уміти:

- формулювати математичні завдання;
- грамотно будувати математичні моделі явищ, що вивчається;
- вибирати і застосовувати якісні математичні методи дослідження;
- виконувати необхідні обчислення із застосуванням сучасної обчислювальної техніки;
- використовувати результати для прогнозування і прийняття рішень.

Курс «Вищої математики» для студентів-біологів повинен обов'язково містити такі розділи як: комплексні числа; матриці і визначники матриць; системи лінійних рівнянь; аналіз функцій однією змінною; аналіз функцій багатьох змінних; диференціальні рівняння; теорія ймовірностей і математична статистика. Вибір цих розділів обумовлений тим, що саме вони найширше використовуються в таких галузях теоретичної і прикладної біології як біогеоценологія, ґрунтознавство, екологія, генетика, біохімія, біофізика, фізіологія і в окремих розділах зоології, ботаніки, мікробіології. Зв'язок курсу вищої математики для студентів-біологів з біологічними дисциплінами показаний на схемі 1.3.

При вивченні кожного з розділів математики, що наведено вище, на біологічному факультеті повинен використовуватися принцип професійної (біологічної) спрямованості, тобто поряд з вивченням загальних методів повинні розглядатися і більш спеціальні методи, що безпосередньо пов'язані з реальними біологічними об'єктами, тим самим формуючи у майбутнього біолога дослідницькі вміння.

Ми погоджуємося з думкою К.В.Власенко про те, що під професійно спрямованим навчанням розуміється застосування змісту навчального матеріалу та організацію його засвоєння в таких формах і видах діяльності, які відповідають системній логіці побудови курсу математики і моделюють (імітують) пізнавальні й практичні завдання професійної діяльності майбутнього фахівця [49].

Основи вищої математики	<i>Фундаментальні дисципліни</i>	Екологія
		Теорія еволюції
	<i>Дисципліни професійної і практичної підготовки</i>	Ботаніка
		Зоологія
		Гістологія
		Загальна цитологія
		Анатомія рослин
		Анатомія людини
		Фізіологія людини
		Фізіологія і біохімія рослин
		Біологія індивідуального розвитку
		Мікробіологія
		Радіобіологія
		Генетика
		Імунологія
		Молекулярна біологія
		Ґрунтознавство
		Основи сільського господарства
		Охорона природи
		Біофізика
	Моніторинг довкілля	
	<i>Дисципліни самостійного вибору вузу</i>	Нові технології біоіндикації і екологічних проблеми Донбасу
		Фізичні методи в біології
		Введення в експ.фізіологію і медицині
		Функціональна діагностика у фізіології і медицині
		Медико-біологічні аспекти дії фізичних чинників
		Магнітобіологія

Схема 1.3. Зв'язок курсу вищої математики з біологічними дисциплінами

Професійна спрямованість навчання передбачає занурення студента в контекст майбутньої професійної діяльності вже на першому курсі. По-перше, це означає формування професійно значущих знань, що відображають зв'язок математичних понять, теорем, методів з майбутньою професією та через неї

наповнюють вивчення математики особистісним змістом. Одночасно із цим формується психологічна готовність студента застосовувати математичні знання в подальшій роботі. По-друге, професійна спрямованість навчання математики має на увазі організацію квазіпрофесійної діяльності студента (навчально-пізнавальної діяльності, що моделює математичний аспект його майбутньої роботи). Це забезпечує один із основних структурних елементів змісту навчання – досвід здійснення емоційно-ціннісних відносин у формі особистісної орієнтації студента – і тому поліпшує фундаментальну математичну підготовку й сприяє підвищенню якості математичних знань.

Фундаменталізацію математичної підготовки С.О.Семеріков [217] визначає через сукупність взаємозалежних функцій (методологічної, професійно орієнтувальної, розвивальної, прогностичної, інтегративної). Ним виділено відповідні шляхи реалізації фундаменталізації у навчальному процесі: насичення змісту вищої освіти системними теоретичними знаннями, фундаментальними теоріями, концепціями, ідеями; домінування дослідницьких методів навчання, творчої діяльності, інтеграції ідей і методів науки, навчання і наукової творчості; саморозвиток студента як суб'єкта мобільної освітньої, професійної та науково-дослідної діяльності.

Професійна спрямованість математичної підготовки в навчанні вищої математики сприяє формуванню і розвитку дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей шляхом:

- розв'язання професійно орієнтованих систем завдань під час вивчення всіх тем курсу вищої математики;
- складання професійно орієнтованих завдань самими студентами (використовуючи евристичні прийоми: варіації, узагальнення, модифікації, а також морфологічний метод конструювання завдань) [283];
- коротких повідомлень або рефератів про застосування математичного апарату до біологічних об'єктів і явищ на заняттях з вищої математики;
- побудови діаграм, графіків, які відображають біологічні показники або процеси.

Виходячи з вище зазначеного, вважаємо, що навчальні робочі програми курсу вищої математики і відповідний навчальний матеріал для студентів біологічних спеціальностей повинні добиратися так, щоб вивчаючи математику, студенти знайомилися з деякими біологічними поняттями, процесами і явищами, вміли їх аналізувати, враховуючи профіль майбутньої спеціальності.

Підвищення ефективності рівня професійної підготовки майбутнього фахівця залежить від якості процесу навчання математики.

Серед шляхів удосконалення процесу навчання математики на сучасному етапі розвитку професійної освіти в Україні актуальним, на нашу думку, є:

- реалізація принципу прикладної спрямованості навчання математики;
- розвиток мотиваційної сфери діяльності студентів;
- організація ефективної самостійної діяльності студентів;
- використання інноваційних технологій навчання;
- застосування якісного навчально-методичного забезпечення;
- залучення до процесу навчання кращих працівників підприємств, потенційних працедавців.

Наголошуючи на підвищення ефективності навчання математики та необхідність формування дослідницьких умінь, слід відзначити, що лекції, які читаються для біологів, є коротким, але систематичним поданням змісту курсу вищої математики. Метою курсу лекцій є послідовний виклад основних положень вищої математики, її мови і теорій, а також обговорення основних математичних завдань, їх суті і методів розв'язання. Тому необхідно, щоб викладання матеріалу проводилося з використанням біологічних прикладів, ілюструвало хід розвитку біологічної і математичної думки, показувало еволюцію біологічних понять у зв'язку з застосуванням математичних методів їх дослідження. Як приклади застосування математичних методів дослідження в біології можна навести наступні факти:

- жодна реакція розпаду радіоактивних речовин не може бути вивчена без знань диференціальних рівнянь;

- у генетиці дуже часто використовуються методи лінійної алгебри і інтегрального числення;
- для вивчення процесів в популяціях різних організмів необхідні знання частинних похідних і геометричних прогресій;
- для досліджень в області зоології і ботаніки необхідно володіти навичками обчислення значень логарифмічних і показникових функцій;
- розрахунки із забруднення повітря, води, ґрунту також вимагають математичних знань.

Практичні заняття з вищої математики спрямовані на засвоєння, повторення і закріплення лекційного матеріалу через активне обговорення і пояснення важливих теоретичних положень і методів в процесі аналізу, пошуку і розв'язання системи математичних професійно орієнтованих завдань з подальшою повторною їх обробкою в рамках самостійної аудиторної і домашньої роботи [83]. До таких занять треба віднести і лабораторно-практичні заняття у курсі вищої математики .

Науковцями досліджені окремі аспекти питання професійної спрямованості лабораторно-практичних занять. Так, В.І.Андрєєв та О.С.Шулиндіна [12] наголошують на необхідності залучення студентів до елементів творчої діяльності під час лабораторних робіт; О.Є.Первун [189] наводить приклади використання домашніх завдань, які передбачають роботу з шкільним підручником біології; Н.В.Шульга [296] рекомендує попереднє вивчення студентами на вступному лабораторному занятті особливостей організації пізнавальної діяльності з урахуванням змісту конкретної дисципліни, що є мотиваційним етапом дидактичного процесу. Такі заняття корисні для формування майбутньої професійної діяльності, тому упровадження інтегрованих лабораторних робіт з математики для студентів біологічних спеціальностей є предметом нашого окремого розгляду (див. п.2.2.1).

Для формування прийомів дослідження об'єктів математичними методами в процесі розв'язування кожної задачі доцільно ставити такі питання

як «з чого слід починати розв'язування задачі», «які умови і вимоги задачі», «який об'єкт і які його характеристики відомі», «чи варто побудувати схематичний запис задачі», «чи потрібно розукрупнити завдання, тобто представити у вигляді декількох завдань», «чи необхідна графічна інтерпретація умов задачі» і тому подібне. І лише після активного обговорення питань, спрямованих на розв'язання завдання, що поставлене студентам, необхідно ставити головне питання – «Яка структура процесу розв'язання задачі, що обговорюється?», щоб кожен студент зміг сам розписати основні етапи розв'язання задачі і самостійно їх реалізувати на практиці [224].

Аналіз літератури з проблеми дослідження та проведене анкетування (див. Додаток А) серед студентів біологічних спеціальностей показали, що розв'язання проблеми формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь у навчанні вищої математики для студентів, які розрізняються загальними і спеціальними здібностями, мотивацією, рівнем наявних знань і базових умінь, потребує впровадження нової методичної системи навчання. Тобто, необхідна розробка такої методичної системи навчання, яка будується на основі впровадження в курс вищої математики систем професійно орієнтованих завдань, що спрямовані на формування та розвиток дослідницьких умінь студентів-біологів, інтегрованих форм організації навчального процесу та інноваційних методів.

Окрім теоретичних знань з вищої математики і практичних умінь розв'язання професійно орієнтованих завдань упровадження такої системи в курс навчання вищої математики сприяє:

- знаходженню різних способів розв'язання прикладних завдань;
- усвідомленню універсальності математичної мови;
- формуванню загальної культури особистості;
- формуванню двох важливих функцій особистості: правильно ставити мету дослідження і згідно з нею визначати умови й можливості її досягнення;
- моделюванню і дослідженню за допомогою моделей можливих ситуацій, внаслідок чого з'являються можливості вибору кращих результатів.

Сказане вище дає підстави сформулювати наступні особливості математичної підготовки майбутніх біологів-дослідників є: інтеграційна і прогностична функція математичних знань, що опановують студенти в курсі «Основи вищої математики»; професійна спрямованість навчання курсу вищої математики; орієнтація відбору змісту навчального матеріалу на інтеграцію математики і біологічних дисциплін, на дослідження математичних моделей, що формують уявлення про природу біологічного знання.

1.2. Математичне моделювання в системі підготовки майбутнього біолога-дослідника

Неможливо вказати галузь людської діяльності, де не застосовувалося б моделювання. Розроблені, наприклад, моделі виробництва автомобілів, вирощування пшениці, функціонування окремих органів людини, життєдіяльності Азовського моря, наслідків атомної війни. У перспективі для кожної системи можуть бути створені свої моделі, перед реалізацією кожного технічного або організаційного проекту повинне проводитися моделювання, тому важливим при формуванні дослідницьких умінь майбутнього біолога-дослідника в курсі вищої математики є формування в студентів уявлень про побудову і дослідження математичних моделей.

У системі навчання в вищій школі, як стверджує Л.І.Нічуговська [176], можна констатувати збільшену потребу в підвищенні рівня математичного моделювання як наукового метода опанування спеціальних знань і логіки професійно орієнтованого мислення.

У науковій літературі поняття „модель” трактується досить широко. Цим терміном називають такі поняття як математичний опис процесу чи об’єкта; алгоритмічний опис об’єкта; формулу, що визначає закон функціонування; графічне подання об’єкта (процесу) у вигляді графіка, блок-схеми або кривої, що характеризує динаміку досліджуваного процесу та ряд інших форм і понять.

Наприклад, модель можна визначити як явище, предмет, установку, знакове утворення або умовний образ (опис, схема тощо), що знаходяться в деякому співвідношенні з досліджуваним об'єктом і здатні замінити його в процесі дослідження, даючи інформацію про об'єкт [74; 176].

Якщо мова йде про математичну модель, то більшість науковців схиляються до думки, що математична модель – це система математичних співвідношень, що наближено в абстрактній формі описує досліджуваний процес або систему [289].

Математичними моделями в найпростіших випадках можна вважати відрізок, функцію, вектор, матрицю, скалярну величину або навіть конкретне число.

У більш складних випадках вона дозволяє звести дослідження нематематичного об'єкта до розв'язання математичної задачі, користуючись універсальним математичним апаратом і, як наслідок, отримати не тільки кількісну, а й якісну інформацію про досліджуваний об'єкт. Стосовно “універсальності” математичного апарату, покладеного в основу моделі, необхідно, як зазначає З.І.Слепкань [230], відмітити широкий спектр цієї універсальності у зв'язку з тим, що одні дослідники вважають головним напрямом успіху розвиток застосувань математичної статистики та теорії ймовірностей, інші орієнтуються тільки на дискретну математику, треті спрямовують свої зусилля на використання теорії ігор та класичного аналізу, четверті намагаються знайти аналогії між відомими фізичними законами та різноманітними соціально-економічними явищами і на цій основі створити змістовні формалізовані теорії тощо.

Таке розмаїття методологічних підходів до побудови математичних моделей може свідчити про неможливість однозначного визначення найбільш перспективних і ефективних шляхів органічного поєднання математики з іншими сферами знань, а також акцентувати увагу на необхідності вдосконалення фундаментальної підготовки спеціалістів з математичних дисциплін.

Л.І. Нічуговська виділяє три найбільш поширені напрями побудови математичних моделей [176].

Перший напрям, найбільш абстрактний, у якому реалізується побудова загальних моделей та підходів загально методологічного характеру, що носять яскраво виражений формальний характер, тобто вони описують формальні побудови причинного характеру (моделі фізичних, хімічних, біологічних процесів тощо).

Незважаючи на абстракту суть таких моделей, їх рейтинг у дослідників з різноманітних проблем досить високий, тому що вони вказують на деякі особливості модельних конструкцій, які дозволяють від вербального опису перейти до математичної постановки даної проблеми, тобто формують, залежно від мети дослідження, певний спектр математичних підходів, у межах яких можуть бути реалізовані конкретні змістовні пропозиції.

Другий напрям – це математичні моделі прикладного характеру, що пов'язані з плануванням наукових досліджень, аналізом вихідних даних та їх вимірюванням, основою яких є сучасна статистика, планування експерименту, вибірковий метод та конструювання панельних обстежень, багатовимірний статистичний аналіз, економетрика та ін.

Особливістю таких підходів до моделювання є спроба будувати теоретичну базу математичних моделей на індуктивній основі, тобто визначенням факторів, що характеризують динаміку досліджуваної системи згідно емпіричних даних і гіпотези дослідження та їх структурування у вигляді конкретної моделі. Слід відзначити, що моделі другого напрямку також носять абстрактний характер, але результати подібних модельних досліджень знаходять широке застосування в різноманітних прикладних задачах за рахунок визначення мінімального і, в той же час, достатнього обсягу емпіричних даних, при якому побудована математична модель була б адекватна реальному процесу з певними, наперед фіксованими, обмеженнями.

І, нарешті, *третій напрям* – це математичні моделі окремих процесів, які повністю або частково описують побудову математичними засобами

дедуктивних систем на базі розробки змістовних постулатів, визначень та нових теорем, які можуть бути перевірені як безпосередньо у теорії, так і за її межами на основі їх здатності пояснювати факти реального світу.

Ці моделі можна розглядати як конкретні, тому що їх результати доцільно використовувати лише у тих наукових галузях, в яких і для яких вони були створені. Крім того, їх можна інтерпретувати як нові досягнення конструктивістської математики, що контурно визначають перспективні шляхи розвитку нових галузей знань [176].

У найбільш загальному вигляді математичну модель розглядають як деяку похідну від реальної системи, що детермінується наступними ознаками:

- природою об'єкта дослідження (науково-технічна, техніко-економічна, соціально-економічна, військово-політична, економічна та ін.);
- рівнем агрегації (макрорівень, мікрорівень);
- метою побудови та застосування (знаходження оптимального розв'язання, моніторинг (імітація), баланс тощо);
- характером інформації (апріорна, апостеріорна);
- фактором часу (статика або динаміка);
- фактором невизначеності (детермінований або ймовірнісний процес);
- особливостями математичного апарату, що застосовується в моделі (кореляційно-регресійний аналіз, лінійне та нелінійне програмування, теорія ігор, теорія масового обслуговування, теорія запасів та ін.) [129].

Методи моделювання як розробки моделей по суті подібні і досить широко висвітлені в науковій та навчальній літературі.

На дидактичну доцільність використання в процесі навчання різноманітних (як матеріальних, так і ідеальних) моделей об'єктів переконливо вказують дослідження В. Г. Разумовського [198], Р. Ю. Шенона [293], В. А. Штоффа [295] та ін. У працях зазначених авторів моделювання в основному розглядається як метод навчання. Ми ж розглядаємо моделювання не тільки як метод навчання, але й як метод наукового дослідження, основи якого студенти повинні опанувати під час навчання у вищих навчальних закладах.

Взагалі моделі можна використовувати для вирішення різного роду завдань. Р. Ю. Шенон виділяє п'ять типів моделей за функціональним призначенням: засоби осмислення діяльності, засоби спілкування, інструменти прогнозування, засоби постановки експериментів, засоби навчання та тренажу [293].

В основу формування поняття про "модель" беремо визначення В. А. Штоффа, коли "під моделлю розуміють таку уявну або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дає нам нові відомості про цей об'єкт" [293].

Розкриваючи суть моделювання, необхідно сформулювати у студентів уявлення про моделювання як один із наукових методів дослідження, що дозволяє:

- 1) виявляти найбільш значущі й істотні зв'язки та відносини об'єкта дослідження і відволікти увагу від неістотних;
- 2) використовувати як основну логічну форму умовиводу аналогію, згідно якої: якщо модель має властивості a, b, z, x і оригінал має властивості a, b, z , то, можливо, оригінал має властивість x .
- 3) досліджувати такі об'єкти, безпосереднє експериментальне дослідження яких є вкрай складними або взагалі неможливим через швидкість процесів, масштабів, складності об'єкту.

Формування знань студентів про методи наукового дослідження здійснюється в єдності з розвитком умінь і навичок розв'язування задач на моделювання та експериментально-дослідницьких завдань, що вимагають застосування цих методів дослідження.

Дослідницькі завдання використовуються в навчальному процесі недостатньо. Навіть якщо дослідницька діяльність і організовується, то вона переважно здійснюється з метою опанування студентами нових знань про явища та закономірності, що вивчаються. Акцент на недостатню увагу до опанування новими прийомами і методами дослідницької діяльності прослідковується як у дидактичній, так і в методичній літературі.

Можна виділити наступні етапи математичного моделювання:

- 1) математична постановка задачі, тобто побудова математичної моделі, математичне моделювання;
- 2) вибір методу дослідження поставленої задачі;
- 3) проведення математичного дослідження, в якому можуть бути елементи наближених обчислень;
- 4) аналіз та реальна інтерпретація одержаних математичних результатів.

Узагальнимо існуючі різноманітні підходи до процесу математичного моделювання у вигляді послідовності наступних етапів.

Умовно процес моделювання у загальному вигляді можна звести до наступних кроків:

1. Первинний збір інформації.
2. Постановка завдання.
3. Обґрунтування основних припущень.
4. Створення математичної моделі і її дослідження.
5. Перевірка адекватності моделі реальному об'єкту і визначення меж застосування моделі.

Процес побудови математичної моделі можна, у свою чергу, розділити на наступні етапи:

1. Формулювання законів, що пов'язують основні об'єкти моделі.
2. Запис якісних умов про зв'язки між об'єктами моделі у математичних термінах (складання математичних виразів, нерівностей, рівнянь і т.ін.), тобто створення математичних формулювань завдань.
3. Вибір методу дослідження математичних завдань, які сформульовані.
4. Проведення дослідження математичних задач, до яких призводить дана математична модель.

Оскільки загальних методів створення математичних моделей при розв'язанні біологічних задач немає, то навички в цій галузі можуть бути сформовані лише в результаті вивчення конкретних прикладів, яких треба розглянути достатню кількість на навчальних заняттях.

Слід відмітити, що перевірка адекватності моделі реальному об'єкту - це, суто науково-дослідницький процес, і провести його в загальному курсі вищої математики неможливо тому, що цей процес, як правило, пов'язаний з додатковими й повторними дослідженнями. Тому для розгляду на заняттях повинні вибиратися моделі, які добре відомі і вивчені.

Також слід зазначити й показати на прикладах, що внаслідок великої абстрактності та сама математична модель може описувати різні процеси (наприклад, те саме диференціальне рівняння описує й характер радіоактивного розпаду, і зміну температури тіла).

Вища математика, завдяки математичному моделюванню, має безпосереднє відношення до розв'язання назрілих екологічних проблем [51, 129; 130; 304; 307].

Математичне моделювання також є економічно вигідним засобом для проведення наукових досліджень. Так математична модель дозволяє:

- прискорити або сповільнити плин досліджуваного процесу (як це запропоноване, наприклад, у моделях еволюції деяких популяцій);
- розглянути процес, що досліджується, у стаціонарному режимі (як це запропоноване, наприклад, у моделі скорочення м'яза);
- розглянути процес в умовах, які неможливо створити на землі (наприклад, при вивченні процесів, пов'язаних з відсутністю дії гравітаційних сил) і таке інше.

Таким чином при побудові курсу вищої математики для студентів біологічних спеціальностей слід урахувати те, що він повинен містити такі положення математичного моделювання, які доступні для роботи викладача зі студентами та для сприйняття їх уже на молодших курсах. Основні етапи математичного моделювання доречно використовувати вже на початковому навчальному рівні, коли при вивченні багатьох спеціальних дисциплін починають використовуватися математичні об'єкти. Такий підхід, надасть можливість наводити найпростіші приклади побудови математичних моделей, у яких математика виступає як синтезуючий фактор міждисциплінарних зв'язків

у процесі навчання. А це у свою чергу сприятиме формуванню як наукового світогляду, так і деяких прийомів професійно орієнтованої дослідницької діяльності.

1.3. Структура і теоретичні основи формування дослідницьких умінь

1.3.1. Психолого-педагогічні основи формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей. У освітньому процесі найбільш характерним напрямом підвищення ефективності навчання є створення таких психолого-педагогічних умов, за яких студент може зайняти активну особистісну позицію [6; 13; 31; 115]. Вирішення цього завдання необхідне для розкриття і розвитку творчості, здібностей і талантів студентів, що значною мірою залежить від уміння викладача цілеспрямовано організовувати і управляти як пізнавальною так і їх дослідницькою діяльністю [32; 33; 35; 96; 297]. Здійснювати таке керівництво, як зазначає В.А.Кушнір, викладач може, спираючись на знання психолого-педагогічних закономірностей навчального процесу, які концентрують у собі досягнення психології, дидактики і відповідну методику урахування цих закономірностей у навчання математичним дисциплінам студентів-біологів [128].

Для побудови системи управління навчальною та дослідницькою діяльністю студентів в першу чергу необхідно дослідити **вікові і психологічні особливості**, маючи на увазі ті з них, як стверджує С.М.Дмитрієва [77], які треба враховувати в процесі навчання математичним дисциплінам студентів нематематичних спеціальностей.

Час навчання у ВНЗ припадає на юність і перший період зрілості. Він відрізняється складністю становлення особистісних рис. Цей процес проаналізований у роботах Б.Г. Ананьєва [8], І.С. Кона [112], В.Т. Лісовського [137], С.М. Дмитрієвої [77], Н.Г. Мілорадової [159], В.А. Роменця [206] та ін.

Термін “студент” латинського походження, у перекладі означає “той, хто старанно працює, займається, оволодіває знаннями”. Студент як людина певного віку і як особистість може характеризуватися з трьох сторін:

- психологічного, що являє собою єдність психологічних процесів, станів і властивостей особистості. Головне в цьому аспекті – психічні властивості (цілеспрямованість, темперамент, характер, здібності), від яких залежить перебіг психічних процесів, виникнення психічних станів, вияв психічних утворень;
- соціального утілення суспільних відносин, якостей, породжуваних належністю студента до визначеної соціальної групи, національності тощо;
- біологічного, що включає тип вищої нервової діяльності, будову аналізаторів, безумовні рефлекси, інстинкти, фізичну силу, статуру, риси обличчя, колір шкіри, очей, зріст та ін. Цей погляд в основному визначений спадковістю й уродженими задатками, але у певних межах змінюється під впливом умов життя [222].

Вивчення цих сторін розкриває можливості студента, його вікові й особистісні якості. Порівняно з іншими віковими категоріями, у юнацькому віці відзначається найвища швидкість оперативної пам'яті і переключення уваги, розв'язання вербально-логічних завдань та ін.

Дослідження психологів показують своєрідний розвиток психічних особливостей цього віку – віку молодості [16; 80; 87; 110; 114]. Розвиток спеціалізованої пам'яті і спостереження, що виявляються саме у молодому віці, зростання концентрації уваги, об'єму пам'яті, сформованість абстрактно-логічного мислення, поява уміння самостійно розглядати складні питання і виконувати певні дослідження роблять пізнавальну діяльність активною, сприяють поглибленню інтересу до неї [115].

Пізнавальні інтереси молоді, на відміну від юнацтва, характеризуються тим, що молодь утримує в собі більше протилежних напрямів. Крім того, молодість прагне відкривати найбільшу кількість джерел, які дають естетичне,

інтелектуальне і моральне задоволення, проте відношення до джерел нерідко недостатньо критичне [72].

У студентському віці помітно зміцнюються ті якості, яких не вистачало повною мірою в старших класах, – цілеспрямованість, вмотивованість, рішучість, наполегливість, самостійність, ініціатива, уміння володіти собою. У студентів переважають вольові процеси, причому в протіканні вольових актів вирішальне значення належить обдумуванню [41]. Відмічено, що якщо студент поставив перед собою певну мету в навчальній роботі або ж чітко визначив свої життєві плани з урахуванням наявних інтересів і схильностей, він, як правило, проявляє високу цілеспрямованість і енергію в роботі, а також наполегливість у подоланні труднощів, що зустрічаються [81].

Молодість – це вік, коли прагнення до творчості сильніше всього: цьому сприяє широта захоплень, інтересів. Психологи встановили, що найбільша кількість галузей людської діяльності стартує в творчому плані у віці молодості [206]. Тому у цей період розвитку людини треба застосовувати у процесі навчання такі види діяльності, які сприяють розвитку творчих здібностей. Наведений аналіз дає можливість стверджувати, що саме професійно орієнтована діяльність за своїм характером відповідає психологічним особливостям студентства, завдяки їх прагненню до творчості, пізнання. Тому у студентів, починаючи з перших курсів, доцільно формувати евристичні і дослідницькі уміння, оскільки в цьому віці вже починають вимальовуватися індивідуальні межі творця [1]. Дослідницькі уміння формуються у результаті виконання навчально-пізнавальної дослідницької діяльності студентів. Організація й управління такою діяльністю можливі тільки завдяки сформованій мотивації до її виконання. Отже **мотиваційний компонент дослідницької діяльності і взагалі мотивація до навчання** є передумовою формування навчальних та дослідницьких умінь студентів. С.Л.Рубінштейн [207] відзначав, що для того, щоб особа, яка вчиться по-справжньому, включалася в роботу, потрібно щоб завдання, поставлені перед нею, впродовж навчальної діяльності, були не лише зрозумілі, але і внутрішньо прийняті нею.

Мотиваційна сфера студентів досліджувалася в роботах В.І.Борзенко [40], Л.О.Буйновської [42], С.С.Занюка [93], А.Г.Маслоу [149], Г.В.Терещук [247], Н.Ф.Токарь [258], В.А.Якуніна [302] та інших.

Структура навчальної мотивації багатозначна за змістом і різними формами.

У психології, стосовно мети навчання студентів у вищому навчальному закладі, розглядаються різні навчальні мотиви:

- професійні мотиви (мета – отримати професію);
- пізнавальні мотиви (придбати нові знання і отримати задоволення від самого процесу пізнання);
- прагматичні мотиви (мати вищий заробіток);
- соціальні широкі мотиви (принести користь суспільству);
- мотиви соціального і особового престижу (утвердити себе, зайняти в майбутньому певне положення в суспільстві в цілому, а також в певному найближчому соціальному оточенні) та ін.

Кожен з названих різновидів навчальної мотивації, як відзначає А.К.Маркова [146.], може мати в її загальній структурі домінуюче або підлегле значення і тим самим визначати той або інший рівень індивідуальних досягнень у навчанні, а разом з ними обумовлювати і міру наближення до кінцевої мети навчання.

Як відзначає І.С.Якиманська [300], мотив – це спонукальна сила діяльності, те заради чого вона здійснюється. Структура мотивів студента, що формується в період навчання, як відмічає З.І.Слепкань [231], є стрижнем особистості майбутнього фахівця.

Навчальна мотивація впливає на формування мотивації професійної діяльності. Крім того, на формування пізнавальних мотивів позитивно впливає наявність професійної спрямованості навчання. Тобто формування мотиваційної сфери навчальної діяльності означає формування мотиваційної сфери професійно орієнтованої діяльності студентів.

Під час формування мотиваційної сфери професійно орієнтованої

діяльності необхідно показувати студентам суспільну значущість вибраної ними професії і важливість розвитку студентом своїх професійно значущих якостей. Дієвим засобом при цьому є створення проблемних ситуацій, у процесі розв'язання завдань з професійним змістом. Вони створюють умови, як відзначає Т.В.Габай [54], для самостійної постановки студентами пізнавальних завдань, показують важливість і ефективність придбаних під час навчання знань, умінь для майбутньої професійної діяльності і, з іншого боку, стимулюють інтерес до професії. Таким чином, під час формування мотиваційної сторони професійно орієнтованої діяльності необхідним є забезпечення мотивації, як навчальної діяльності, так і професійної (про один із таких прийомів описано у п.2.2.1).

З процесом формування мотивації пов'язано і її стимулювання, тобто створення чинників, що дають поштовх до спонукаючих дій. У середній школі використовуються такі методи стимулювання, як змагання, пізнавальна гра, навчальна дискусія та ін. [118; 133; 191; 213; 287]. Психофізіологічні особливості першокурсників також дозволяють використовувати перераховані методи, але до них можна додати також, наприклад, проблемний, евристичний, дослідницький методи, які використовуються в процесі управління навчально-пізнавальною дослідницькою діяльністю.

Для розуміння структури такої діяльності та визначення її ролі у системі навчальної діяльності доцільно ***проаналізувати психологічну концепцію діяльності та психологію творчого мислення.***

Діяльність, за О.М. Леонтьєвим, – це такий процес активності людини, який характеризується “тим, що те, на що спрямований даний процес в цілому (його предмет), завжди збігається з тим об’єктивним, що спонукає суб’єкта до даної діяльності, тобто мотивом” [135].

Діяльність здійснюється в формі дії або сукупності дій. Дія з визначеною метою здійснюється різними способами залежно від тих умов, в яких ця дія здійснюється. Ці способи називаються операціями. Операції – це перетворені дії, дії, які стали способами здійснення інших, більш складних дій.

Людська діяльність, як зазначає Г.І. Щукіна [297], має об'єктивно-суб'єктивний характер. Об'єктивність її сутнісних властивостей у той же час виражає і її людські сторони: суб'єктом діяльності, який здійснює цілепокладання, є людина.

Згідно з теорією домінуючої діяльності, розробленою О.М.Леонтьєвим [134], діяльність (як навчальна так і професійна) не складається механічно із окремих її видів. Деякі з них на визначеному етапі розвитку особистості є домінуючими і мають більше значення, а інші – менше значення.

Під навчальною діяльністю психологи розуміють діяльність тих хто навчається, яка спрямована на здобуття теоретичних знань про предмет вивчення та опанування загальними прийомами розв'язання пов'язаних з ним завдань, і тому - на їх розвиток та формування особистості [1].

Г.О. Атанов [17], досліджуючи процес формування навчальної діяльності студентів, зазначає, що під навчальною діяльністю розуміють спеціально організовану діяльність, що направлена на засвоєння досвіду попередніх поколінь, результатом якої є формування способу дій.

При передачі досвіду суспільно-історичної практики викладач повинен формувати у студентів уміння здійснювати діяльність [168]. Тобто метою навчання теж є діяльність і саме навчальна діяльність, або дії та операції, за допомогою яких вона реалізується і які спрямовані на розв'язання специфічних для навчання завдань. Таким чином, кінцевою метою навчання є формування способу дій. Щодо вищої школи – це означає, що студент повинен засвоїти способи дій, на яких ґрунтується його майбутня професійна діяльність [56].

Навчальна діяльність студентів є специфічним видом діяльності і має певні особливості. Вона являє собою і мету, і продукт навчання. Діапазон навчальних цілей є досить широким – від формування у студента умінь здійснювати професійну діяльність в цілому до засвоєння студентом конкретної теми чи питання навчальної програми. Перші є віддаленими, другі – найближчими навчальними цілями [153]. Успіх у досягненні віддалених цілей

визначається тим, наскільки сформульовані найближчі цілі, наскільки ефективно організованим є процес їх досягнення.

Діяльність викладача прямо або безпосередньо спрямована на організацію діяльності студентів. Як зазначає Г.О. Атанов [17], *саме управління навчальною діяльністю, а не передача знань, є механізмом навчання.*

Специфіка діяльності викладача полягає в тому, що він організує, а отже, намагається створити сприятливі дидактичні умови для управління навчальною діяльністю студентів. Тому в дидактичному аспекті навчальна діяльність, як зазначає В.І. Андрєєв [10], – “це діяльність студентів, яку організує викладач з метою збільшення ефективності процесу навчання, спрямована на розв’язання навчальних завдань різного класу, в результаті якої вони набувають знання, уміння, навички і розвивають свої особистісні якості”.

У структурі навчальної діяльності В.В. Давидов [72] виділяє три компоненти:

- 1) мотиви та навчальні завдання;
- 2) навчальні дії;
- 3) дії контролю та оцінювання.

Навчальну діяльність, як зазначає З.І. Слєпкань [231], не можна звести до жодного з компонентів. Повноцінна навчальна діяльність завжди є єдністю і взаємопроникненням усіх цих трьох компонентів. Тому у студентів необхідно формувати навчальні мотиви, завдяки чому знання й уміння набудуть для них особливого сенсу.

У вищій школі різновидом навчальної діяльності є професійно орієнтована навчальна діяльність. Вона є основою майбутньої професійної діяльності, яка в свою чергу є багатофункціональною діяльністю, системою, що репрезентує різні види діяльності. Тому при формуванні прийомів професійної діяльності у студентів, як зазначає Ю.А. Галайко [55], необхідним є виконання ними під час навчання різних видів професійно орієнтованої навчальної діяльності.

Оскільки дослідницькі уміння повинні бути суттєвими у професійній діяльності сучасного фахівця у галузі біології, то виникає проблема дослідження професійно орієнтованої навчальної діяльності.

Саме формування професійно орієнтованої навчальної діяльності студентів є однією з основних передумов формування дослідницьких умінь у вищій школі.

Зв'язок між навчальною, пізнавальною, навчально-пізнавальною та професійно орієнтованою навчальною діяльностями вказує на те, що особливістю професійно орієнтованої навчальної діяльності є фактор суб'єктивного “відкриття” нового знання, що має суб'єктивну значущість та новизну (як і у навчально-пізнавальній діяльності).

Діяльність, у тому числі і професійно орієнтована, – утворення складне і багатопланове та може бути структуроване різними способами. Функціональний, динамічний, операційний способи запропоновані Є.І.Машбіцем [154], організаційний – Л.М.Фрідманом [265].

Принцип професійної спрямованості має особливе значення. Він відображає одну з основних особливостей процесу навчання у вищій школі – ідеї професіоналізації у викладанні майже всіх наук представлені набагато яскравіше, ніж у середній школі. У зв'язку з цим, як зазначають В.А. Попков [196] та А.В. Коржуєв, щодо змісту курсів природничонаукових дисциплін мова повинна йти про введення у зміст навчання професійно значущого матеріалу на основі аналізу змісту фундаментальних та спеціальних дисциплін за умови зберігання логічної цілісності навчального предмета; введення у зміст навчання професійно значущих умінь або видів діяльності.

Таким чином, реалізація цього принципу та інших принципів дидактики у вищій школі, як буде показано далі, виступає необхідною умовою формування професійно значущих дослідницьких умінь.

Підвищення ефективності формування дослідницьких умінь пов'язане з підвищенням ефективності засвоєння студентами знань та розумових дій. Найбільш продуктивний шлях до цього – активізація розумової діяльності

студентів [127]. Як показує досвід, якщо студент не привчений до завдань, питань, спілкування з викладачем, то його не хвилюють і проблемні ситуації. Більш того, вони самі можуть втратити свій зміст [161].

З позицій теорії діяльності діалогічне спілкування є найважливішою складовою сучасного навчання [82]. Воно відповідає, як відзначає В.В.Серіков [218], одному з орієнтирів сучасної освіти – уявленню про спільність студентів та викладачів, дослідницьку спільність, спільність, що породжує знання.

Особливої уваги в цьому контексті потребує реалізація одного із головних *принципів розвивального* навчання “від монологу викладача” – до діалогу “студент-викладач-студент”, що набуває особливої актуальності при розгляді проблемних ситуацій, які виступають як каталізatori творчого мислення особистості і формування дослідницьких умінь [216].

Націливши студентів на результат діяльності, який досягається спільно, викладач може не боятися йти на конфліктні ситуації, коли студенти обирають, до якого роду дій вони приєднаються, будуть вони разом з педагогом шукати способи розв’язання проблеми чи займуть позицію об’єкта управління, будуть вони діяти як партнери чи індивідуально. Це сприяє набуванню студентами власного досвіду, формуванню евристичних прийомів.

Оскільки студент у евристичному навчанні ставить власні цілі, відкриває знання, виробляє методологічну та навчальну продукцію, то зміст навчання розвивається (змінюється) в ході його діяльності. Студент стає суб’єктом, конструктором своєї освіти; він - повноправне джерело та організатор своїх занять, як відзначають Н.М.Лосева і О.І.Скафа [140], не менш важливий ніж викладач і підручник. Цьому сприяє організація навчального процесу у вищій школі, яка передбачає більше самостійності у пізнанні, творчості, організації студентами свого навчання. В результаті студенти будують індивідуальні траєкторії в освітніх областях[145].

Отже, для управління професійно орієнтованою дослідницькою діяльністю студентів в умовах кредитно-модульної системи навчання найбільш сприятливою методичною системою є система евристичного навчання.

Розвивальне навчання студентів, як зазначає С.П.Семенець [215], у ВНЗ передбачає формування у них потреби, інтересу та умінь удосконалювати свої знання і здібності. Усвідомлено готуватися до майбутньої професійної діяльності – означає розвивати необхідні здібності, удосконалювати свої розумові якості. Розвивальне навчання передбачає розвиток творчих здібностей школярів (В.В.Давидов [72], Д.Б. Ельконін [298], Л.В.Занков [92], З.І.Калмикова [104] та ін.), студентів (Г.С. Альтшуллер [7], С.П.Семенець [215]), зокрема Г.С. Альтшуллер [7] наголошує на розвитку творчих здібностей особистості шляхом навчання творчої діяльності, навчання розв'язувати винахідницькі завдання із застосуванням теорії розв'язання винахідницьких завдань.

В евристичному навчанні, як зазначає О.І.Скафа [223], розвивається не тільки студент, але і траєкторія його освіти, включаючи розвиток цілей, технологій, змісту освіти.

Важливим для нашого дослідження є *принцип індивідуалізації та диференціації навчання*. Евристичний підхід сприяє його реалізації. Експерименти показують, що залежно від індивідуальних особливостей, інтересів, рівня підготовки з шкільної математики, студенти по-різному опановують матеріал. По-різному сприймаються форми, темпи роботи у вищій школі, складність матеріалу навіть студентами з сильною шкільною підготовкою. Це зумовлює індивідуалізацію та диференціацію в організації навчального процесу з вищої математики.

Відомо, що динаміка психічних процесів (сприйняття, пам'ять, мислення) та рівень вияву психічних функцій (психомоторних, інтелектуальних) різні в умовах індивідуальної і спільної діяльності. При формуванні тих чи інших дослідницьких умінь прийоми індивідуальної та спільної діяльності доцільно комбінувати [242].

Індивідуальна робота студентів при цьому розглядається як їх самостійна робота під керівництвом викладача або за допомогою навчальної комп'ютерної програми тощо. Під час її студенти отримують однакове завдання, але різної міри індивідуальну допомогу на різних етапах діяльності або студенти

працюють із завданнями різного рівня складності (див. Додаток Б). Процес розв'язання вимагає постановки кожним студентом проміжних цілей та пошуку свого шляху їх досягнення і сприяє формуванню у студентів індивідуального стилю дослідницької діяльності.

Організація індивідуальної, спільної роботи повинна бути спрямована на те, щоб студенти не копіювали сліпо загально відомі методи, прийоми розв'язання творчих завдань, а адаптували їх з урахуванням своїх здібностей до конкретної ситуації; кожний раз шукали свій оригінальний метод; обирали свій ритм, темп діяльності, спираючись на свої слабкі та сильні сторони. Успіх у цьому залежить від сформованості у студентів евристичних та дослідницьких умінь.

Важливими для нашого дослідження є психологічні механізми мислення, засвоєння знань, формування вмінь, обґрунтовані в розробках С.Л.Рубінштейна [207], Ю.А.Самаріна [210], пізніше розвинені Д.Н. Богоявленським [36], Н.А.Менчинською [158], К.М.Кабановою-Меллер [102] та іншими.

Розкриваючи психологічний підхід до розумового мислення, Ю.А.Самарін [210] виділяє різні рівні асоціативних систем у процесі розумової діяльності:

- 1) локальні чи однорідні асоціації, які встановлюють зв'язок між окремими фактами безвідносно до системи даних явищ;
- 2) обмежено-системні асоціації, які входять до єдиної системи в межах однієї навчальної теми;
- 3) внутришньосистемні асоціації, які входять до єдиної системи в межах навчального предмета;
- 4) міжсистемні та міжпредметні асоціації, – тобто ті конкретні рівні системності та динамічності розумової діяльності, ту її основну впорядкованість, яка визначає характерні особливості вияву окремих розумових операцій на кожному з таких рівнів.

Як зазначає А.Ф. Есаулов [299], ці рівні мають велике значення, на їх базі виявляються і з них починаються перші, зародкові розумові зусилля не тільки дитини, але і дорослої людини і навіть досвідчених та талановитих винахідників і

вчених, вони відображають стадійно-генетичний процес розумової діяльності людини, що поступово ускладнюється, в її конкретному вияві.

Н.Ф. Тализіна [241] справедливо вказує на те, що Ю.А. Самарін [210] не розкриває самого процесу засвоєння знань, умінь на кожному рівні, не виявляє структури розумової діяльності в цьому процесі. Він не називає чіткі шляхи просування по рівнях розумової діяльності, що послідовно ускладнюються; не показує конкретної структури діяльності, яка забезпечує більш менш успішне просування з рівня на рівень.

Вивчення асоціативного ряду розумової діяльності студентів, іноді дефектів асоціативних систем, які у них з'являються, закономірностей формування цих систем у визначених умовах навчання – все це необхідне для науково обґрунтованої організації навчання і виховання, особливо, коли це стосується майбутніх фахівців з вищою освітою. Важливим при цьому є розуміння того, як саме вже утворена система знань та умінь перелаштовується у зв'язку з включенням в неї нових систем; як розв'язання складного завдання приводить до істотно нової впорядкованості знань, в результаті чого створюється нова система, яка забезпечує ще більш оригінальне розв'язання завдання.

Досвід показує: якщо накопичення знань, умінь здійснюється тільки в якійсь обмеженій або навіть односторонній сфері діяльності, то минулий досвід заважає формуванню нових систем. Якщо ж накопичення здійснювалось у процесі виконання певних дій, способів діяльності (що притаманне дослідницькій діяльності), різностороння зміна яких забезпечувала досить високу динамічність розумової діяльності, то такі системи набутих знань шляхом формування умінь не призводять до гальмування створення нових систем. Динамічність розумової діяльності також повинна формуватися на основі систем знань про предмет, що поступово розширюються, на основі зростаючих можливостей порівняння та співставлення знань (рефлексії). Тому, як відмічає В.А.Сластенін [229], поєднання високого ступеня систематичності та динамічності знань у навчальній діяльності студентів є однією з важливих умов ефективного формування дослідницьких умінь.

Таким чином, дотримання психолого-педагогічних основ формування дослідницьких умінь сприятиме внесенню кардинальних змін у навчально-виховний процес з вищої математики та допоможе у розробці інноваційної методичної системи, спрямованої на організацію професійно орієнтованої навчальної дослідницької діяльності студентів біологічних спеціальностей.

1.3.2. Структура дослідницької діяльності. У багатьох психолого-педагогічних роботах основна увага приділялася вивченню і формуванню в студентів здібностей до пізнання шляхом усвідомленої, рефлексивної, розумової роботи з абстрактними теоретичними моделями різноманітних галузей реальності.

Особливо актуальною стає проблема формування в студентів біологічних спеціальностей дослідницьких умінь у процесі навчання в класичних університетах і зокрема при вивченні вищої математики. Студент, який володіє дослідницькими вміннями, здатен здійснювати емпіричні узагальнення, що відображають багатоаспектність і динаміку досліджуваних біологічних об'єктів і процесів. Як зазначає Ю.О.Жук [89], емпіричні, комплексні узагальнення дають змогу здійснювати синтез унікальних істотних характеристик, властивих різним сторонам об'єкта та умовам діяльності. Практичні емпіричні узагальнення, на відміну від теоретичних відображають не тільки властивості досліджуваного об'єкта. Вони також відбивають характеристики поведінки дослідника в ситуаціях, куди включаються умови і засоби дії, а також деякі характеристики самого суб'єкта.

На думку Л.А.Казанцевої [103] навчально-дослідницька діяльність забезпечує свободу творчості у відкритті та осягненні істини, а також умови для повноцінного продуктивного розвитку особистісного інтелектуального і творчого потенціалу.

Для з'ясування ролі і місця дослідницької діяльності в процесі навчання математики студентів важливим є встановлення її дидактичної суті.

Нам необхідно визначити поняття дослідницької діяльності та професійно орієнтованої дослідницької і показати їх роль у процесі навчання вищої математики. Для цього розглянемо поняття дослідницьких умінь.

Аналіз основних досліджень, в яких сучасні науковці розглядають формування навчально-дослідницьких умінь учнів та студентів, виявив наявність різноманітних тлумачень цього поняття.

Так, у дослідженні А.Ю.Карлащук [106] розглядаються особливості формування дослідницьких умінь школярів у процесі розв'язування математичних задач з параметрами. Автор визначає, що навчальні дослідницькі вміння – це здатність учня виконувати розумові і практичні дії, які відповідають навчально-дослідницькій діяльності і підпорядковуються логіці наукового дослідження, на основі знань і умінь, набутих у процесі вивчення основ наук.

Н.Г.Недодатко [173] визначає навчально-дослідницьке вміння як складне психічне утворення (синтез дій інтелектуальних, практичних, самоорганізації та самоконтролю – засвоєних і закріплених у способах діяльності), яке лежить в основі готовності школярів до пізнавального пошуку і виникає в результаті управління навчально-дослідницькою діяльністю учнів. Автор розкриває структуру навчально-дослідницького вміння, яка включає *інтелектуальний компонент* (знання, розумові операції аналізу й синтезу, порівняння, узагальнення й систематизації, абстрагування, моделювання, вміння опису об'єктів, що вивчаються чи спостерігаються, індуктивного висновку і встановлення причинно-наслідкових зв'язків, постановки проблеми й висунення гіпотези її вирішення, пошуку й використання аналогії, дедуктивного висновку й доведення); *практичний компонент* (використання навчальної, довідкової та додаткової літератури, добирання приладів і матеріалів для експерименту, вимірювання величин у процесі експерименту, оформлення результатів дослідження у вигляді графіків, таблиць, діаграм і т. ін.); *самоорганізацію і самоконтроль* (планування роботи, раціональне

використання часу й засобів діяльності, регулювання й перебудова своїх дій, самоперевірка отриманих результатів, самооцінка).

Сформованість дослідницького вміння передбачає здатність аналізувати, порівнювати, робити припущення, здійснювати індуктивні та дедуктивні умовиводи, абстрагувати, узагальнювати, формулювати висновки.

Г.В.Лиходєєва [138] відносить навчально-дослідницькі вміння до загально-навчальних умінь учнів (стосуються всіх навчальних предметів) і розглядає навчально-дослідницькі вміння учнів як здатність учнів виконувати систему дій практичного та розумового характеру, що підпорядковуються логіці наукового дослідження і свідомо використовується ними в освітньому процесі для здобування нових знань. В рамках проведеного дослідження, враховуючи особливості навчання учнів елементів стохастики, логіку наукового дослідження, автором розглядалися навчально-дослідницькі вміння учнів, що склалися з *організаційного, інформаційного, інтелектуального, комунікативного та технічного* компонентів.

О.В.Резіною [202] було обрано визначення поняття інформаційно-пошукового вміння як складного комплексу розумових і практичних дій, що передбачає: 1) усвідомлення інформаційної потреби і формулювання її в інформаційному запиті; 2) визначення сукупності інформаційних масивів, у яких відбуватиметься пошук; 3) планування і вибір засобів виконання інформаційно-пошукової діяльності; 4) аналіз результатів пошуку. У даному дослідженні з вмінням виконувати дослідницьку діяльність пов'язується: 1) здатність до постановки різноманітних дослідницьких цілей; 2) спроможність до виконання розумових і практичних дій, які підпорядковуються логіці наукового дослідження; 3) здатність до пізнавального інформаційного пошуку і аналітико-синтетичного опрацювання одержаних результатів; 4) готовність до одержання різноманітних, у тому числі несподіваних, не прогнозованих результатів дослідження, з'ясування їх сутності, узагальнення і використання для подальшого пізнання.

Н.Г.Алексєєв [5] визначає педагогічні дослідницькі вміння студентів як вміння із діалектико-матеріалістичної позиції вести спостереження та аналізувати педагогічні явища (факти) і на їх основі складати та вирішувати педагогічні задачі; опрацьовувати та узагальнювати результати експерименту, узагальнювати матеріал у вигляді звіту-реферату, доповіді, розробки, навчально-виховного заходу; працювати з першоджерелами, використовувати досягнення суміжні з педагогічними науками.

В.І.Андрєєв [11] під навчальними дослідницькими вміннями студентів розуміє вміння застосовувати певні прийоми наукового методу пізнання в умовах вирішення навчальної проблеми, у процесі виконання навчально-дослідницького завдання.

Л.О.Казанцева [103] зазначає, що дослідницькі вміння - це “оволодіння здатністю до самостійного пошуку й пізнання як в теоретичній, так і в практичній галузях, осмислення й аналізу здобутої інформації, корекції на її основі подальшої професійно-дослідницької діяльності”

Цікавою, на нашу думку, є робота Ю.О.Жука [89], де подається класифікація дослідницьких умінь і розглядаються наступні їх групи: операційні дослідницькі вміння; організаційні дослідницькі вміння; практичні дослідницькі вміння; комунікативні дослідницькі вміння. На думку науковця, дослідницькі вміння в широкому розумінні слова є сукупністю систематизованих знань, умінь і навичок особистості, її поглядів і переконань, які визначають функціональну готовність студента до творчого, пошукового розв’язання пізнавальних задач. У вузькому значенні – це здатність студентів ефективно виконувати дослідницьку діяльність, яка складається з дій.

М.І. Фалько [262] розглядає дослідницькі вміння як властивість особистості, яка характеризує його здатність до пошуково-перетворювальної діяльності в освітньому процесі, а також як його здатність здобувати нові знання, вміння і навички, які сприяють його професійному розвитку та саморозвитку. Авторка розкриває структуру дослідницьких умінь майбутнього вчителя музики, у якій виділяються інформаційні, аналітико-синтетичні

вміння, креативні, прогностичні вміння. Ми згодні з М.І.Фалько про те, що педагогічна технологія формування дослідницьких умінь у студентів будується на критеріях педагогічної творчості: діагностики (передбачає організацію навчально-виховного процесу з урахуванням результатів оцінювання рівня сформованості дослідницьких умінь студентів); оптимальності (виражає необхідність відбору форм, методів і засобів навчання залежно від рівня розвитку дослідницьких умінь і конкретних умов педагогічної праці); креативності (виявлення можливостей змісту, форм і методів навчання для посилення його орієнтації на формування дослідницьких умінь студентів); варіантності (виражає необхідність подолання одноманітності змісту, форм, методів навчання).

Проведений аналіз тлумачень поняття навчально-дослідницьких умінь свідчить про різний зміст, що вкладають у нього автори різних галузей знань. При цьому спільним і безперечним є те, що у всіх випадках навчально-дослідницькі вміння учнів та студентів мають відповідати основним узагальненим етапам дослідницької діяльності. Навчально-дослідницькі вміння учнів, як складові творчої діяльності (навчальної та дослідницької), неможливо подати як точно описані та строго регульовані системи операцій або дій. Будь-яке структурування буде носити умовний характер і змінюватися в залежності від предмета дослідження, поставленої мети тощо .

Формування навчально-дослідницьких умінь студентів сьогодні доцільно розглядати з позицій дослідницького підходу. Ми погоджуємось з точкою зору Г.В.Лиходєєвої [138] про те, що набуттю навчально-дослідницьких умінь сприятиме підхід, при якому ідеями досліджень просякнуті всі форми навчальної роботи: лекційні та практичні заняття, лабораторні заняття, індивідуальна та самостійна робота. При дослідницькому підході в процесі навчання використовується спеціально складена система вправ, завдань, запитань; застосовуються інформаційно-комунікаційні технології. До переваг дослідницького підходу віднесено не тільки введення загальних методів наукового пізнання в навчальний процес і використання різноманітних форм

організації навчання, а й актуалізацію внутрипредметних і міжпредметних зв'язків; ускладнення змістової й удосконалювання процесуальної сторін навчально-пізнавальної діяльності.

Отже, дослідницька діяльність є одним з видів навчально-пізнавальної діяльності. Особливістю дослідницької діяльності є чинник суб'єктивного «відкриття» нового знання, що має суб'єктивну значущість і новизну.

При проектуванні дослідницької діяльності студентів за основу береться модель і методологія дослідження, розроблена і прийнята в сфері науки. Ця модель передбачає декілька стандартних етапів, характерних для наукового дослідження будь-якої предметної галузі. При цьому головна мета навчального дослідження з функціональної точки зору принципово відрізняється від мети наукового дослідження. У галузі науки головною метою є виробництво нових знань у загальнолюдському значенні. В освіті мета дослідницької діяльності полягає у формуванні навчальних дослідницьких умінь студентів як універсального засобу пізнання дійсності. Процес формування навчально-дослідницьких умінь відбувається через підвищення мотивації до навчальної діяльності і активізації особистісної позиції студента в освітньому процесі, результатом чого є засвоєння суб'єктивно нових знань, особистісно значущих для конкретного студента. При цьому розвиток його дослідницької діяльності, як зазначає А.С.Обухов [178], визначається нормами і традиціями, виробленими науковим співтовариством, з урахуванням специфіки навчального дослідження.

Навчально-дослідницька діяльність студентів пов'язується з пошуком відповіді на творчу, дослідницьку задачу (на відміну від практикуму, що служить для ілюстрації тих чи інших законів природи) і передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження в науковій сфері:

- постановка проблеми, визначеної науковими нормами і традиціями;
- вивчення теорії, присвяченої даній проблематиці;
- добір методів дослідження і практичне оволодіння ними;
- збирання відомостей, їх аналіз і узагальнення;

- власні висновки.

Ми розглядатимемо навчально-дослідницьку діяльність як цілісну систему, в якій виділяють наступні компоненти: мотиваційний, операційно-процесуальний, організаційний і методологічний.

Зупинимося на розгляді виділених компонентів навчально-дослідницької діяльності.

Характеризуючи *мотиваційний компонент*, слід урахувати, що навчально-дослідницька діяльність здійснюється під впливом певних мотивів, які виступають як джерело активності навчання. Специфічною потребою і мотивом навчальної діяльності людини, як зазначає І.А.Ігошев [98], є опанування теоретичного відношення до дійсності і відповідних йому способів орієнтації в ній.

У п.1.3.1. мотивація визначалася нами як одна з головних психолого-педагогічних передумов формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей, тому формування мотиваційної сфери навчально-дослідницької діяльності означає формування мотиваційної сфери професійно орієнтованої діяльності студентів біологічних спеціальностей.

Під час формування мотиваційної сфери професійно орієнтованої навчальної діяльності необхідно показувати студентам суспільну значимість обраної ними професії і важливість розвитку студентом своїх професійно значущих якостей. Дієвим засобом при цьому є створення проблемних ситуацій, у процесі розв'язування евристичних задач, з професійним змістом тощо. Ці ситуації створюють умови для самостійної постановки студентами пізнавальних задач, застосування евристик, показують важливість та ефективність набутих під час навчання знань, умінь для майбутньої професійної діяльності та, з іншого боку, стимулюють інтерес до професії (використання евристик робить можливим кожному реалізувати свій потенціал, сприяє успішному розв'язанню професійних проблем).

Наприклад, студентам може бути запропонована така ситуація [145].

Дві однакових посудини, що виставлені для поливу квітів у ботанічному саду, мають форму прямого кругового конуса з вертикальною віссю. Висота посудин H , радіус основи – R . Причому одна з посудин спрямована вершиною вниз, інша – вверху. Обидві посудини наповнили водою, а потім одночасно почали спорозжнювати через невеликі однакові круглі отвори унизу.

Пропозиція викладача зробити припущення про те, яка з посудин спорозжниться швидше сприятиме висуненню студентами різних точок зору (одночасно, перша швидше ніж друга або навпаки). Прикладна спрямованість завдання, а також намагання відстояти власну точку зору спонукатиме студентів до застосування математичного апарату. Застосувати відомості з інтегрального числення та побудувати модель студентам допоможуть евристики: „введіть допоміжні елементи”, „встановіть геометричні, фізичні зв'язки між даними задачі”, „модельуйте”.

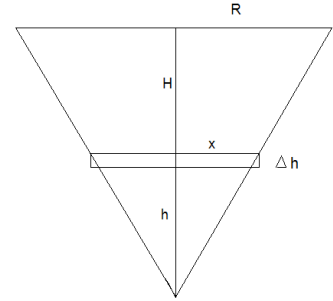
Нехай маємо посудину, форма якої – круговий конус, що стоїть догори основою, у дні якого є невеликий круглий отвір. Нехай ця посудина наповнена рідиною. Знайдемо час T , впродовж якого рідина витече з цієї посудини, якщо висота конуса дорівнює H , радіус основи конуса дорівнює R , а площа отвору дорівнює s .

Для розв'язання цієї задачі доцільно створити математичну модель, застосовуючи закон Торрічеллі, який стверджує, що швидкість витікання рідини у випадку отворів, невеликих у порівнянні з висотою стовбура рідини, дорівнює $\mathcal{V} = \sqrt{2gh}$, де h - висота рівня рідини над отвором в даний момент часу, а g - прискорення вільного падіння. Закон Торрічеллі в такому вигляді справедливий лише для ідеальної рідини. На практиці застосовують формулу: $\mathcal{V} = \mu\sqrt{2gh}$, де μ - коефіцієнт, що залежить від в'язкості рідини та форми отвору, з якого вона витікає. Наприклад, для води та круглого отвору $\mu \approx 0,6$. Якщо б рідина постійно поновлювалася, то швидкість витікання за законом Торрічеллі залишалася б сталою, а тоді б кількість рідини, що була спочатку, витікла б за

$\frac{1}{3} \pi \cdot R^2 \cdot H$
 $\mu \cdot \sqrt{2gH} \cdot s$ секунд. Але без такого поновлення рівень рідини постійно

знижується, а тому швидкість витікання зменшується, і задача ускладнюється.

Нехай в момент часу t висота рідини в циліндрі дорівнює h , $0 < h < H$. Знайдемо зв'язок між проміжком часу dt та зміненням висоти стовпа рідини dh , що витікла за цей проміжок часу.



Зробимо припущення, що за нескінченно малий

проміжок часу dt швидкість витікання буде сталою та дорівнюватиме $\mu \cdot \sqrt{2gh}$,

а об'єм рідини, що витікає за нескінченно малий проміжок часу дорівнює

об'єму циліндра з висотою Δh та радіусом основи x , $0 < x < R$. Тоді dV - об'єм

рідини, що витікає з циліндра за час dt , буде дорівнювати об'єму циліндра з

площею основи s та висотою $\vartheta \cdot dt$, тобто: $dV = s \cdot \mu \cdot \sqrt{2gh} \cdot dt$. З іншого боку, так

як рівень рідини знизився на dh , то цей об'єм дорівнює: $dV = -\pi \cdot x^2 \cdot dh$ (так як

$dh < 0$, то ставимо знак мінус). Якщо розглянути подібні трикутники на

малюнку, то $\frac{R}{H} = \frac{x}{h}$, тобто $x = \frac{R \cdot h}{H}$. Порівнюючи два вирази, одержуємо

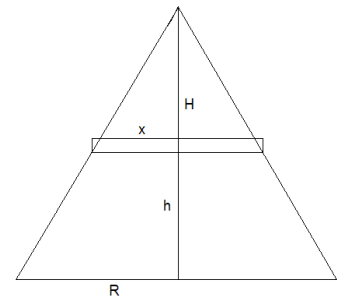
диференціальне рівняння: $s \cdot \mu \cdot \sqrt{2gh} \cdot dt = -\pi \cdot \frac{R^2 \cdot h^2}{H^2} \cdot dh$ (*). Звідки,

$dt = -\frac{\pi \cdot R^2 \cdot \sqrt{h^3}}{H^2 \cdot s \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}} \cdot dh$. Після інтегрування маємо:

$t = -\frac{2}{5} \cdot \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \sqrt{h^5}}{H^2 \cdot s \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}} + C$. Оскільки $h|_{t=0} = H$, то

$C = \frac{2}{5} \cdot \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \sqrt{H^5}}{H^2 \cdot s \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}}$, і таким чином

$t = \frac{2}{5} \cdot \frac{\pi \cdot R^2}{H^2 \cdot \mu \cdot s \cdot \sqrt{2g}} \cdot (\sqrt{H^5} - \sqrt{h^5})$. Ми отримали час



витікання t як функцію висоти стовпа рідини h . А при $h=0$ знаходимо час

повного витікання: $T = \frac{2}{5} \cdot \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \sqrt{H}}{\mu \cdot s \cdot \sqrt{2g}}$.

Розглянемо тепер посудину, форма якої – круговий конус, що стоїть на основі, у дні якого є такий самий невеликий круглий отвір. Наші міркування будуть аналогічними, крім того, що з подібних трикутників одержимо:

$\frac{R}{H} = \frac{x}{H-h}$, тобто $x = \frac{R \cdot (H-h)}{H}$. Це приведе нас до рівняння, аналогічного (*):

$s \cdot \mu \cdot \sqrt{2gh} \cdot dt = -\pi \cdot \frac{R^2 \cdot (H-h)^2}{H^2} \cdot dh$. А з нього так само одержуємо час повного

витікання: $T = \frac{16}{15} \cdot \frac{\pi \cdot R^2 \cdot \sqrt{H}}{\mu \cdot s \cdot \sqrt{2g}}$.

Це означає, що ми математично довели, що час повного витікання з другої посудини завжди більше, ніж з першої, що цілком відповідає інтуїтивним міркуванням.

Таким чином, під час формування мотиваційної сторони професійно орієнтованої навчальної діяльності необхідним є забезпечення мотивації як навчальної діяльності так і професійної.

Характеризуючи *змістовну сторону*, слід уточнити зміст об'єкту цього виду діяльності (зміст навчальних проблем, дослідницьких завдань).

Оскільки навчально-дослідницька діяльність є окремим видом навчальної діяльності, то її предметом також є навчальне завдання. Проте це завдання має бути проблемним. У зв'язку з цим необхідно розрізнити поняття “навчальна проблема”, “навчальне проблемне завдання”. Навчальна проблема завжди суб'єктивна: для одного студента – це проблема, для іншого – ні. “Навчальне проблемне завдання” відрізняється від навчальної проблеми тим, що воно об'єктивно задане, виражене в якій-небудь наочній формі. Оскільки “навчальне проблемне завдання” може бути сприйнятим різними студентами по-різному, рівень його проблемності для студентів з різною підготовкою буде різним.

Отже, під дослідницькими завданнями розумітимемо проблемні завдання біологічного змісту, в результаті розв'язання яких студент самостійно відкриває нове для себе знання про біологічні об'єкти шляхом спостережень і теоретичного аналізу фактів, явищ, процесів. У нашому випадку – це

професійно спрямовані біологічні задачі, які розв'язуються засобами математичного моделювання, мова про які буде вестися у розділі 2.

Операційно-процесуальний компонент навчально-дослідницької діяльності характеризується тим, що як будь-який вид діяльності він складається з певної системи дій, оволодіння якими визначає сформованість дослідницьких умінь студентів.

Якщо давати характеристику операційно-процесуальному компоненту навчально-дослідницької діяльності у процесі навчання вищої математики, то можна стверджувати, що він створює педагогічні умови для реалізації методів наукового пізнання, які використовуються у навчанні цієї дисципліни. І сам процес розв'язання навчальних дослідницьких завдань у курсі вищої математики повинен адекватно відображати процес творчого пізнання в науці, який має циклічний характер. Повний цикл будується з окремих етапів, а саме: проведення експериментальних спостережень; накопичення вихідних фактів; побудова на підставі отриманих фактів моделі – гіпотези; формулювання результатів, які логічно випливають з даної гіпотези; експериментальна перевірка результатів.

Що стосується дослідницької діяльності, то А.Ю.Карлащук [106] виділяє такі її етапи:

- 1) спостереження і вивчення фактів, явищ, їх зв'язків і відношень; усвідомлення дослідницького завдання;
- 2) аналіз наявних фактів, явищ, їх зв'язків і відношень;
- 3) формулювання кінцевої і проміжної мети в розв'язанні дослідницької задачі;
- 4) висунення припущення, гіпотези дослідницького завдання;
- 5) розв'язування дослідницької задачі шляхом теоретичного обґрунтування і доведення або спростування гіпотези;
- б) практична перевірка правильності розв'язання дослідницької задачі.

На кожному етапі цієї діяльності відбувається формування певних дослідницьких умінь.

На першому етапі спостереження і вивчення фактів, явищ, їх зв'язків і відношень; усвідомлення дослідницького завдання формуються вміння, що включають у свій склад наступні компоненти:

- спостереження явищ в плані логічних і математичних категорій;
- виділення математичного аспекту при сприйнятті цих явищ;
- визначення питань (об'єктів, проблем), з якими пов'язано дослідницьке завдання;
- абстрагування предмету вивчення, виділення його з ряду інших з ним зв'язаних.

На другому етапі, під час аналізу наявних фактів, явищ, їх зв'язків і відношень, формуються дослідницькі вміння, які включають наступні компоненти:

- аналіз фактів, сприйняття їх через призму математичних стосунків;
- виявлення теоретичних фактів, виходячи з проблеми дослідження;
- виділення об'єктів, важливих для дослідницького завдання;
- облік і співвідношення всіх даних завдання між собою і з вимогою завдання, з'ясування їх узгодженості і суперечності;
- виявлення надлишкових і недостатніх даних;
- усвідомлення мети дослідницького завдання.

На третьому етапі формулювання кінцевої і проміжної мети в розв'язанні дослідницької задачі формуються дослідницькі вміння, які включають наступні компоненти:

- визначення і формулювання мети дослідницького завдання;
- планування необхідних і достатніх засобів для досягнення даної мети;
- планування послідовності дій у розв'язанні дослідницької задачі.

Четвертий етап дослідницької діяльності - висунення припущення, гіпотези дослідницького завдання - дозволяє сформулювати дослідницькі вміння, що включають у свій склад наступні компоненти:

- висунення різних припущень з обґрунтуванням їх можливості (гіпотези);
- передбачення результатів;

- формулювання узагальненого принципу, що пояснює суть завдання;
- з'ясування узагальненого принципу дії;
- математичне формулювання проблеми.

На п'ятому етапі розв'язання дослідницької задачі шляхом теоретичного обґрунтування і доведення гіпотези формуються відповідні дослідницькі вміння, які містять наступні структурні компоненти:

- переформулювання ідей в різних варіантах;
- побудова варіантів плану дії, розв'язання;
- переведення узагальнених схем дії в конкретні операції;
- пошук асоціацій у зв'язку з об'єктом завдання;
- відшукання нових функцій одного і того ж об'єкту;
- співвідношення кроків пошуку розв'язання між собою і з питанням завдання;
- комбінування відомих прийомів і способів з іншими;
- формулювання висновків;
- доведення кожного висновку;
- прагнення до вичерпання всіх можливих висновків відповідно до питання дослідницького завдання.

На шостому етапі практичної перевірки правильності розв'язання дослідницької задачі формуються дослідницькі вміння, до складу яких входять наступні компоненти:

- співвідношення результату дослідницької діяльності з метою;
- перевірка розв'язання і його відповідності вимозі дослідницького завдання;
- перевірка правильності дій, що здійснюються;
- перевірка повноти і достатності доведень;
- оцінка значень дій;
- зіставлення результатів з еталонними, нормативними.

Таким чином, операційно-процесуальна сторона дослідницької діяльності у навчанні вищої математики є процесом дослідження, який повністю або

частково включає перераховані вище етапи, в ході яких студенти використовують прийоми і методи математичної науки, опановують при цьому дослідницькі вміння, які визначаються вищезазначеними етапами дослідження (у п.2.1.1 наведено приклади задач, розв'язування яких ілюструє основні етапи процесу дослідження).

Розвиток мислення неможливий без запасу знань. У той же час між засвоєнням знань і розвитком мислення існує тісний взаємозв'язок. Саме засвоєння знань вимагає активізації мислення студентів і є провідною умовою його розвитку. Таким чином, знання як результат розумової діяльності самі беруть участь у подальшому процесі мислення, впливаючи на його хід. Наприклад, щоб зрозуміти будь-яке явище, необхідно виокремити в ньому істотне, розкрити причину виникнення, взаємозв'язок з іншими явищами тощо. Тому, розвиваючи творче мислення студентів на основі вже здобутих раніше знань шляхом їх поглибленої осмисленої переробки, ми готуємо ґрунт для успішного засвоєння знань на рівні програми вищої математики. Відпрацювавши прийоми та методи дослідницької діяльності на вивченому матеріалі, можна поступово перейти до використання їх під час оволодіння новими знаннями.

Організація самостійної роботи дослідницького характеру студентів (особливо молодших курсів) - справа надзвичайно важка й вимагає від викладачів, особливо на лабораторно-практичних заняттях, творчого застосування різноманітних дидактичних прийомів, що допомагають залучати студентів до такого виду діяльності. В основу цих прийомів і методів можна покласти рекомендації, розроблені для організації самостійної роботи учнів В. І. Андрєєвим [10], адаптувавши їх для умов ВНЗ. Особливістю роботи зі студентами молодших курсів є врахування різного рівня підготовленості й оволодіння шкільним матеріалом.

Залучати студентів до дослідницької діяльності за таких умов можна наступним чином:

1) диференційованим (індивідуально-спрямованим) підходом до студентів у процесі проведення лабораторних занять на основі попереднього аналізу рівня підготовки кожного з них зі шкільного курсу математики, використанням домашніх завдань на повторення шкільного курсу для слабо підготовлених (необхідні постійний контроль і допомога таким студентам);

2) диференціацією завдань: на завдання репродуктивного характеру, репродуктивно-дослідницького і дослідницького;

3) поступовим збільшенням у завданнях елементів дослідження, що сприятиме переходу студентів з одного рівня діяльності на іншій (із кінцевим виходом на дослідницький рівень діяльності).

Методологічний компонент навчально-дослідницької діяльності до певної міри детермінується його операційно-процесуальним аспектом. У ході навчального дослідження студенти опановують методи наукового пізнання в математиці (аналіз, синтез, абстрагування, класифікація, систематизація, порівняння та ін.). Важливість методологічного аспекту дослідницької діяльності полягає в тому, що використання елементів методології математики в навчальному дослідженні дозволяє виявити нові можливості в удосконаленні процесу формування наукового світогляду студентів. Так, наприклад, дослідницькі вміння, які опановують студенти в процесі розв'язання дослідницьких завдань з вищої математики: спостереження явищ в плані логічних і математичних категорій, виділення математичного аспекту при сприйнятті цих явищ, аналіз і систематизація експериментальних фактів, сприйняття їх через призму математичних стосунків, математичне формулювання проблеми, передбачення результатів і розробка математичної моделі прикладних процесів та ін., мають методологічний характер.

Характеризуючи **організаційний компонент** навчально-дослідницької діяльності, слід урахувати, що опанування дослідницьких умінь дозволяє студентів самостійно будувати свою дослідницьку роботу і оцінювати її результати. Самостійність у побудові дослідницької роботи, здатність до її самооцінки і самоконтролю створюють передумови для саморегуляції

дослідницької діяльності, можливості її своєчасної корекції не лише, коли результат вже отриманий, але і в процесі самого дослідження. У зв'язку з цим відзначаємо важливість формування в процесі дослідницької діяльності таких психолого-характерологічних умінь як:

- прояв інтелектуальних і вольових зусиль для досягнення цілей в різних скрутних ситуаціях навчальної дослідницької діяльності;
- проведення самостереження і самоаналізу в процесі навчальної дослідницької діяльності;
- проведення самооцінки в ході навчальної діяльності;
- виховання наполегливості до напруженої тривалої навчальної дослідницької роботи;
- усвідомлення мотивів своїх дій;
- управління своїми інтересами, вплив на свої мотиви;
- проведення самозвіту по мірі підготовленості до виконання завдання та по мірі досягнення мети навчання.

Таким чином, організаційний аспект дослідницької діяльності полягає у формуванні організаційних якостей студента, які визначаються психолого-характерологічними вміннями самоорганізації власної навчальної діяльності в процесі дослідження.

Результатом навчально-дослідницької діяльності студентів є інтелектуальний продукт, пов'язаний із встановленням істини в результаті процедури процесу дослідження.

Розглянуті вище п'ять компонентів навчально-дослідницької діяльності тісно зв'язані між собою. Відповідний рівень розвитку кожного з них є необхідною передумовою і наслідком розвитку останніх.

Узагальнюючи результати аналізу наведених вище теоретичних положень, можна сказати, що система цілей дослідницької діяльності під час вивчення вищої математики детермінується розглянутими вище її компонентами: мотиваційним, змістовним, операційно-процесуальним, організаційним і

методологічним. Це дає можливість позначити систему дидактичних цілей під час організації навчальної дослідницької діяльності студентів, яка включає:

- 1) засвоєння студентами елементів математичних знань: визначень, аксіом, теорем, теорій, законів, формул та ін.;
- 2) опанування дослідницькими вміннями;
- 3) формування позитивних мотивів дослідницької діяльності;
- 4) ознайомлення з методологією математичної науки і науковими методами пізнання, з прикладним характером математики;
- 5) формування високого рівня самоорганізації студентів.

Узагальнюючи наведені вище результати аналізу дидактичної суті дослідницької діяльності пропонуємо наступне визначення професійно орієнтованої навчальної дослідницької діяльності студентів-біологів, якого будемо дотримуватися.

Професійно орієнтована навчальна дослідницька діяльність студентів-біологів – діяльність студентів, що організовується викладачем у курсі вищої математики з використанням різноманітних форм навчання та дидактичних засобів, яка спрямована на виявлення й доведення закономірних зв'язків і відношень теоретично аналізованих або експериментально спостережуваних фактів, явищ, процесів біологічного змісту; у якій домінує самостійне свідоме застосування прийомів наукових методів пізнання та теоретичних основ вищої математики і у результаті якої студенти активно здобувають знання, розвивають свої дослідницькі вміння й здібності.

Оскільки наше дослідження направлене на розвиток дослідницьких умінь в у курсі вищої математики студентів біологічних спеціальностей, то доцільно говорити про дослідницьку математичну діяльність, яка спрямована на розв'язання професійно орієнтованих завдань (п.1.4) та формування професійно орієнтованої діяльності майбутнього біолога-дослідника. З цією метою доцільним є розгляд основних методичних вимог щодо формування дослідницьких умінь студентів-біологів як основних складових майбутньої професійної діяльності.

1.4. Методичні вимоги щодо формування дослідницьких умінь студентів-біологів як основних складових майбутньої професійної діяльності

Для організації навчального процесу з вищої математики для студентів біологічних спеціальностей класичних університетів необхідно спроектувати всі його структурні елементи та скласти методичні вимоги до постановки дидактичних цілей, змісту, відбору методів, прийомів і засобів, а також організаційних форм, які б були доречними при формуванні у студентів-біологів навчальних дослідницьких умінь у процесі здійснення професійно орієнтованої діяльності.

Відомо, що головним компонентом методичної системи навчання та основною ланкою, що зв'язує цю систему з її зовнішнім середовищем, є цілі навчання.

Як відмічає Г.І.Саранцев [212], вони обумовлені структурою особистості, загальними цілями освіти, цінностями вищої освіти, новими освітніми ідеями, серед яких важливе місце на сучасному етапі займають гуманізація та гуманітаризація освіти.

Гуманізація освіти припускає таку організацію навчального процесу, при якій знання мають для студента особистий сенс, сам він "не розгублюється" в процесі навчання. Важливими умовами гуманізації освіти є посилення мотивації та диференціації навчання, що були описані у п.1.3.1.

Гуманітаризація освіти міститься в залученні студента до духовної культури, творчої діяльності, методології відкриття нового. Гуманітаризація припускає озброєння студентів методами наукового пошуку, серед яких евристичні прийоми та професійно орієнтовані дослідницькі вміння [221].

Повновагома освіта людини можлива лише в умовах гуманізації та гуманітаризації, так як гуманізація має метою сформувати у особистості значимі для нього знання та способи діяльності, а гуманітаризація – озброїти

студента основами творчої діяльності, які є основою майбутньої професійної діяльності [188; 211].

Цілі навчання у вищій школі визначаються метою вищої освіти, яка сформульована у статті 42 Закону України „Про вищу освіту”: „Вища освіта забезпечує фундаментальну наукову, професійну та практичну підготовку, здобуття громадянами освітньо-професійних рівнів відповідно до їх покликань, інтересів і здібностей, удосконалення наукової та професійної підготовки, перепідготовки та підвищення їх кваліфікації” [91].

Як зазначає О.І.Скафа, цілі – це мисленеве передбачення кінцевого результату процесу навчання, проектування його якості [222].

Як вже відмічалось у п.1.2 вимоги до якості освітньої та професійної підготовки, виробничої і соціальної діяльності випускників біологічних факультетів класичних університетів встановлюються освітньо-кваліфікаційною характеристикою та подаються у вигляді переліку відповідних здатностей та умінь (див. табл. 1.1). Відповідно до посад, які може займати випускник-біолог класичного університету, він має бути здатний виконувати певні види фахової діяльності і типові завдання цієї діяльності. В освітньо-кваліфікаційній характеристиці кожному типовому завданню діяльності відповідає система умінь. Тому при конструюванні цілей навчання з вищої математики для студентів біологічних спеціальностей треба обов’язково, спираючись на ці уміння, конструювати ті, що мають формувати професійно орієнтовані дослідницькі вміння. На основі певних навчально-дослідницьких умінь, про які мова йшла у п.1.3.2, сформулюємо цілі навчання математики студентів біологічних спеціальностей, спираючись на концептуальні цілі навчання математики, розроблені Т.В.Криловою для студентів нематематичних спеціальностей [122]:

- 1) забезпечення наступності і неперервності в процесі вивчення математики протягом усього періоду навчання в університеті;
- 2) професійна спрямованість навчання математики шляхом удосконалювання фундаментальної підготовки студентів з

математики, підсилення ролі чисельних методів і їх реалізації на ЕОМ, орієнтування на навчання використанню математичних методів під час розв'язання біологічних задач;

- 3) вивчення спеціальних математичних дисциплін на сучасному рівні їх розвитку, які забезпечують оволодіння прийомами і методами, необхідними для розв'язування біологічних завдань;
- 4) оволодіння студентами достатнім запасом математичних знань, аналітичними і чисельними методами розв'язання задач прикладного змісту і їх реалізацією на ЕОМ, а також методами моделювання практичних біологічних задач під час виконання курсових, науково-дослідних і дипломних робіт;
- 5) активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів та професійно орієнтованої дослідницької діяльності;
- 6) творче застосування студентами знань і умінь до розв'язання практичних і теоретичних питань різноманітних біологічних проблем.

Цілі навчання, як відзначає Л.І.Нічуговська [176], досягаються у процесі виконання студентами дій при відповідному психологічному управлінні та самоуправлінні, при достатньому рівні мотивації та активізації пізнавальної діяльності, контролю та відповідній корекції з боку викладачів. Стратегія навчання вищої математики за кредитно-модульною системою, як зазначається у роботах [53; 131; 164], реалізується у вигляді сукупності навчальних дій його учасників у двох напрямках. По-перше, у вигляді аудиторних занять з традиційними компонентами – лекція, практичне або лабораторне заняття, консультація (викладач або ПЕОМ), різноманітні форми тестування, заліки, екзамени тощо. По-друге, у вигляді позааудиторної самостійної роботи – виконання домашніх завдань, індивідуальних та розрахункових робіт, самоопрацювання певних тем, самотестування, робота в бібліотеці з науковою літературою, знайомство з дослідницькими методиками шляхом участі в наукових студентських гуртках або дистанційного навчання в Internet, створення банку власних ідей використання математичних засобів і методів

математичного моделювання для розв'язання типових професійних, навчальних і пошуково-дослідницьких проблем.

Однієї з задач у відновленні методичної системи навчання математики, як відзначає В.О.Швець [291], повинна стати розробка змісту математичної освіти, приведення його у відповідність з вимогами особистості і суспільства. Розв'язання цієї задачі необхідно здійснювати виходячи, насамперед, з цілей навчання, із принципів гуманізації, гуманітаризації і диференціації навчання.

Згідно Закону України “Про вищу освіту” [91] зміст навчання трактується як структура, зміст і обсяг навчальної інформації, засвоєння якої забезпечує особі можливість здобуття вищої освіти і певної кваліфікації.

Враховуючи вище означену термінологію під змістом навчання у ВНЗ будемо розуміти науково обґрунтовану систему дидактичного й методично оформленого навчального матеріалу, в якому відображаються цілі освітньої та професійної підготовки майбутніх фахівців й узагальнюються вимоги до їх кваліфікаційних рівнів, компетентності, інших соціально важливих властивостей та якостей з боку держави, світового співтовариства та споживачів випускників.

Відомо, що управління якістю – один із пріоритетних напрямів розвитку більшості систем освіти розвинутих країн. Але, як показує практика, значна увага і зусилля фахівців у цьому процесі концентруються на коригуванні змісту професійної підготовки студентів ВНЗ в контексті відповідності наступним позиціям. По-перше, це відповідність галузевим стандартам вищої освіти (відповідність Стандарту). По-друге, це досягнення можливості максимального використання системи професійних знань, одержаних студентами у ВНЗ, в майбутній діяльності. По-третє, це відповідність критерію ефективності можливих затрат (розумових, фізичних, матеріальних та затрат необхідного часу тощо) [121].

Але, як на нашу думку, дотримання стратегії “відповідність Стандарту”, наприклад, в математичній освіті, уніфікує процес підготовки спеціалістів, не враховує динаміки ринку праці, тобто обмежує можливості реалізації інших стратегій досягнення якісних змін в реформуванні вищої освіти. Це співзвучно ідеї,

викладеній в статті В.О. Лихолетова “Інваріантна компонента діяльності знання в професійній освіті” [139]. Зміст освіти, де головною була ідея про простоту світу та його підпорядкуванню причинним зв’язкам, що знаходило відображення в знаннях, придатних для розв’язання задач в стандартних ситуаціях, відзначає автор, все більш суперечить умовам динамічності, тому потрібні нові моделі орієнтовані на творчість.

Саме тому, особливої актуальності в технологіях навчання і виховання набувають “моделі суб’єкт-суб’єктної взаємодії”, що базуються на положеннях особистісної орієнтації освіти, які й створюють методологічну основу для впровадження професійно-компетентнісних моделей підготовки студентів ВНЗ.

Друга тенденція, як зазначалось, полягає в провідній ролі математичного моделювання в системі математичних знань сучасної вищої освіти взагалі.

Зокрема, в багатьох наукових публікаціях, наприклад, Л. Л. Панченко [187], М.О.Філімонова [263], Н. В. Шульга [296], висловлюється думка про необхідність перебудови змісту сучасної вищої освіти таким чином, щоб дати студентам всіх спеціальностей ті базові знання з сучасної вищої математики, які необхідні для успішного оволодіння методом структурного математичного моделювання.

Особливої актуальності ця проблема набуває, наприклад, в контексті реалізації адаптивної концепції математичної освіти студентів економічного спрямування ВНЗ, розробленої Л.І.Нічуговською [176]. Розглядаючи математичне моделювання як невід’ємну компоненту математичної освіти студентів економічних спеціальностей і як складову математичної підготовки з таких дисциплін як “Вища математика”, “Теорія ймовірностей”, “Математичне програмування” та “Дослідження операцій”, необхідно, як зазначає авторка, більше уваги приділяти проектуванню методичних стратегій щодо навчання математичного моделювання.

У систему вимог до змісту навчання, спираючись на адаптивну концепцію освіти, Л.І.Нічуговська вводить спеціальні вимоги, стосовно відбору та структурування змісту математичної підготовки студентів вищих навчальних закладів, а саме:

- вимога проектування змісту математичної освіти на основі існуючих і очікуваних у перспективі потреб суспільства, замовників і безпосередніх споживачів освітніх послуг відповідно до концепції розвитку вищого навчального закладу у сфері якості (стратегія “відповідності прихованим потребам”);
- вимога до організації змісту навчальної діяльності, яка забезпечує студентів “критичною масою” знань, навичок та умінь тощо, тому що процес генерації власних ідей можливий лише за умови накопичення певного обсягу дійових знань, тобто їх критичної маси;
- вимога до структуризації навчального матеріалу в контексті надання студентам сукупності базових знань з математичних дисциплін, необхідних для успішного оволодіння методологією моделювання як методу наукового дослідження та як методу навчання;
- вимога до взаємоузгодженості змісту фахових та професійно орієнтованих дисциплін у контексті потреб останніх та створення на цій основі мобільних інтеграційних курсів;
- вимога до здійснення студентських наукових міні-досліджень як невід’ємної складової змісту навчальної діяльності;
- вимога до забезпечення якості всіх складових елементів навчально-виховного процесу студентів при навчанні нормативним та вибіркоким дисциплінам.

Ці вимоги та вимоги до проектування змісту математичної освіти, що запропоновані М.І.Бурдою [44], взяті нами за основу при проектуванні системи математичних завдань, якими доповнюємо зміст навчання вищої математики, при цьому вважаємо за необхідне:

- виділити коло значущих завдань, для розв’язування яких студентам знадобляться знання, навички та уміння застосовувати методи математичного моделювання як у процесі розгляду безпосередньо навчальних, пошуково-дослідницьких проблем, так і в майбутній професійній діяльності біолога-дослідника;

- сформувати базовий банк моделей – сукупність математичних моделей, що будуть слугувати апаратом у процесі розв’язання майбутніх професійних проблем у галузі біології;
- виробити методичну стратегію опанування методологією математичного моделювання, що базується на типології математичних вправ і завдань, виконання яких обумовлює зміст навчального процесу й узгоджується з ведучою тріадою магістрального напрямку навчання: базова математична підготовка – мотивація – індивідуалізація.

Дуже важливою є проблема формування у студентів-біологів творчого мислення, міркування, відкриття для себе нових закономірностей, розвитку інтересу до дослідження. Перераховані якості, головним чином, розвиваються в процесі розв’язування професійно орієнтованих задач (ПОЗ). Однак, для отримання бажаного ефекту у навчанні недоцільно використовувати окремо взяті задачі. Вони повинні складати певну систему, яка забезпечить органічний зв'язок з теоретичним матеріалом, оскільки останній глибоко розуміється і якісно засвоюється лише в процесі розв’язання задач.

Визначаючи поняття системи ПОЗ, які розглядаються в курсі вищої математики студентів-біологів, ми дотримуємося думки Ю.М.Колягіна, В.Ф.Харьковської, В.Г.Гульчевської [111] і пропонуємо наступне визначення системи професійно орієнтованих задач: **система професійно орієнтованих задач** – це таке поєднання і послідовність задач професійного спрямування, які сприяють розвитку всіх компонентів математичної підготовки:

- 1) фактичних знань, умінь, встановлених програмою навчання;
- 2) розумових операцій і методів, притаманних математичній діяльності;
- 3) математичного стилю мислення;
- 4) раціональних і продуктивних способів навчально-пізнавальної діяльності.

Елементами системи є задачі. Кожна з них виконує певну функцію в системі. Задачі системи пов'язані між собою. Ці зв'язки називають “відношеннями”. Будь-яка система задач має низку “відношень”, різноманітність яких обумовлюється різноманітністю задач. За допомогою

“відношень” між задачами будується, фактично, сама система. В одному відношенні, може брати участь декілька задач. Найчастіше зустрічаються в системах: відношення спільної ідеї, відношення спеціалізації, відношення узагальнення, відношення аналогії, відношення конкретизації, відношення моделювання, відношення граничного випадку і таке інше.

Уточнимо дидактичні цілі, які можна досягти за допомогою використання систем професійно орієнтованих задач у процесі формування дослідницьких умінь студентів-біологів:

1) бажаного результату у навчанні вищої математики можна досягти, якщо ставити перед студентами послідовно посильні теоретичні і практичні завдання, розв'язання яких дає їм нові знання;

2) навчання на нечисленних, але добре підібраних ПОЗ, які розв'язуються студентами в основному самостійно, сприяє формуванню їх професійно орієнтованої діяльності;

3) стимулювання вивчення математичних методів, які використовуються в біологічних дослідженнях. Упровадження в процес навчання ПОЗ сприяє глибшому розумінню біологічних процесів, що описуються математичними моделями, розв'язання яких формує деякі прийоми дослідницької діяльності;

4) виконання пропедевтичних функцій. Однією з функцій навчання вищої математики є безпосередня підготовка до майбутньої професійної діяльності. У зв'язку з цим корисно розглянути низку задач, які грають певну узагальнювальну роль і які б несли в собі корисну, практично необхідну інформацію, яка буде використана надалі;

5) підготовка до вивчення теоретичних питань курсу. Таке призначення мають ПОЗ, які передують вивченню нових математичних фактів. Вони сприяють концентрації уваги студентів на ідеях, поняттях, методах курсу математики, які ще вивчатимуться, які забезпечують мотивацію навчання при введенні нових понять і теорій, які створюють проблемну ситуацію з метою формування нових знань;

б) формування професійно орієнтованих умінь – дидактична ціль всієї системи ПОЗ, оскільки уміння формуються на основі попередніх знань, набутих навичок, шляхом виконання певних дій, прийомів, алгоритмів, які є предметом вивчення;

7) повторення раніше вивченого (відбувається під час розв'язання більшості задач системи, незалежно від цілей, поставлених для даної конкретної задачі);

8) контроль засвоєння математичних знань (таке призначення мають задачі, які дають можливість встановити рівень глибини одержаних знань за тими або іншими розділами курсу).

Наведемо приклади завдань, що взяті з системи задач за темою «Похідна функції однієї змінної і її застосування» (див. Додаток В).

Приклад 1. Розмір популяції комах у момент часу t (час в днях) задається величиною $P(t) = 10000 - \frac{9000}{1+t}$. Обчисліть початковий розмір популяції і визначте залежність швидкості росту популяції від часу t .

Приклад 2. Антибактеріальний агент при додаванні в бактерійне середовище спричиняє зменшення популяції бактерій. Знайдіть швидкість зміни чисельності популяції в момент t , якщо відомо, що після додавання агента чисельність популяції змінюється за законом $p(t) = p(0) \cdot 2^{-\frac{t}{3}}$. Якщо початкова чисельність складає 10^6 особин, то, який час буде потрібно для того, щоб популяція зменшилася до 10^3 особин?

Приклад 3. При внутрішньовенному вливанні глюкози її вміст в крові хворого (виражений у відповідних одиницях) після t годин складає $C(t) = 10 - 8e^{-t}$. Побудуйте графік $C(t)$ як функції від часу при $t \geq 0$. Знайдіть залежність швидкості зміни вмісту глюкози в крові від часу, а також $\lim_{t \rightarrow \infty} C(t)$ – рівноважний вміст глюкози в крові.

Оберненими до задач 1 і 3 можуть бути задачі, використані при вивченні розділів інтегрального числення функції однієї змінної.

Приклад 4. Популяція комах зростає від початкового розміру в 10 000 особин до чисельності $p(t)$ через час t (час в днях). Якщо швидкість зростання в момент t дорівнює $V(t) = t + t^2$, то якою буде чисельність популяції через t днів.

Приклад 5. Швидкість зміни концентрації $C(t)$ препарату з ізотопним індикатором у момент часу t є $C'(t) = 2^{-t}$, де t – час у годинах. Знайти концентрацію в момент t , якщо початкова концентрація складає 1 мкг на літр.

Система задач може містити в собі декілька підсистем. Сама ж система виступає по відношенню до них надсистемою. Розв'язання задач певної підсистеми спрямоване на досягнення будь-якої дидактичної мети, тому не завжди можна довільним чином викидати з системи одну з її підсистем (хоча в принципі це можливо). Система повинна володіти властивістю гнучкості, залежно від її структури змінюється її призначення.

Даний підхід дозволяє вдосконалювати вміння: формулювати проблему, будувати гіпотезу, планувати систему дій, спрямованих на розв'язання задачі, здійснювати пізнавальний процес в умовах нової ситуації, застосовувати загальнонаукові й конкретні методи дослідження.

Формування у майбутніх біологів дослідницьких умінь, творчого потенціалу, вміння моделювати різні біологічні процеси і розв'язувати біологічні задачі неможливо без використання методів навчання, що формують дослідницькі вміння.

Під методами навчання розуміються впорядковані способи взаємозв'язаної діяльності викладача і студента, спрямовані на розв'язання навчально-виховних задач [65].

У дидактиці існують різні підходи до характеристики і класифікації методів навчання: на основі джерел знань студентів, залежно від навчальних задач, які ставить викладач, на основі внутрішньо психологічної сторони, на основі логічної сторони засвоєння знань студентами та ін.

За характером організованою викладачем навчально-пізнавальної діяльності студентів М.А.Данилов і М.Н.Скаткін [76] виділяють такі методи

навчання: 1) пояснювально-ілюстративний; 2) репродуктивний; 3) проблемний виклад; 4) частково-пошуковий, або евристичний; 5) дослідницький.

Так, важливою методичною вимогою до *пояснювально-ілюстративного методу* є забезпечення активного усвідомленого сприйняття інформації вже на початковому етапі засвоєння знань. Вже на першому етапі засвоєння знань потрібно учити порівнювати нову інформацію з раніше засвоєною, виділяти в ній головне, важливе, аналізувати. Метод передбачає активне залучення в навчальний процес наочності, а це є важливою умовою розвитку евристичного мислення студентів, що спонукає їх до дослідницької діяльності.

Методичною вимогою до *репродуктивного методу* є наявність систем вправ, а також програмні матеріали, що забезпечують самоконтроль (зворотний зв'язок). Значну роль у реалізації цього методу грає алгоритмізація. На наш погляд, дослідницька діяльність містить у собі як логічні, так і нелогічні, наприклад, інтуїтивні засоби. Перші носять нормативний (алгоритмічний) характер, інші мають індивідуальну психологічну основу.

Використання репродуктивного методу доцільне, коли матеріал має інформативний характер або дуже складний, або є принципово новим, і коли у студентів немає відповідних опорних знань.

Таким чином, обидва охарактеризовані методи збагачують знання, формують навички й уміння студентів, основні розумові операції. Вони є необхідними для організації навчального процесу з вищої математики у студентів-біологів, але недостатніми, оскільки не забезпечують належним чином формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь.

Ця мета краще досягається *методами проблемного навчання*. І першим з них є проблемний виклад матеріалу. Під час проблемного викладу викладач, особливо на лекціях, ставить проблему, сам її вирішує, при цьому вказує шлях розв'язування її в дійсних, але доступних студентам розбіжностях. Таким чином, викладач показує зразки наукового пізнання, наукового розв'язування проблеми, а студенти стежать за його логікою, засвоюють етапи розв'язування проблеми. Наприклад, чи можна стверджувати, що добуток зростаючих

функцій є зростаюча функція? Це питання є безумовно "провокацією" (виявляють суперечності між повсякденним і чітким уявленням про об'єкти математичного аналізу – помилкову відповідь дають багато студентів). *Приклад*, $p(x) = x \times x = x^2$ показує, що сформульована пропозиція неправильна.

Наступний метод заслуговує також на увагу під час організації нашого дослідження. Для залучення студентів до самостійного розв'язування проблем, проведення навчального дослідження їх необхідно попередньо вчити виконувати окремі кроки розв'язування, етапи дослідження. Цьому вчить *частково-пошуковий метод або евристична бесіда*. Евристична бесіда сприяє баченню проблеми, пошуку запитань, формуванню висновків з фактів, висуванню гіпотез, будуванию плану розв'язування. Метод передбачає розподіл складної задачі на серію елементарних підзадач, що наближує розв'язування основної задачі. Евристична бесіда містить взаємозалежні питання, кожне з яких є кроком на шляху до розв'язування проблеми і більшість яких жадають від студентів не тільки відтворення придбаних знань, але і здійснення невеликого пошуку. Важливою методичною вимогою до цього методу є вміле поєднання колективних і індивідуальних форм роботи. Метод евристичної бесіди безпосередньо націлює студентів на активну самостійну дослідницьку діяльність, активізує наявні знання, вчить здійснювати самоконтроль у процесі виконання будь-якого кроку розв'язування, впливає на продуктивність дослідницької діяльності і визначає її.

Головне завдання *дослідницького методу* навчання полягає в самостійному опануванні студентом знаннями, уміннями досліджувати предмет або явище, будувати висновки, а отримані самостійно знання уміти застосовувати на практиці. Суть дослідницького методу можна визначити як спосіб організації творчої діяльності під час розв'язання задач. Методичною вимогою під час застосування дослідницького методу є побудова таких завдань, які забезпечили б творче застосування студентами основних знань (ідей, понять, методів пізнання) в процесі розв'язання біологічних задач із застосуванням математичного апарату, опанування рис творчої діяльності.

Завдання викладача – спонукати студентів самостійно формулювати визначення, висновки, правила з подальшим колективним виправленням недоліків і помилок. Такий навчальний процес, як відмічає О.Коротаєва [113], виховує гнучкість мислення, здатність відходити від готових шляхів, від шаблону в роздумах і висновках, тобто більшою мірою сприяє формуванню прийомів професійно орієнтованій діяльності.

Не менш важливим є формування знань студентів про основні етапи (ланки) експериментального методу дослідження. Науковці (В. І. Андрєєв [12], В.А.Штофф [295] та інші) виділяють наступні етапи в структурі експериментального методу дослідження:

- попереднє накопичення знань про об'єкт дослідження (найчастіше є результатом підготовчого цілеспрямованого спостереження за об'єктом дослідження у природних умовах або результатом попереднього експерименту);
- уточнення фактів, явищ, процесів, які вимагають пояснення, експериментально-теоретичного обґрунтування;
- формулювання гіпотези, яка пояснювала б факти, процеси та явища, що спостерігаються;
- розробка програми експерименту (серії дослідів з метою перевірки гіпотези);
- здійснення експерименту;
- обробка результатів експерименту;

теоретичне осмислення й узагальнення результатів експерименту.

Зрозуміло, що ці етапи виділені дещо умовно й вони не завжди відбуваються один за одним. Проте вони досить добре відображають логічну спрямованість процесу пізнання на основі експериментального методу дослідження.

На думку О.І.Скафи під час організації навчального процесу за кредитно-модульною системою перевагу слід віддавати активним методам навчання, серед яких особливе місце посідають евристичні методи [222]. Зазначимо, що

сучасні методи евристичного пошуку почали активно створюватися й використовуватися у 40–60 рр. ХХ століття. До них відносяться: морфологічний аналіз (Ф. Цвіккі [311]); синектика (В. Гордон [306]); метод організуючих понять (Ф. Ханзен [305]); метод контрольних запитань, метод аналогії (Д. Пойя [192, 193]); метод “мозкового штурму” (А. Осборн [309]); алгоритм розв’язування винахідницьких задач (Г. Альшуллер [7]); метод гірлянд і асоціацій (Г. Буш [46]); метод розчленованого проектування, метод ліквідування безвихідних ситуацій, метод трансформації системи (К. Делоне [310]); латеральне мислення (Е. де Боно [39]) та інші .

Викладачеві вищого навчального закладу сьогодні, на нашу думку, необхідно глибоко осмислити цю спадщину і творчо використовувати її у конструюванні своєї діяльності.

Так, прикладами евристичних прийомів можуть служити, запропоновані Ю.О.Палантом [184], на підставі досліджень Л.Ларсона [308], набори загальних евристик: досліджуй по частинах; намалюй картинку; скористайся симетрією, періодичністю; обертай дії; міркуй всупереч, шукай контрприклад; розглянь екстремальні випадки; розглянь кілька моделей завдання, вияви зв’язки між ними; розглянь межеві й граничні випадки; перевір результат (за знаком, розмірності, змісту інтерпретації, напрямку й характеру зміни, достатності й надлишку умов) і ін.

Дані прийоми необхідно формувати вже на початкових етапах навчання розв’язуванню задачі. Адже коли студент уперше зустрічається з задачею і має мету знайти алгоритм її розв’язання, то для нього вона є нестандартною. Організується продуктивна діяльність, яка йде через задачі, вправи. Будувати подібні системи вправ необхідно таким чином, щоб ця діяльність реалізовувалася на більшій кількості етапів, уникалося нав’язування алгоритмів, щоб студенти змогли самі відкрити їх, розв’язуючи задачі (користуючись необхідними евристичними висуваючи гіпотези щодо властивостей об’єктів і відносин між ними). Отримуючи алгоритм, необхідно знову застосовувати відповідні евристики, щоб перевірити результат, правильно його

інтерпретувати, обговорити межі застосування алгоритму й скласти уявлення про сферу його застосування.

Застосування евристичних прийомів при розв'язуванні завдань щонайкраще сприяє розумінню. Виключається навіть певна мнемоніка, яка багатьма авторами, включаючи й фахівців із психології й методики навчання математики, покладається як основа для запам'ятовування [29].

Наприклад, при дослідженні функції за допомогою похідних, треба пам'ятати теорему про зв'язок знаку другої похідної і характеру опуклості функції. Знаючи, що студенти часто припускають плутанину під час відтворення цієї теореми, викладачі пропонують для її запам'ятовування "правило дощу" [186].

Процес пригадування теореми замінюється міркуванням про те, чи наливається вода в посудину, чи ні. Користуючись геометричною інтерпретацією похідної, можна міркувати, не згадуючи про посудину, яка слабо моделює ситуацію, є зовсім випадковим (хоча й вдалим) образом, що не сприяє адекватному сприйняттю, відкриттю й засвоєнню знань. Використовуючи прийом моделювання можна міркувати в такий спосіб: друга похідна додатна, тому перша похідна зростає, і дотична до графіка функції при русі точки дотику вздовж графіка зліва направо повертається так, що кут її нахилу до додатного напрямку осі абсцис росте. Таким чином, крива опукла вниз, і навпаки. Можна провести обґрунтування, використовуючи й фізичну інтерпретацію. Друга похідна додатна, тоді прискорення додатне. Розглянемо випадок, коли прискорення додатне й постійне. Це - рівноприскорений рух

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$
. Графік - парабола. Якщо a - додатне, то вітві параболи спрямовані вгору, а значить функція опукла вниз (студенти досить добре оперували графіком квадратного тричлена) - це не викликає ніякого сумніву. Так, використовуючи евристичні орієнтири, ми формуємо асоціації не з випадковими мнемонічними образами, а з образами, адекватними по суті, які, з одного боку, слугують для формування понять, постановки задач, а з іншого

боку для інтерпретації отриманих теорій і, складаючись у загальну картину, асоціюючись з відомими, вже відкритими математичними положеннями, можуть служити й засобом нагадування. Експеримент показав, що студенти, яких знайомили із мнемонічним правилом і з міркуваннями на моделях, віддавали перевагу модельним ситуаціям.

Використання евристичних прийомів дозволяє на більш глибокому рівні провести аналіз фактів, явищ, зрозуміти моделі формування поняття, вивчення теореми, а також допомагає викладачеві в роботі з системами професійно орієнтованих біологічних задач, в основі пошуку розв'язання яких лежать загальні евристичні прийоми аналізу, синтезу, аналогії, систематизації, класифікації, узагальнення та ін.

Усі ці прийоми і методи можливо використовувати в лекційно-практичній системі навчання вищій математики на біологічних факультетах, тобто доцільним є розгляд *організаційних форм навчання* які виступають одним з компонентів методичної системи. До них відносять лекційні, практичні, семінарські, лабораторні та індивідуальні заняття, всі види практик та консультацій, виконання студентами самостійних завдань та інші форми і види навчальної та науково-дослідницької діяльності студентів.

Як зазначає З.І.Слепкань [232], організаційні форми розрізняються за їхнім функціональним призначенням. Зазначені вище форми належать до форм організації засвоєння знань, формування навичок і умінь, пошуку нових знань. Окрім них виокремлюють форми організації контролю знань, навичок і умінь, які більш детально будуть розглянуті у розділі 2.

Провідною організаційною формою навчання у вищій школі завжди була і є лекція. Як зазначає Н.М.Лосева [141], вона вводить молодь у науку, закладає підвалини професійної підготовки. Залежно від способу проведення виділяють різноманітні види лекцій. Але щодо проблеми нашого дослідження для організації дослідницької діяльності студентів-біологів найбільш корисними можна вважати наступні лекції:

- *проблемна лекція* припускає виклад матеріалу через проблемність запитань, завдань або ситуацій. При цьому процес пізнання відбувається в науковому пошуку, діалозі і співробітництві з викладачем, у процесі аналізу і порівняння різних поглядів тощо. Новий теоретичний матеріал викладач подає у вигляді проблемного завдання, в умову якого закладене протиріччя, що треба визначити і розв'язати. На таких лекціях пропонуємо використовувати в якості мотивації до професійно орієнтованої діяльності завдання біологічного змісту. Особливо проблемні лекції доцільні на етапі введення нової теми курсу вищої математики;

- *лекція-візуалізація* припускає пошук нових можливостей реалізації принципу наочності. Зазначимо, що візуальна лекція є усною передачею інформації, що підкріплюється візуальними формами. Викладач має підібрати такі демонстративні матеріали, такі форми наочності, що не лише доповнюють словесну інформацію, але й самі є носіями змістовної інформації. Залежно від навчального матеріалу, використовуються різноманітні форми наочності: натуральні (мінерали, реактиви, деталі); образотворчі (слайди, малюнки, фото); символічні (схеми, таблиці). До лекцій-візуалізацій ми відносимо й ті, що проводяться за допомогою комп'ютерних презентацій, які допомагають студентіві візуальному сприйняттю навчального матеріалу. Приклад розробленої презентації до лекції з вищої математики для студентів біологів наведено у Додатку Д;

- *бінарна лекція* (лекція-діалог) передбачає викладання навчального матеріалу у формі діалогу двох викладачів, наприклад, викладача математики і біофізика, представників двох наукових напрямків тощо. Тут моделюються реальні ситуації обговорення теоретичних і практичних питань двома фахівцями, при цьому мають бути виконані такі умови:

- діалог викладачів демонструє культуру дискусії, спільне розв'язання проблеми;

- залучаються до розмови студенти, стимулюється їх бажання поставити запитання, висловити власний погляд.

Під час такої лекції актуалізуються знання студентів, створюється проблемна ситуація, відбувається порівняння різних поглядів, є можливість вибору, тобто формуються дослідницькі вміння. Приклад такої лекції приводиться нами у п.2.2.2;

- *лекція-провокація* (лекція із заздалегідь запланованими помилками) розрахована на стимулювання студентів до постійного контролю за інформацією, що подається на лекції, і пошуку помилок. Підготовка до такої лекції полягає в навмисному закладанні помилок змістового характеру, при цьому добираються найтипівіші помилки, яких зазвичай припускаються. Завдання студентів полягає в тому, щоб під час лекції знаходити помилки, фіксувати їх на полях. Наприкінці лекції проводиться діагностика знань слухачів і розбір зроблених помилок.

Зазначимо, що така лекція одночасно виконує функції стимулювання, контролю і діагностики;

- *лекція-конференція* проводиться як науково-практичне заняття із заслуховуванням доповідей і виступів студентів за заздалегідь поставленою проблемою в межах навчальної програми. Наприкінці такої лекції викладач підбиває підсумки, доповнює та уточнює інформацію, формулює основні висновки.

Під час проведення практичних занять викладач має забезпечити активну пізнавальну діяльність студентів, використовуючи індивідуальну, групову і фронтальну роботу.

Фронтальна форма роботи передбачає спільну діяльність усієї групи: навчальний матеріал формулюється для всіх, ставляться однакові завдання, усі студенти розв'язують одну проблему. Фронтальна форма організації навчального процесу забезпечує спільне просування до встановленого рівня професійної освіти. Проте ця форма роботи не враховує індивідуальних особливостей студентів, їх особистісних можливостей і тому вона не може бути універсальною.

Групова форма роботи – це така робота, коли навчальна група розбивається на декілька підгруп, що виконують однакові або різні

завдання. Мета групової роботи може змінюватися залежно від завдання: розв'язання задач і вправ, виконання лабораторних робіт, вивчення нового матеріалу, підготовка проекту тощо.

У процесі *індивідуальної роботи* кожний студент отримує завдання, яке він має виконати незалежно від інших. Ця форма роботи передбачає високий рівень активності і самостійності студентів. Якщо систему індивідуальних завдань вміло підібрати, то можна встановити такий темп навчання, що враховує індивідуальні можливості кожного студента.

Підкреслимо, що кожна з вищеописаних організаційних форм роботи має свої особливості, без урахування яких оптимізація процесу навчання є неможливою. Конструювання викладачем системи практичних занять у межах кредитно-модульної системи навчання, як правило, не вкладається в рамки традиційної лекційно-практичної форми проведення занять і для ефективної організації та активізації навчального процесу доводиться розв'язувати проблеми, пов'язані з вибором чи комбінацією різноманітних видів практичних занять. Ґрунтуючись на системному і діяльністному підходах викладання, розвивальній меті навчання, необхідності формування дослідницьких умінь у студентів-біологів, використання сучасних методів і засобів навчання, виокреслюємо ті види практичних занять з вищої математики, на яких організовується професійно орієнтована дослідницька діяльність:

- 1) *практичне заняття формування навичок і умінь;*
- 2) *практичне заняття узагальнення і систематизації знань;*
- 3) *інтегроване практичне заняття;*
- 4) *лабораторна робота.*

Методичною основою інтегрованого підходу до навчання є формування знань про навколишній світ і його закономірності в цілому, а також установлення внутрішньодисциплінарних і міждисциплінарних зв'язків у засвоєнні наук, вивчення зв'язку дисципліни з дисциплінами професійного циклу [78; 88; 122; 220; 226 ;233].

У зв'язку з цим *інтегроване практичне заняття є заняттям, для проведення якого використовуються знання, уміння і результати аналізу матеріалу, що вивчається, методами інших наук, інших спеціальних дисциплін.* Не випадково інтегровані заняття називаються ще й міждисциплінарними, а форми їх проведення є найрізноманітнішими: практикуми, семінари, конференції, ділові ігри тощо (приклад інтегрованого практичного заняття наведено у Додатку Е).

Основна дидактична мета лабораторного заняття – оволодіння технікою експерименту, вироблення умінь розв'язувати практичні завдання дослідницьким шляхом. Цінність лабораторного заняття у тому, що воно є об'єднуючою ланкою теорії і практики, вчить студентів висувати різні гіпотези, пропозиції, робити висновки. У п. 2.2.1. ми вводимо поняття інтегрованої лабораторної роботи з математики та у Додатку Є наводимо приклад розробки такої роботи з курсу вищої математики для студентів біологічних спеціальностей.

Таким чином, у якості методичних вимог до організаційних форм навчання, на яких відбувається формування дослідницьких умінь студентів, повинно стати:

- спонукання студентів пропонувати ідеї, зіштовхувати різні погляди, висувати альтернативні пояснення, припущення;
- забезпечення можливості досліджувати різні припущення у вільній і ненапруженій обстановці, шляхом обговорення в групах;
- надавання можливості застосовувати нові уявлення відносно широкого спектру явищ і ситуацій.

Поряд із цілями, змістом, формами і методами навчання **засоби навчання** є одним з головних компонентів методичної системи. Під засобами навчання розуміють об'єкти деякої природи, які формують навчальне середовище і використовуються викладачем і студентами в процесі навчальної діяльності. До сучасних засобів навчання відносять інформаційні технології (ІТ).

За останні роки ІТ досить активно використовуються як засіб навчання у сфері освіти, де часто зустрічаються такі поняття як база даних, гіпертекстове

середовище, робоче місце студента, системи мультимедіа, комп'ютерно-інформаційні засоби зв'язку, електронна пошта, навчальні та наукові відео конференції, мультимедійні й інтерактивні навчальні підручники та курси тощо.

Можливості застосування ІТ, як зазначає Л.І.Морська [169], розглядаються у сучасній дидактичній літературі у трьох аспектах:

- 1) ІТ як допоміжні засоби навчання для організації самостійної навчальної діяльності (в основному тренувального характеру);
- 2) ІТ як засіб створення нового навчального середовища, як інструмент пізнання;
- 3) ІТ як засіб комунікації та джерело інформації .

У дослідженнях методичних і дидактичних проблем застосування комп'ютерів як засобу навчання основні зусилля вчених були зосереджені на розкритті перспектив використання інформаційних технологій в навчанні (М.І.Жалдак [85], В.І.Клочко [109]), обґрунтуванні можливостей використання комп'ютерів для інтенсифікації навчального процесу (Б.С.Гершунський [57], Ю. І. Машбиць [154], Г.Г.Селевко [214] та ін.), проведенні різносторонньої класифікації програмно-педагогічних засобів (Ю. І. Машбиць [154], Ю.В.Триус [260] та ін.), вивченні питань формування основ інформаційної культури студентів (Ю.В. Триус [260]). Інтенсивно проводились дослідження з питань запровадження засобів інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі (М. І. Жалдак [84], Ю. С. Рамський [201], Н. В. Морзе [165] та ін.) та методики їх використання в процесі навчання математики (В. Г. Бевз [25], Т. Г. Крамаренко [118], О. І. Скафа [224], С.О.Семеріков [100], О. В. Тутова [225] та ін.). Але робіт у яких зосереджена увага на формуванні дослідницьких умінь студентів засобами інформаційно-комунікаційних технологій, на сьогодні недостатньо.

Широкі аналітичні, обчислювальні і графічні можливості сучасних математичних пакетів (СМП), на думку Ю.В.Триус [260], роблять їх необхідним інструментом у професійній діяльності фахівців багатьох галузей.

Проте, як наголошує автор, вони недостатньо використовуються при вивченні вищої математики.

Немаловажну роль ІКТ відіграють при підготовці студентів до їх використання у майбутньої професійної діяльності, на що наголошують В.В.Алейніков [2], П.В.Беспалов [28], Н.І.Бойко [37], І.М.Главатських [59], Л.І.Морська [170], П.І. Образцов [177], В.О. Садикова [209] та ін.

СМП ефективні для розв'язування проміжних задач, виконання складних розрахунків у процесі виконання основного завдання, завдяки чому викладач може залучати до навчальної діяльності студентів незалежно від рівня їхніх попередніх знань. Студенти здатні самостійно висувати гіпотези, робити припущення відносно закономірностей, які спостерігаються, мають змогу експериментально їх перевіряти за допомогою таких програм як DERIVE, EUREKA, Mathcad, Maple, Mathematika, MathLab, Macsima, Numeri, Reduce, Statgraph та ін. Це вказує на можливість використання даних програмних засобів у нашому дослідженні.

Ефективним під час формування та розвитку професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів є також використання програмних педагогічних засобів (ППЗ) “GRAN” [85] та пакету динамічної геометрії (DG) [200]. Ці програмні засоби є простими у користуванні, мають зручний та “дружній” інтерфейс, контекстно-чутливу допомогу. Від користувачів не вимагається значного об'єму спеціальних знань. Як і СМП, вони надають можливість самостійно висувати гіпотези, робити припущення відносно закономірностей, які спостерігаються, експериментально їх перевіряти.

Але, на нашу думку, не завжди доцільно використовувати СМП та ППЗ на молодших курсах ВНЗ, наприклад, у процесі формування уміння знаходити інтеграли, похідні, границі та ін. Це пояснюється тим, що, отримуючи готовий результат за допомогою програми, студент не буде знати звідки він узявся та не зможе його правильно застосувати. У зв'язку з цим, необхідним є використання програмного забезпечення, яке надасть можливість залучити студентів у

діяльність, у результаті виконання якої вони самостійно винайдуть способи знаходження границь, інтегралів та ін.

Однак більшість комп'ютерних навчальних програм з математики, представлених у вигляді комп'ютерних підручників, задачників, тренажерів, як зазначає О.В.Тутова [225], призначені для навчання розв'язувати задачі за зразком, діяти за алгоритмом, тобто не сприяють самостійному відкриттю знань, способів діяльності, формуванню дослідницьких умінь. Зокрема програмний засіб „Світ лінійної алгебри”, розроблений під керівництвом О.В.Співаковського [239], вимагає від студентів знання алгоритмів розв'язування задач з лінійної алгебри.

Крім того, наголос у більшості існуючих навчальних програм, як відмічає Г.О.Атанов [17], робиться на наочність – програми є демонстраційними, без врахування та розуміння дидактичних принципів, які повинні бути закладені в основу під час їх створення. Це, на думку В.І.Клочка [109], не дозволяє студентам вирішувати задачі творчо, а тому недостатньо реалізується і розвивається їх інтелектуальний потенціал, а викладачам – реалізувати концепцію діяльнісного підходу.

Таким чином, необхідним є створення таких комп'ютерних засобів організації й управління дослідницькою діяльністю студентів, які були б зрозумілими та елементарними у їх використанні. Такі засоби, введені О.І.Скафою [226], як евристико-дидактичні конструкції – програми “нежорсткого” управління навчально-пізнавальною евристичною діяльністю, які орієнтовані на створення сприятливих дидактичних умов для цього виду діяльності. Нами розроблено евристичні тренажери за темою “Функції та їх властивості” (див. Додаток Б) [208], та темою „Похідна та її застосування”, мова про які буде йти у п.2.4.

Усе вищезазначене дозволяє нам сформулювати основні дидактичні вимоги до інформаційних технологій, що застосовуються у навчанні вищої математики для організації та управління професійно орієнтованою дослідницькою діяльністю студентів. Вони повинні:

- забезпечувати кожному студенту можливість навчатися за оптимальною індивідуальною програмою, що враховувала б у повному обсязі його пізнавальні мотиви та здібності;
- оптимізувати зміст курсу вищої математики, співвідношення теоретичних і практичних знань й умінь;
- інтенсифікувати процес навчання;
- зменшити психічне та фізичне навантаження учасників навчального процесу, звільнити від рутинної діяльності;
- забезпечити всебічну інформаційну підтримку навчання (за допомогою вбудованих словників, довідників, енциклопедій та посилань на інші інформаційні ресурси);
- відповідати загальнодидактичним принципам (наочності, проблемності, послідовності, системності, посиленості тощо).

1.5. Висновки до розділу 1

У першому розділі дисертації на основі аналізу стану підготовки студентів біологічних спеціальностей з вищої математики, опрацювання нормативних документів, психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, вивчення й узагальнення досвіду роботи викладачів і власного досвіду з'ясовано, що методична система навчання вищої математики потребує вдосконалення з метою формування у майбутніх біологів дослідницьких умінь.

Суттєвими передумовами, які сприяють формуванню дослідницьких умінь, є: реалізація системного, комплексного, діяльнісного підходів до навчання; реалізація принципів евристичного навчання; створення сприятливого мікроклімату для самостійної роботи студентів; забезпечення особистісно орієнтованого підходу, який надає умови для формування індивідуального стилю професійної діяльності майбутніх біологів; дотримання принципу індивідуалізації й диференціації; формування позитивних мотивів у студентів до майбутньої професійної діяльності.

Мотивація є важливим компонентом навчальної діяльності, через

реалізацію й за допомогою якого здійснюється активізація навчальної діяльності й розвиток творчого потенціалу майбутніх біологів до розв'язання ряду професійно орієнтованих завдань.

Методична система формування дослідницьких умінь студентів в навчанні вищої математики дозволяє розвинути творчу особистість кожного студента, спонукає його до самореалізації й самовиховання, реалізує можливості професійного зростання.

Формування готовності до майбутньої професійної діяльності в навчанні вищої математики найбільш ефективно відбувається в процесі включення студентів у дослідницьку діяльність при розв'язанні професійно орієнтованих задач. Вищеописаний підхід до навчання вищої математики дозволяє зробити математичне моделювання засобом освоєння методології професійно орієнтованого наукового пошуку й сприяє розвитку критичного мислення, виробленню вмінь використання одержуваної інформації, її перекладу в абстрактні форми, узагальненню її змісту.

Основні результати дослідження першого розділу опубліковано в працях [105; 181; 183; 185; 208; 249; 251 - 254; 256; 268 - 270; 272 - 275; 278; 279; 281; 282].

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ СТУДЕНТІВ БІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

2.1. Моделювання як засіб формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей

2.1.1. Методика застосування математичного моделювання в курсі вищої математики для студентів біологічних спеціальностей. Аналіз літератури з проблеми дослідження дозволив зробити висновок про необхідність приділяти більшу увагу методам моделювання біологічних процесів при навчанні вищої математики. Це необхідно робити цілеспрямовано по основних темах курсу вищої математики, мотивуючи вивчення нових математичних понять, фактів і теорій, необхідних надалі для формування професійних умінь майбутнього біолога-дослідника. Причому, розгляд одних і тих же моделей з точки зору різних математичних підходів до їх розв'язання важливо на етапі узагальнення і систематизації знань курсу.

У даному пункті опишемо прийоми організації процесу навчання вищої математики з використанням математичних моделей біологічних процесів, що сприяють формуванню дослідницьких умінь студентів-біологів.

Моделювання – це метод, що дозволяє зробити заміну вивчення деякого складного об'єкту (явища, процесу) дослідженням його моделі, яка є деяким спрощенням об'єкту дослідження і в сенсі його структури, і по складності внутрішніх і зовнішніх зв'язків. В біології окремим досліджуваним об'єктам прагнуть поставити у відповідність деякий математичний об'єкт (число, множину, матрицю, функцію і таке інше), а зв'язки і відношення між біологічними об'єктами записати за допомогою математичних відповідностей і відношень (рівностей, нерівностей, рівнянь, систем рівнянь тощо). Таким чином, отримують математичний опис біологічного явища – математичну

модель, яку, в свою чергу, вивчають за допомогою математики [47; 67; 70; 245]. Слід пам'ятати, що не можна ототожнювати математичну модель з реальним явищем і, що будь-який математичний опис біологічного процесу означає деяку його логічну ідеалізацію [3; 79; 120; 147]. При цьому слід враховувати, що цей опис відбувається з певною мірою точності, в результаті відкидається ряд чинників, які можуть в якомусь сенсі істотно вплинути на кінцевий результат [50; 150; 151; 156]. Тому при вивченні математичних моделей велику роль грає біологічна ерудиція дослідника, його знання і досвід. Слід пам'ятати, що жодні математичні або математично-статистичні методи не допоможуть отримати достовірний результат, якщо до розв'язання біологічної задачі підходити формально, без урахування біологічної суті явища, що вивчається, або якщо досліди було проведено неправильно, або експериментальні дані зібрано недбало.

Наприклад, одне з занять можна почати з дитячого питання: «Чому дерева не ростуть до неба?» і запропонувати студентам розглянути модель, що описує процес росту дерева, запропоновану І.А.Полетаєвим [205].

Ще раз нагадуючи студентам етапи процесу моделювання (первинний збір даних; постановка задачі; обґрунтування основних припущень; створення математичної моделі і її дослідження; перевірка адекватності моделі реальному об'єкту і вказівка меж застосування моделі), слід звернути їх увагу на те, що в даній навчальній ситуації ми пропускаємо етап первинного збору інформації, а починаємо одразу з постановки навчальної задачі і обґрунтування основних припущень моделі.

Модель, що ми розглядаємо, ґрунтується на наступних гіпотезах:

1. Доросла рослина в процесі зростання ($t \in (0; T_3)$, t - час існування дерева, T_3 - час загибелі дерева) зберігає геометричну подібність. Це означає, що у дорослої рослини із зростанням не змінюються відношення геометричних розмірів, наприклад, відношення висоти ствола дерева H до діаметра ствола D дерева біля поверхні землі.

2. Вільну енергію, що завжди додатна, рослина отримує тільки шляхом фотосинтезу неперервно протягом всього періоду існування.

3. Вільна енергія витрачається на фотосинтез, на побудову живої тканини (зростання) і на підйом поживного розчину з ґрунту. При цьому витрати на будь-який вид життєдіяльності дерева теж додатні та неперервні в будь-який момент часу.

4. У середньому, за великі відрізки часу рослина отримує постійну кількість світла на одиницю поверхні і може отримувати необхідні речовини з необмеженого запасу.

Почнемо складання рівняння балансу енергії.

Припустимо, що стовп дерева має форму прямого кругового конуса, в якому відношення $\frac{H}{R}$ залишається сталим ($R = \frac{D}{2}$). Нехай X – висота рослини в даний момент часу. Експериментально встановлено, що площа поверхні листя пропорційна X^2 , а об'єм ствола – пропорційний X^3 . Зрозуміло, що X змінюється з часом, тобто X є функцію від часу $X = X(t)$, $t \in (0; T_3)$.

Знайдемо вираз для вільної енергії E , що надходить. Ця енергія утворюється завдяки фотосинтезу в зеленій частині рослини, і E тим більше, чим більше поверхня зеленої частини. Таким чином, можемо вважати, що E пропорційна X^2 : $E = a \cdot X^2$, де $a > 0$ - коефіцієнт пропорційності, який залежить від розмірів та форми листя та від інтенсивності фотосинтезу.

Інших джерел енергії через гіпотези немає, і ми повинні простежити за витратою енергії.

Енергія перш за все витрачається на потреби самого процесу фотосинтезу. Ця витрата також пропорційна X^2 , і ми можемо записати її у вигляді: $b \cdot X^2$, де $b > 0$ - деякий коефіцієнт пропорційності, менший за a .

Далі, енергія витрачається на транспортування поживного розчину у всі частини рослини. Зрозуміло, що ця витрата буде тим більше, чим більше шляхів транспортування, тобто чим більше об'єм рослини. Крім того, ця витрата пов'язана з подоланням сили тяжіння і, отже, буде тим більше, чим на

більшу висоту доводиться піднімати поживні речовини. Експериментально встановлено, що ця витрата пропорційна X^4 .

Нарешті, енергія витрачається на збільшення маси рослини, тобто на її зростання. Ця витрата пропорційна швидкості росту, тобто похідній за часом від маси: $m = k_1 \cdot k_2 \cdot X^3$, де $k_1 > 0$ - середня щільність рослини, а $k_2 \cdot X^3$ - її об'єм. Нехай в подальшому $k = k_1 \cdot k_2 \equiv \text{const} > 0$. Ця витрата завжди додатна за припущенням 3.

Таким чином, дана витрата виражається: $l \cdot \frac{dm}{dt} = l \cdot \frac{d(k \cdot X^3)}{dt} = l \cdot k \cdot 3X^2 \cdot \frac{dX}{dt}$,

$l > 0$ - коефіцієнт пропорційності.

Через закон збереження енергії, її витрата дорівнює її надходженню, тобто отримуємо: $E = b \cdot X^2 + c \cdot X^4 + l \cdot \frac{dm}{dt}$, або $a \cdot X^2 = b \cdot X^2 + c \cdot X^4 + l \cdot k \cdot 3X^2 \cdot \frac{dX}{dt}$.

Це і є шукане балансове співвідношення. Воно являє собою диференціальне рівняння відносно $X(t)$.

Розділивши обидві частини рівняння на $l \cdot k \cdot 3X^2$ і позначивши $\frac{(a-b)}{3 \cdot l \cdot k} = A$, а

$\frac{c}{3 \cdot l \cdot k} = B$, маємо: $\frac{dX}{dt} = A - B \cdot X^2$, $A > 0$, $B > 0$, $t \in (0; T_3)$.

Далі, слід звернути увагу студентів, що відповідно з програмою курсу, ми поки що не маємо в своєму розпорядженні апарату для розв'язання даного рівняння (хоча прості типи диференціальних рівнянь розглядалися в школі, як правило, студенти першого курсу вже встигають забути їх достатньою мірою, та й у школах даній темі не приділяється достатньої уваги, оскільки вона не входить в програму зовнішнього незалежного тестування. Також слід зазначити, що в багатьох ВНЗ зовнішнє тестування з математики не було необхідною умовою вступу на біологічні спеціальності, принаймні до недавнього часу).

Крім того, оскільки ми починаємо розгляд моделей в темі «Повне дослідження функцій за допомогою похідної і побудова графіків», то розв'язання диференціального рівняння не є необхідним для того, щоб

побудувати ескіз графіка функції залежності висоти дерева від часу: $X(t)$. Досить розглянути дане рівняння з точки зору властивостей шуканої функції та її похідних.

Для цього пропонуються наступні тестові питання (правильну відповідь позначено *):

1. Який фізичний зміст запису $\frac{dX}{dt}$ у даному рівнянні ?

- а) зміна маси дерева;
- б) швидкість росту дерева; (*)
- в) зміна швидкості росту дерева;
- г) правильна відповідь відсутня.

Якщо відповідь була вибрана неправильно, або не обґрунтована належним чином, то для подальшої роботи з даною моделлю необхідна корекція відповіді.

Корекція: фізичний зміст похідної полягає в тому, що похідна в кожній точці дорівнює швидкості зміни функції в цій точці в залежності від зміни аргументу. Тому, в нашому випадку швидкість зміни висоти дерева в часі буде швидкістю росту дерева.

2. Якою є величина $\frac{dX}{dt}$ у даному рівнянні при $t \in (0; T_3)$?

- а) $\frac{dX}{dt} > 0$; (*)
- б) $\frac{dX}{dt} < 0$;
- в) $\frac{dX}{dt} = 0$;
- г) $\frac{dX}{dt} \geq 0$;
- д) $\frac{dX}{dt} \leq 0$.

Корекція: оскільки за умовами нашої моделі (припущення 3) витрати на зростання завжди додатні, то дерево росте на всьому проміжку часу $t \in (0; T_3)$, а тому похідна від функції висоти дерева від часу $\frac{dX}{dt}$ додатна.

Зауваження: додатність енергії зростання не гарантує додатності похідної $\frac{dX}{dt}$ для будь-якого $t \in (0; T_3)$, але оскільки енергія зростання додатна і неперервна при $t \in (0; T_3)$ за умовами нашої моделі (припущення 3), то вона на будь-якому відрізку $[t_1, t_2] \in (0; T_3)$ буде відокремлена від нуля (теореми Вейерштраса 1, 2), а тому не може існувати точок при $t \in (0; T_3)$, в яких енергія

зростання дорівнює нулю, а тому і похідна $\frac{dX}{dt}$ завжди додатна. Випадок, коли

$\frac{dX}{dt}$ невід'ємна в природі можливий, але ми його в умовах даної моделі не

розглядаємо.

3. Чи обмежена висота дерева згідно даної моделі?

а) обмежена; (*)

б) не обмежена.

Корекція: Оскільки $\frac{dX}{dt} > 0$ та $A, B, X > 0$, то $A - B \cdot X^2 > 0$. Отже $0 < X < \sqrt{\frac{A}{B}}$ - а

це означає, що висота дерева є обмеженою величиною. Оскільки в умовах нашої моделі зростання дерева не зупиняється на протязі всього часу життя

($t \in (0; T_3)$), то значення $X = \sqrt{\frac{A}{B}}$ не може бути досягнуто.

4. Як змінюється швидкість росту дерева $\frac{dX}{dt}$ з часом ?

а) зростає;

б) спадає; (*)

в) не монотонна.

Корекція: Оскільки $A, B, X > 0$ і $X(t)$ зростає (дерево росте), то величина $A - B \cdot X^2$ із зростанням часу X стає все меншою, тобто більшому значенню $X(t)$ відповідає менше значення $\frac{dX}{dt}$. Отже, $\frac{dX}{dt}$ спадає.

5. Чи правильно, що функція залежності $X(t)$ висоти дерева від часу?

а) зростає; (*)

б) спадає;

в) не монотонна;

г) не зростає;

д) не спадає.

Корекція: Оскільки дерево росте, то функція залежності висоти дерева від часу $X(t)$ зростає (див. зауваження по питання 2).

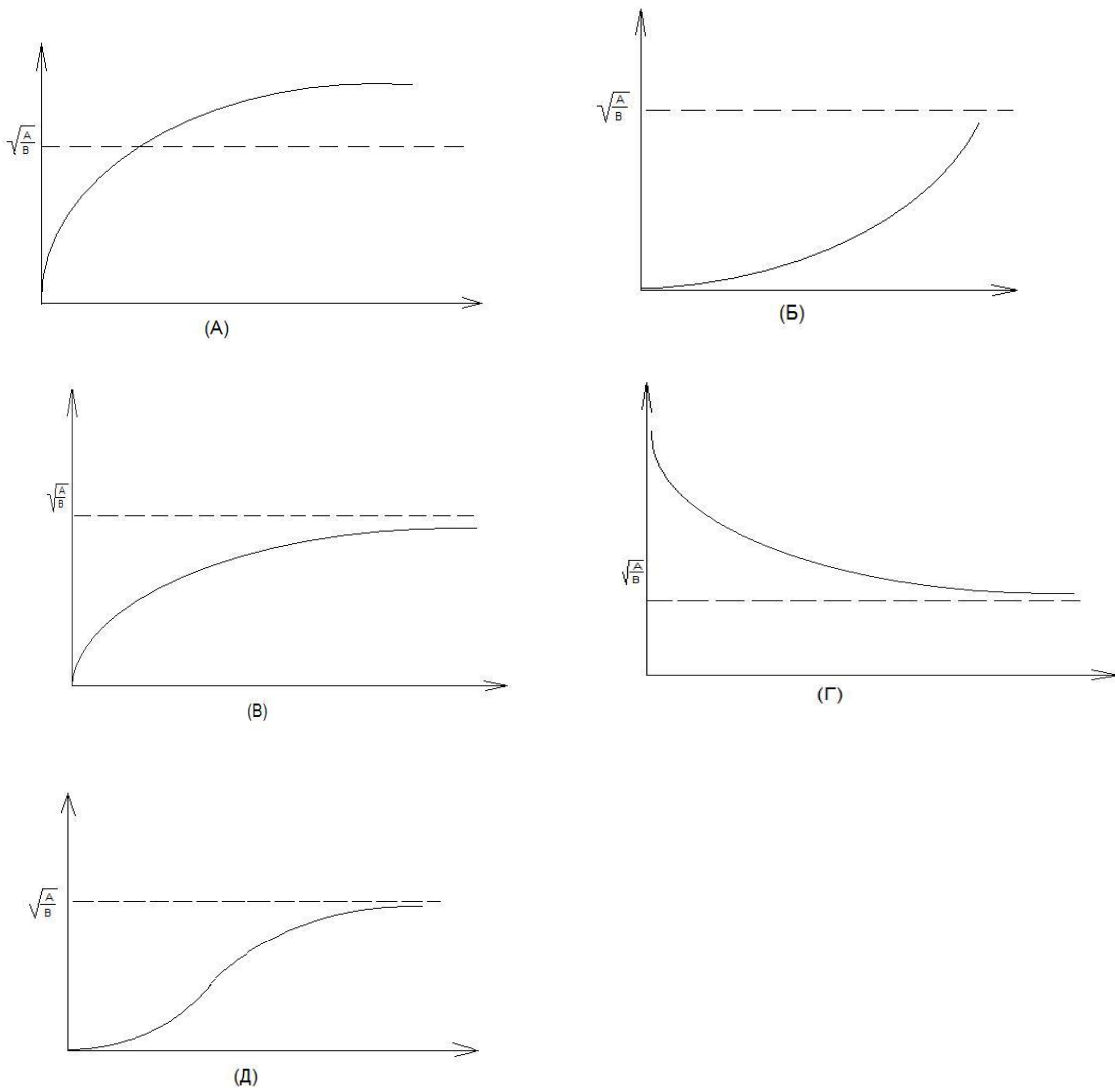
6. Чи правильно, що функція $X(t)$ залежності висоти дерева від часу:

- а) строго опукла вгору; (*)
- б) строго опукла вниз;
- в) не строго опукла вгору;
- г) строго опукла вниз;
- д) інша відповідь?

Корекція: Нами вже була обґрунтована додатність X та X' при $t \in (0; T_3)$.

Оскільки $\frac{d}{dt} \left(\frac{dX}{dt} \right) = \frac{d^2 X}{dt^2} = -2B \cdot X \cdot X' < 0$. Отже, $X(t)$ строго опукла вгору.

7. Виберіть з наведених ескізів графіків той, який, на вашу думку, відповідає графіку залежності висоти дерева від часу $X(t)$.



Корекція: Ескіз графіка на малюнку (в) відповідає кривій, яка описує залежність висоти дерева від часу, оскільки підводячи підсумки обговорення

(питання 1-6) $X(t)$: зростає, набуває додатних значень, обмежена і строго опукла вгору.

До даної моделі ми повертаємося знову в темі «Диференціальні рівняння». При цьому показуємо, що аналітичне розв'язання даного рівняння не є складним і визначає такий самий ескіз графіка залежності висоти дерева від часу.

$$\frac{dX}{dt} = A - B \cdot X^2, \quad A, B, X > 0,$$

$$\frac{dX}{A - B \cdot X^2} = dt, \quad X \neq \sqrt{\frac{A}{B}},$$

$$X(t) = \sqrt{\frac{A}{B}} + \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{A}{B}}}{e^{2 \cdot \sqrt{AB} \cdot t} - 1}.$$

При аналізі одержаного розв'язка диференціального рівняння ми знову повторюємо властивості функцій, етапи дослідження функції і побудови ескізу її графіка за допомогою похідних, що сприяє закріпленню навчального матеріалу, усвідомленому засвоєнню теми, що вивчається, формуванню уявлення студентів про єдність всіх розділів математики і зв'язку її з реальними біологічними дослідженнями. Необхідно також згадати і розглянути на практичних і лабораторних заняттях також:

- 1) гідродинамічну модель О.Франка, яка дозволяє встановити зв'язок між ударним об'ємом крові, що викидається шлуночком серця за одне скорочення і зміною тиску в артеріях [204];
- 2) модель, що описує динаміку чисельності популяції [50];
- 3) спрощену модель культиватора бактерій [234];
- 4) модель поширення епідемії [240].

Одну з перелічених моделей можна пропонувати як домашнє завдання або запропонувати для самостійного розгляду на практичному занятті під керівництвом викладача, але без його безпосередньої участі. Роль викладача в організації самостійної роботи студентів полягатиме у формулюванні і

роз'ясненні завдання, інструктажі, спостереженні за роботою, відповіді на питання студентів, корекції роботи, перевірки й аналізу отриманих результатів.

Робота з математичною моделлю реального біологічного процесу, націлена на виконання навчального дослідницького завдання, є діяльністю, в якій домінує самостійне вживання прийомів наукових методів пізнання, унаслідок чого студенти активно опановують знання, розвивають свої дослідницькі уміння [254; 256; 268].

Їх дослідницька діяльність (особливо на етапі недостатності математичного апарату) виявляється в тому, що дані завдання змушують формулювати гіпотези і перевіряти їх в ході групової або індивідуальної роботи над моделлю [251].

Важливо для формування і розвитку дослідницьких умінь - показати процес історичного становлення і розвитку математичної моделі біологічного явища або процесу (з обговоренням її переваг і недоліків), так би мовити її «онтогенез». Для цього якнайкраще підійде модель динаміки чисельності популяції [267; 275]. Динаміка чисельності популяції, тобто зміна загальної кількості живих особин в популяції у зв'язку з народжуваністю і смертністю – одне з важливих питань екології популяцій.

Нехай є деяка популяція одного виду, в якій відбуваються життєві процеси у всьому їх різноманітті.

Постановка завдання. Знайти закони зміни чисельності популяції в часі.

Розглянемо основні припущення, які дозволили Мальтусу в 1802 році отримати просту модель динаміки чисельності популяції.

Основні припущення.

1) Існують лише процеси розмноження і природної загибелі, швидкості яких пропорційні чисельності особин в даний момент часу.

2) Не враховуються біохімічні і фізіологічні процеси.

3) Немає боротьби між особинами за житло, за їжу (нескінченно великий простір і кількість їжі).

4) Розглядається лише одна популяція, немає хижаків.

Розглянемо ізольовану популяцію, харчові ресурси якої необмежені, а приріст поголів'я (різниця між народжуваністю і смертністю) пропорційний кількості дорослих особин. Нехай $x(t)$ - чисельність популяції у момент часу t , а $\Delta x(t)$ - приріст популяції за проміжок часу $[t, t + \Delta t]$. Тоді $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x(t)}{\Delta t}$ - приріст поголів'я в момент часу t , або $\frac{dx}{dt}$. Оскільки експериментально встановлено, що цей приріст пропорційний кількості дорослих особин, то $\frac{dx}{dt} = k \cdot x$, де k - коефіцієнт пропорційності. Таким чином одержуємо рівняння, яке описує динаміку чисельності популяції, тобто надає можливість знаходити $x(t)$ - чисельність популяції у будь-який момент часу t .

Обговорення значення константи k є важливою частиною перевірки адекватності моделі реальному об'єкту (популяції): якщо $k < 0$, тобто смертність перевищує народжуваність, то чисельність особин з часом зменшиться до нуля – відбувається вимирання популяції; якщо $k > 0$, тобто народжуваність перевищує смертність, то чисельність особин необмежено росте з часом; якщо $k = 0$, то чисельність особин не змінюється, залишаючись на початковому рівні.

Недоліком даної моделі є те, що вона є правильною лише для дуже вузького класу популяцій. Адже в реальності неможливе нескінченне зростання чисельності популяції ($k > 0$) і при великій кількості істот можливе зменшення їх чисельності, наприклад, за рахунок боротьби за житло і їжу.

Точніший опис розвитку популяції дає рівняння Ферхюльста-Перла, яке отримане в 1845 році. В даному випадку модель ускладнюється тим, що серед наведених припущень знімається припущення 3 (існує боротьба між особами), тобто враховується так званий «ефект самоотруєння» популяції (або внутрішньовидову боротьбу). Цей ефект, що знижує швидкість росту популяції, пояснюється багатьма причинами: конкурентною боротьбою за ареал і їжу, поширення інфекції через тісноту тощо. Бажаючи врахувати цей ефект,

необхідно відняти деяку величину $q \cdot x^2$, оскільки експериментально встановлено, що швидкість загибелі за рахунок конкуренції між істотами пропорційна кількості зустрічей двох особин, q - константа - коефіцієнт внутрішньовидової конкуренції (прийmemo $q > 0$, $k > q$). Тоді рівняння

прийме вигляд: $\frac{dx}{dt} = k \cdot x - q \cdot x^2$. Це і є рівняння Ферхюльста-Перла. Винесемо

за дужки $k \cdot x$ і позначивши $\frac{k}{q} = h$, отримаємо: $\frac{dx}{dt} = \frac{k \cdot x \cdot (h - x)}{h}$, $h > 1$. Дана

модель описує випадок, коли необмежене зростання чисельності популяції не гарантоване. Експериментально встановлено, що стала h має певний біологічний сенс, а саме – граничний розмір популяції, тобто $x \in (0; h)$. Зауважимо, що в процесі розв'язання диференціального рівняння таке обмеження стає очевидним.

На етапі вивчення властивостей і графіків елементарних функцій запропонуємо студентам відповісти на наступні тестові питання (правильну відповідь позначено *):

1. Який фізичний зміст величини $\frac{dx}{dt}$ у даному рівнянні?

- а) зміна сумарної маси особин популяції;
- б) швидкість зміни чисельності популяції; (*)
- в) зміна швидкості росту популяції;
- г) правильну відповідь не вказано.

Якщо відповідь була вибрана неправильно, або не обґрунтована належним чином, то для подальшої роботи з даною моделлю пропонується корекція відповіді.

Корекція: фізичний зміст похідної полягає в тому, що похідна в кожній точці дорівнює швидкості зміни функції у момент часу t . Тому, в нашому випадку це буде швидкість зміни чисельності популяції в часі – швидкість зміни чисельності популяції.

2. Якою є величина $\frac{dx}{dt}$ при $x \in (0; h)$ у даному рівнянні?

- а) $\frac{dx}{dt} > 0$; (*) б) $\frac{dx}{dt} < 0$; в) $\frac{dx}{dt} = 0$; г) $\frac{dx}{dt} \leq 0$; д) $\frac{dx}{dt} \geq 0$.

Корекція: оскільки нами прийнято припущення про те, що $q > 0$, $k > q$, то величина $\frac{dx}{dt}$ завжди додатна, тобто в умовах нашої моделі кількість істот може лише збільшуватися.

3. Чи обмежена чисельність популяції згідно даної моделі?

- а) обмежена; (*)
б) не обмежена.

Корекція: Обмежена, бо за умовою моделі $x \in (0; h)$.

4. Як змінюється швидкість зростання чисельності популяції $\frac{dx}{dt}$ з часом?

- а) зростає; б) спадає; в) не монотонна; (*) г) не зростає; д) не спадає.

Корекція: $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{k}{h} \cdot (h - 2x) \cdot \frac{dx}{dt}$. Оскільки $k, x, h > 0$, а в питанні 2 обґрунтовано, що $\frac{dx}{dt} > 0$, то $\frac{d^2x}{dt^2} > 0$ при $0 < x < \frac{h}{2}$ та $\frac{d^2x}{dt^2} < 0$ при $\frac{h}{2} < x < h$.

5. Чи правильно, що функція $x(t)$ залежності чисельності популяції від часу

- а) зростає; (*) б) спадає; в) не монотонна; г) не зростає; д) не спадає.

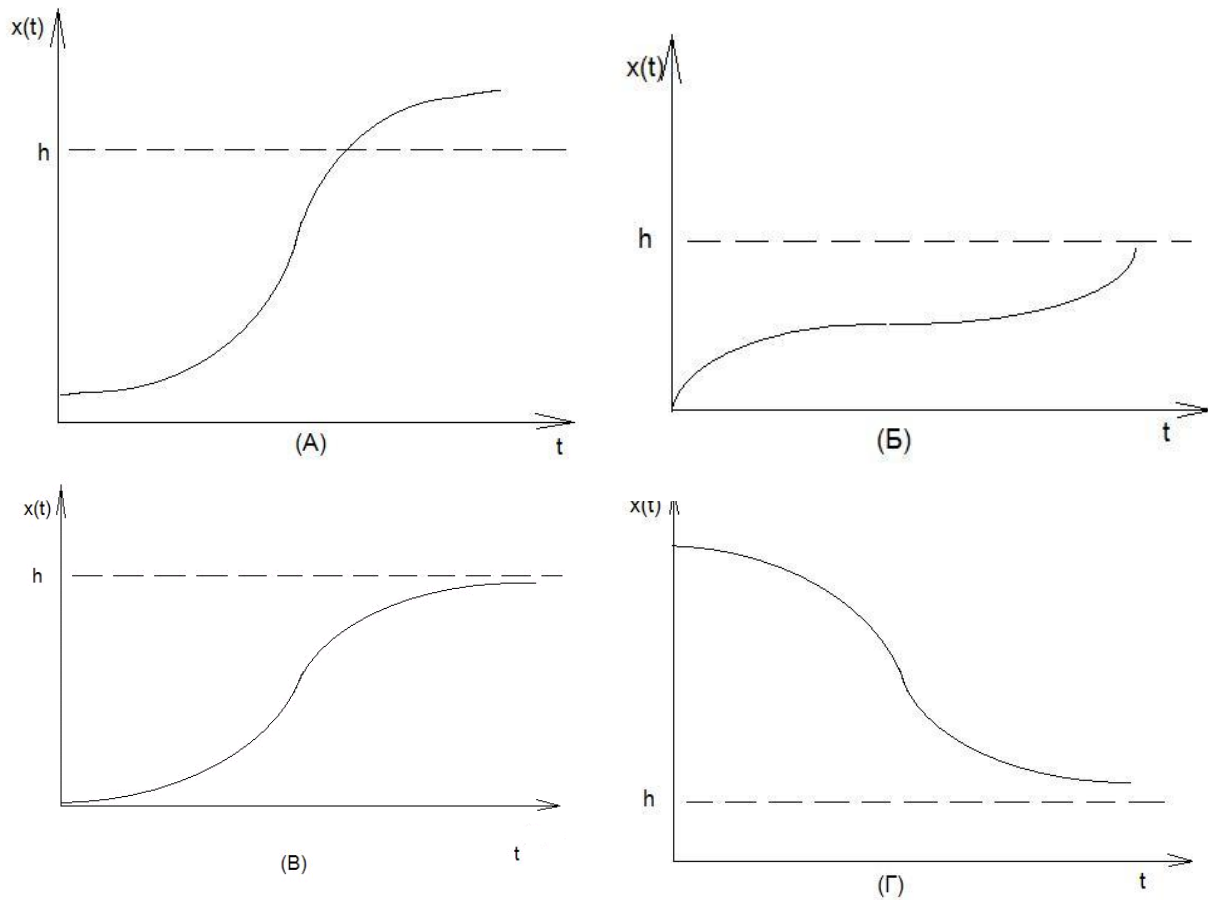
Корекція: В питанні 2 доведено, що $\frac{dx}{dt} > 0$, тобто $x(t)$ зростає.

6. Функція залежності чисельності популяції від часу $x(t)$:

- а) опукла вниз; б) опукла вверх; в) правильну відповідь не вказано. (*)

Корекція: Правильну відповідь не вказано. Оскільки при $\frac{d^2x}{dt^2} > 0$ при $0 < x < \frac{h}{2}$, то $x(t)$ - опукла вниз. А при $\frac{h}{2} < x < h$ друга похідна $\frac{d^2x}{dt^2} < 0$, тобто $x(t)$ - опукла вверх.

7. Виберіть з наведених ескізів графіків той, який, на вашу думку, відповідає графіку залежності чисельності популяції від часу $x(t)$.



Корекція: Ескіз графіка на малюнку (в) відповідає кривій, що описує залежність чисельності популяції від часу, оскільки, підводячи підсумки обговорення (питання 1-6):

Величина $x(t)$ набуває додатних значень, зростає, $x(t)$ опукла вниз при

$0 < x < \frac{h}{2}$ та опукла вгору при $\frac{h}{2} < x < h$. Також $x(t)$ обмежена ($x \in (0; h)$).

Моделювання — циклічний процес. Це означає, що за першим чотирьохетапним циклом може послідувати другий, третій і так далі. При цьому знання про досліджуваний об'єкт розширюються і уточнюються, а початкова модель поступово удосконалюється. Недоліки, які виявлені після першого циклу моделювання, як зазначає В.О.Швець [289], обумовлені малим знанням об'єкту або помилками в побудові моделі, можна виправити в подальших циклах.

Так, до вище викладеної моделі можна знову повернутися в темі «Диференціальні рівняння».

Це рівняння нескладно розв'язувати, оскільки воно є рівнянням із змінними, що розділяються. При обговоренні отриманих результатів необхідно проводити паралель з тільки що одержаними даними.

Підкреслимо, що не дивлячись на простоту, модель зростання чисельності популяцій має важливе значення в біології і медицині [27; 58; 71]. Так моделі Мальтуса і Ферхюльста є основою моделювання процесів в біотехнології, наприклад, для встановлення оптимальних режимів вирощування мікроорганізмів.

Наступним етапом «еволюції» моделі стало зняття припущення 4. Тобто в моделі враховується наявність і чисельність популяції хижаків (модель Вольтерра) [50].

Наприклад, на деякому ареалі співіснують два види істот: зайці (жертви) та вовки (хижаки). Зайці харчуються рослинною їжею, наявною завжди в достатній кількості, і між ними відсутня внутрішня ворожнеча. Вовки можуть харчуватися лише зайцями.

Складання рівняння балансу між чисельністю народжених і істотами, що гинуть, приводить до складної системи нелінійних диференціальних рівнянь, яке в курсі вищої математики не розглядається, але в спеціальних курсах воно вивчатиметься і розв'язуватиметься в основному з використанням готових математичних пакетів MathCad або Maple. Проте, розповісти про це необхідно, аби цілком завершити розгляд моделі чисельності популяції, звертаючи увагу на те, що чисельності популяцій хижаків і жертв коливаються з однаковою частотою, але з різними початковими фазами. В даний час модель Вольтерра широко використовується в медицині, наприклад, при моделюванні онкологічних захворювань.

Розгляд інших моделей можна проводити у вигляді групових змагань, етап обґрунтування основних положень моделей можна запропонувати як домашнє завдання при підготовці до групового змагання [252].

2.1.2. Роль математичних спецкурсів у забезпеченні навчання студентів-біологів початкам моделювання. На сучасному етапі розбудови вищої освіти відзначається необхідність удосконалення традиційних методичних систем навчання на основі рівневої та профільної диференціації і, як результат, створення сприятливих навчальних умов для розвитку студентів з різним рівнем підготовки та різними здібностями, використання особистісно-орієнтованих технологій, поєднання та інтеграцію аудиторної та позааудиторної діяльності, розширення міжпредметних зв'язків та посилення прикладної спрямованості змісту навчання (І.І. Баврін [19], М.І. Бурда [44], І.А. Зайцев [90], М.Я. Ігнатенко [95], М.І.Махмутов [152], З.І. Слєпкань [232], Л.О. Соколенко [236], А.В.Хуторський [286], В.О. Швець [292], та ін.). Спостерігається зростання інтересу першокурсників до розв'язування задач прикладного спрямування, зокрема біологічних, в порівнянні з теоретичними чи тренувальними математичними вправами. Вони зацікавлюють студентів, демонструють можливості реалізації знань у життєвих ситуаціях, готують до вивчення професійно спрямованих дисциплін.

У зв'язку з практичними завданнями біології виникає необхідність побудови моделей процесів, що містять параметри, а також їх дослідження. Деякі професійно орієнтовані завдання для студентів-біологів природно розглядати як моделі прикладних процесів, що допускають їх розв'язання із застосуванням ймовірно-статистичного апарату [60; 86; 148; 157]. Тому введення спеціального курсу «Математичні моделі в біології» для студентів біологічних спеціальностей є повністю виправданим.

Існує ряд положень, пов'язаних з поняттям математичної моделі, а саме: схожість реального об'єкту і моделі; ідеалізація, схематизація цього об'єкту при переході до моделі; ігнорування властивостей об'єкту, які є неістотними для дослідження, яке проводиться; фундаментальна роль гіпотез при побудові моделей одного і того ж об'єкту; вимога адекватності властивостей об'єкту, який досліджується і вимога простоти моделі; суперечність цих вимог, принципово наближений характер моделі [176]. Успішність роботи з математичного

моделювання залежить від уміння враховувати вказані вище положення, а також елементів математичного моделювання:

- 1) заміна початкових термінів вибраними математичними еквівалентами;
- 2) оцінка повноти початкових даних і введення при необхідності відсутніх числових даних;
- 3) вибір точності числових значень, відповідних змісту задачі;
- 4) виявлення можливості здобуття даних для розв'язання завдання на практиці [246].

Тому не менш важливою метою навчання студентів-біологів є формування:

- 1) правильного розуміння особливостей відображення математикою явищ навколишнього світу;
- 2) уміння будувати прості математичні моделі реальних явищ і процесів;
- 3) умінь застосовувати математичний апарат для розв'язання біологічних проблем.

Найбільш складним для розуміння і використання студентами-біологами є застосування до розв'язання задач ймовірно-статистичного підходу, який реалізований в курсі «Математичні моделі в біології».

При навчанні студентів-біологів деякі ймовірнісні моделі реальних прикладних процесів доцільно розглядати у вигляді професійно орієнтованих задач. Розв'язання таких задач сприяє кращому розумінню теоретичних положень, активізації розумової діяльності, проте вимагає умінь використання як загальних, так і спеціальних розумових (евристичних) прийомів (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, систематизація, конкретизація, абстрагування тощо).

Необхідно ставити студента в ситуацію, що вимагає формалізації прикладної ситуації і інтерпретації математичних понять і тверджень в термінах, що відповідають біології [236; 237]. При цьому доцільне обговорення питань, пов'язаних з дослідженням даної моделі:

- питання про існування розв'язків;

- питання про єдиність розв'язку; пошук умов, що забезпечують єдиність розв'язку;
- як впливає на розв'язок зміна тих або інших параметрів моделі; дослідження моделі на стійкість;
- виявлення, залежно від параметрів, змістовних властивостей і особливостей моделі і її розв'язків (екстремуми, області монотонності, симетрія, обмеженість і таке інше);
- дослідження граничної поведінки моделі при граничній зміні її параметрів;
- питання спрощення моделі;
- вибір оптимального розв'язання [106].

Наведемо приклад біологічної задачі, розв'язування якої вимагає застосування ймовірностно-статистичного апарату. Вона дозволяє розвивати вміння моделювання реальних процесів оточуючого світу, а значить і формує дослідницькі вміння майбутнього фахівця в області біології.

Задача. В результаті екологічної інспекції зафіксований факт викиду в водоймище забруднених витоків. Відомо, що потенційними джерелами забруднення можуть бути два підприємства, причому статистика екологічних порушень свідчить:

1) перше підприємство робить викиди забруднених витоків у водоймище в середньому в 9 разів частіше, ніж друге;

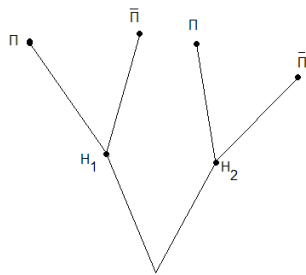
2) в середньому в 15% витоків першого і в 92% витоків другого підприємства рівень ртуті перебільшує гранично допустиму концентрацію (ГДК).

Визначити, якому підприємству може належати виявлений викид, якщо взята проба показала перебільшення ГДК ртуті.

Побудову моделі почнемо з формалізації задачі (перекладу її на мову математики) та з аналізу основних припущень умови завдання.

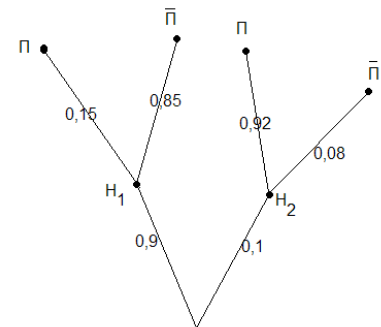
Нехай подія H_1 - полягає в тому, що викид зроблено першим підприємством; H_2 - викид зроблено відповідно другим підприємством. Позначимо через Π - подію, яка полягає в тому, що у забруднених витоках рівень ртуті перевищує ГДК, а через $\bar{\Pi}$ - відповідно протилежну подію, тобто що у забруднених витоках рівень ртуті не перевищує ГДК.

Побудуємо схему задачі. Оскільки статистика спостережень свідчить, що



перше підприємство робить викиди в середньому в 9 разів частіше, ніж друге, то наше перше припущення полягає в тому, що ми будемо вважати, що ймовірності подій H_1 і H_2 дорівнюють відповідно $P(H_1)=0,9$, та

$P(H_2)=0,1$. Також виходячи зі статистики спостережень, можемо зробити друге припущення, а саме: $P(\Pi/H_1)=0,15$, $P(\bar{\Pi}/H_1)=0,85$, $P(\Pi/H_2)=0,92$, $P(\bar{\Pi}/H_2)=0,08$. Таким чином, схема задачі буде мати наступний вигляд.



Оскільки тільки два підприємства роблять викиди у водоймище, то будуємо дві гіпотези, які співпадають з раніше описаними подіями H_1 і H_2 .

Для визначення того, якому з підприємств належить шкідливий викид, обчислимо наступні умовні ймовірності: $P(H_1/\Pi)$ та $P(H_2/\Pi)$.

Скористуємося формулою Байєса: $P(H_1/\Pi) = \frac{P(\Pi/H_1) \cdot P(H_1)}{P(\Pi)}$, аналогічно,

$$P(H_2/\Pi) = \frac{P(\Pi/H_2) \cdot P(H_2)}{P(\Pi)}.$$

Ймовірність $P(\Pi)$ події Π знайдемо за формулою повної ймовірності, скориставшись схемою задачі: $P(\Pi) = P(\Pi/H_1) \cdot P(H_1) + P(\Pi/H_2) \cdot P(H_2)$.

Після розрахунків отримуємо: $P(H_1/\Pi) = \frac{0,9 \cdot 0,15}{0,9 \cdot 0,15 + 0,1 \cdot 0,92} \approx 0,595$,

$$P(H_2/\Pi) = \frac{0,1 \cdot 0,92}{0,9 \cdot 0,15 + 0,1 \cdot 0,92} \approx 0,405.$$

Так як $P(H_1/\Pi) > P(H_2/\Pi)$, то з більшою ймовірністю можна стверджувати, що викид забруднених витоків належить першому підприємству, тобто екологічна інспекція має розпочати перевірку саме з нього.

Якісна підготовка студентів-біологів вимагає цілого банку професійно орієнтованих задач. Для створення систем таких задач було проаналізовано і структуровано зміст математичних дисциплін.

Аналіз навчально-методичної і наукової літератури показав, що завдання, які приводяться більшістю авторів, охоплюють в основному лише розділи курсу статистики. В той же час розділи, що відносяться до курсу теорії ймовірності, на поняттях яких базуються поняття статистики, містять обмежену кількість завдань біологічного змісту. Для створення систем завдань, що сприяють розвитку дослідницьких умінь, були застосовані: метод варіації і морфологічний метод конструювання завдань [283].

Наведемо приклад нових завдань, які побудовані за допомогою даних методів. Початковою задачею була наступна:

***Задача.** В інфекційному відділенні 20 хворих на дифтерію, 6 хворих на паротит і 4 хворих на кор. Ймовірність швидкого одужання для хворого на дифтерію – 0,9, для хворого на паротит – 0,8 і для хворого на кор – 0,75. Знайти ймовірність того, що хворий, що вибраний навмання, швидко одужає?*

Дана задача допускає можливість варіації питання.

Наприклад, в інфекційному відділенні 20 хворих на дифтерію, 6 хворих на паротит і 4 хворих на кор. Ймовірність швидкого одужання для хворого на дифтерію – 0,9, для хворого на паротит – 0,8 і для хворого на кор – 0,75. Знайти ймовірність того, що хворий, що вибраний навмання, буде одужувати повільно?

Модифікація умови задачі дає можливість знов варіювати постановку питання. Наприклад:

а) знайти ймовірність того, що хворий, який швидко одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на дифтерію;

б) знайти ймовірність того, що хворий, який швидко одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на паротит;

в) знайти ймовірність того, що хворий, який швидко одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на кор;

г) знайти ймовірність того, що хворий, який повільно одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на дифтерію;

д) знайти ймовірність того, що хворий, який повільно одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на паротит;

е) знайти ймовірність того, що хворий, який повільно одужав і якого було вибрано навмання, був хворий на кор.

Отримані таким чином задачі є подібними, і тому можуть бути включені у зміст практичних, контрольних і індивідуальних завдань, забезпечуючи різноманітність варіантів.

Завдання, що складають систему, спрямовані на формування і розвиток багатьох дослідницьких прийомів. Проте, модифікуючи завдання, можна робити упор на той або інший прийом.

Розглянемо задачу.

Задача. У деякому колективі чоловіків і жінок порівну. Серед чоловіків тих, що палять - 30%, серед жінок тих, що палять - 10%. Знайти ймовірність того, що навмання вибрана особа палить.

Для розв'язання даного завдання використовуються не лише загальні, але й спеціальні евристичні прийоми, такі як «моделной», «намалюй картинку», «досліджуй по частинах» [223].

Модифікація задачі (у деякому колективі чоловіків і жінок порівну. Серед чоловіків тих, що палять - 30%, серед жінок тих, що палять - 10%. Навмання вибрана особа палить. Знайти ймовірність того, що нею є чоловік.) спрямована на формування евристики «досліджуй по частинах».

Наступна модифікація (у деякому колективі чоловіків і жінок порівну. Серед чоловіків тих, що палять - 30%, серед жінок тих, що палять - 10%. Навмання вибрана особа палить. Що ймовірніше, що це чоловік, чи що це – жінка?) спрямована ще й на евристику «порівнюй».

Продовжуючи модифікацію, отримуємо задачу: у деякому колективі чоловіків і жінок порівну. Серед чоловіків тих, що палять - 30%, серед жінок тих, що палять - 10%. Статистика свідчить, що курці беруть лікарняний в середньому в два рази частіше, ніж ті, хто не палять. Відомо, що хтось із співробітників знаходиться на лікарняному. Яка ймовірність того, що це чоловік, який палить? Така задача спрямована на евристику «узагальнюю».

Добравши такими прийомами достатню кількість навчальних задач за різними темами курсу і об'єднавши їх в системи, можна організувати процес навчання розв'язанню професійно орієнтованих задач, що допускають застосування ймовірнісного апарату.

Задачі мають бути сформульовані так, щоб їх розв'язання вимагало використання певних розумових прийомів, сприяло кращому розумінню теоретичних положень, активізації розумової діяльності студентів, що є передумовою формування дослідницьких умінь.

Форми організації навчання можуть бути вибрані таким чином: після прослуховування лекційного матеріалу і проведення практичного заняття, на якому розв'язуються задачі біологічного змісту, відпрацьовуються основні теоретичні поняття, визначення і теореми, студентам групи на початку заняття пропонується набір задач за відповідною темою, і вони самостійно їх розв'язують. Викладач при цьому перевіряє і консультує кожного студента окремо. Дана форма організації практичного заняття передбачає індивідуальний підхід до кожного студента, дозволяє пропонувати сильнішим з них завдання підвищеної складності.

Апробація запропонованої технології навчання проводилася на кафедрі біофізики Донецького національного університету в групах студентів спеціальності «Біофізика».

Одним з позитивних чинників виявилось підвищення інтересу до навчального матеріалу, більш усвідомлене засвоєння основних понять курсу, підвищення інтересу до математичного моделювання реальних біологічних процесів, бажання самостійно засвоювати матеріал, знаходити міжпредметні зв'язки, формулювати завдання і цілі досліджень. Слід зазначити також

активізацію спільної роботи і взаємодопомоги студентів шляхом обговорення задач, які викликали особливий інтерес або труднощі в розв'язанні, і подальшої роботи для ліквідації прогалин в знаннях.

На наш погляд, така технологія передбачає не лише індивідуальний підхід, але й сприяє формуванню і розвитку прийомів розв'язання професійно орієнтованих біологічних задач різної складності, більш активному залученню студентів до обговорення нового матеріалу на лекціях, що в свою чергу сприяє поповненню банку професійно орієнтованих завдань і подальшому вдосконаленню навчання.

2.2. Методика формування прийомів професійно орієнтованої діяльності студентів біологічних спеціальностей в процесі навчання вищої математики

2.2.1. Формування мотивації до дослідницької діяльності через інтегровані лабораторні роботи з математики. Яким чином можна сформувати в студентів мотивацію до одержання математичних знань? В умовах негативного ставлення до майбутніх занять важливо з першого дня спробувати усунути психологічний бар'єр, страх перед складністю тем, що вивчаються. Викладачеві необхідно розповісти студентам про запити сучасної біології в підготовці компетентних фахівців.

Із процесом формування мотивації пов'язане і її стимулювання, тобто створення факторів, що дають поштовх, що спонукують до думки й дії. У загальноосвітній школі використовуються такі методи стимулювання, як змагання, пізнавальна гра, навчальна дискусія й ін. Психофізіологічні особливості першокурсників також дозволяють використовувати перераховані методи, але до них можна додати також, наприклад, проблемний метод, метод конкретних ситуацій тощо. Важливе значення при навчанні має - алгоритм функціонування, тобто активна навчально-пізнавальна діяльність студентів. З метою активізації навчально-пізнавальної діяльності й стимулювання мотивації

в першокурсників на практичних заняттях з математики оцінювалися не знання, вміння й навички, а активна участь у навчальному процесі. При цьому ставилося завдання - втягнути в навчальний процес якнайбільше студентів, зацікавити їх обраними розділами математичної науки, показати, що найчастіше важливим є саме процес доведення – складання ланцюжка логічних тверджень, а не механічне виконання розрахунків.

При вивченні будь-якого розділу математики на біологічному факультеті повинен використовуватися принцип професійної (біологічної) спрямованості, тобто поряд з вивченням загальних методів повинні розглядатися й більш спеціальні методи, безпосередньо пов'язані з реальними біологічними об'єктами.

Методичною основою інтегрованого підходу до навчання є формування знань про навколишній світ і його закономірності у цілому, а також установлення внутрішньопредметних і міжпредметних зв'язків у засвоєнні основ наук, вивчення зв'язку математичних дисциплін з дисциплінами професійного циклу, у тому числі біологічної спрямованості [122; 123; 132; 174].

Інтегрованим практичним заняттям називають будь-яке заняття, коли для його проведення залучаються знання, уміння й результати аналізу досліджуваного матеріалу методами інших наук, інших спеціальних предметів. Не випадково тому інтегровані заняття йменують ще міжпредметними, а форми їх проведення самі різні: практикуми, лабораторні роботи, семінари, конференції, ділові ігри тощо.

Розглядаючи курс вищої математики для студентів біологічних спеціальностей, слід зазначити, що його насиченість математичною теорією на фоні недостатньої наповненості професійно орієнтованими задачами приводить до нерозуміння студентами цілей його вивчення як дисципліни, спрямованої на формування уявлень про методи математичних досліджень у біології, формування вмінь дослідження біологічних явищ і об'єктів у майбутній професійній діяльності.

Допомогти подолати цей бар'єр повинні спеціальні інтегровані заняття математики з біологічними дисциплінами. На жаль, у практиці методики навчання математики студентів-біологів таких розробок практично немає.

Дослідження, які пов'язані з проблемою інтеграції математичних курсів із професійно спрямованими дисциплінами, а також аналіз проведення різних форм занять у вищій школі, був розглянутий такими математиками й методистами, як В.М.Дрібан [78], Т.В.Крилова [122], В.А.Кривова [123], М.М.Левіна [132], Р.А.Нізамов [174] та ін. У їх роботах зроблений акцент на проблему навчання математики в технічному ВНЗ, професійну підготовку студентів на лабораторних заняттях з інформатики, активізацію навчальної діяльності студентів, технологію професійної педагогічної освіти. Однак, робіт, які присвячені розробці інтегрованих занять з вищої математики для студентів-біологів теж немає.

У роботі О.І.Скафи [222] пропонується процес інтеграції здійснювати з одержанням нових завдань із відомих шляхом перекладу на мову фізики, геометрії (фізична або геометрична інтерпретації), перекладу з мови фізики або іншої дисципліни (моделювання). Обговорення постановки завдань такого типу надзвичайно важливі для розвитку інтересу до прикладного математичного дослідження й формування прийомів такого дослідження. Ми згодні, що іноді це дозволяє знайти більш простий спосіб розв'язання (на моделі), що дуже важливо для майбутнього біолога-дослідника.

Під час організації таких практичних занять треба враховувати, що експеримент у його сучасній формі відіграє вагомую роль у підготовці майбутнього фахівця, який повинен володіти прийомами дослідницької роботи вже на перших кроках своєї професійної діяльності.

Однак, на наш погляд, найбільш прийнятними заняттями для студентів біологічних спеціальностей у цьому сенсі можуть бути інтегровані лабораторні роботи з вищої математики.

Лабораторні роботи дозволяють студентам більш глибоко й наочно вивчати механізм застосування теоретичних знань, опановувати надзвичайно

важливим для фахівця вмінням інтелектуального проникнення в ті природні, технічні або виробничі процеси, які досліджуються в лабораторному практикумі.

В.А. Кривова [123] вказує на необхідність широкого впровадження в навчальний процес лабораторних занять, тому що під час підготовки студентів до лабораторної роботи активізується їх професійно орієнтована діяльність і підвищується мотивація до вивчення дисципліни.

Інтеграція в лабораторній роботі різних дисциплін, як математичних, так і професійно спрямованих, дозволяє студенту в короткий термін розв'язати цілий ряд навчальних завдань, які тільки в такому режимі роботи переходять на рівень особистих інтересів і інтелектуальних потреб. У зв'язку із цим, для формування майбутнього біолога-дослідника саме інтегровані лабораторні роботи дозволяють досягти більш високого рівня усвідомлення необхідності застосування математичних знань у майбутній професійній діяльності.

Ми вводимо поняття *інтегрованої лабораторної роботи з вищої математики для студентів-біологів* як форму навчального заняття, при якій організовується їхня навчальна діяльність з самостійного застосування засвоєних математичних знань і вмінь до розв'язання професійно орієнтованих біологічних завдань, дослідження біологічних процесів і явищ.

Професійно орієнтовані біологічні завдання й вимоги до них описані нами в роботах [272; 248].

Розглядаючи дидактичні цілі лабораторних робіт, можна побачити, що деякі дослідники формулюють їх як:

- експериментальне підтвердження вивчених теоретичних положень: експериментальна перевірка формул, розрахунків, ознайомлення з методикою проведення експериментів, досліджень (Р.А.Нізамов [174]);
- оволодіння технікою експерименту, вмінням вирішувати практичні завдання шляхом постановки експерименту (М.М.Левіна [132]).

На наш погляд, стосовно до інтегрованих лабораторних робіт з вищої математики для студентів-біологів, їх дидактичною метою є: формування

уявленнь про методи математичних досліджень у біології, прийомів дослідницької діяльності, спрямованих на розв'язання професійно орієнтованих біологічних завдань.

Під час проведення інтегрованої лабораторної роботи в студентів формуються евристичні й дослідницькі вміння (спостерігати, порівнювати, формалізувати умови задачі, співставляти, аналізувати, робити висновки й узагальнення, самостійно вести дослідження, користуватися різними прийомами вимірювання, оформляти результати у вигляді таблиць, схем, графіків тощо) [243; 244]. Одночасно формуються й прийоми професійної діяльності, вміння використовувати різні прилади, апаратуру та інших технічні засоби в ході проведення експериментів.

Цінність лабораторних робіт у тому, що вони є сполучною ланкою теорії із практикою, яка сприяє тому, що студенти вчаться висувати й обґрунтовувати гіпотези, робити висновки й інтерпретувати отримані результати.

На прикладі однієї лабораторної роботи з вищої математики для студентів біологічних спеціальностей покажемо інтегровану форму організації професійно спрямованої дослідницької діяльності.

Тема ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДО
лабораторної ВИВЧЕННЯ МОРФОЛОГІЇ КВІТКОВИХ РОСЛИН.
роботи: (Функція однієї змінної: способи задання, основні властивості й побудова графіка.)

Цілі
лабораторної
роботи:

навчальні: формування та розвиток умінь побудови графіків функцій однієї змінної;

розвивальні: формування та розвиток прийомів дослідження функціональних залежностей і евристичних прийомів; уявлення про зв'язок різних розділів математики (аналіз - статистика);

виховні: розвиток прагнення до дослідження біологічних об'єктів засобами математики, виховання пізнавальних інтересів.

Устаткування

й матеріальне забезпечення: приладдя для креслення, калькулятор, комп'ютер.

Література:

1. Баврин И.И.: Высшая математика: Учебное пособие для студентов химико-биологического факультета пединститутів. - М.: Просвещение, 1980.
2. Зайцев И.А.: Высшая математика: Учебник для некоторых специальностей с.-х. вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.
3. Кудрявцев В.А., Демидович Б.П. Краткий курс высшей математики.- М. : Наука, 1975г.
4. М.І.Шкіль, Т.В.Колесник. Вища математика: Підручник: У 3 кн.- К.: Либідь, 1994.

ПОПЕРЕДНЯ ПІДГОТОВКА ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:

1) у рамках вивчення курсу "Анатомія рослин" відвідати ботанічний сад і зробити за допомогою лінійки по 30 вимірів розмірів квіток хризантеми (провести вимір діаметра квітки хризантеми сорту «Талісман» у міліметрах) на двох різних ділянках (вибір ділянок попередньо обговорюється з викладачами кафедри ботаніки й екології й співробітниками ботанічного саду);

2) вивчити анатомо-морфологічні, екологічні особливості, з'ясувати оптимальні умови зростання хризантеми сорту «Талісман»;

3) проаналізувати особливості екологічних факторів на двох різних ділянках (вологість, інтенсивність освітлення, кислотність ґрунту, тощо) та систематизувати інформацію щодо цих факторів.

ХІД ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Організаційний момент: викладач повідомляє тему, ціль лабораторної роботи й результати попередньої підготовки до неї; студенти одержують рекомендації з виконання лабораторної роботи.

Постановка задачі: за допомогою математичних методів (застосувавши методи дослідження функцій одного змінного й побудови їх графіків) вивчити морфологічні відмінності квіток хризантеми, зробити висновки про вплив факторів середовища на стан рослини.

Актуалізація знань студентів:

1. Проводиться бліц-опитування з метою уточнення й узагальнення знань про біологічні особливості й дослідження середовища існування хризантеми.

2. Повторення основних моментів лекційного матеріалу: (комп'ютерні тести з теоретичного матеріалу або усне опитування, або нагадування основних визначень і теоретичних тверджень):

- означення функції одного змінного;
- способи задання функції;
- область визначення та множина значень функції;
- основні властивості функції однієї змінної;
- що таке проста статистична сукупність;
- як знайти середнє арифметичне.

Самостійна робота студентів:

виконання лабораторної роботи за інструкцією.

ІНСТРУКЦІЯ З ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Представити зібраний первинний матеріал (з першої ділянки) у вигляді простої статистичної сукупності, розбити його на k класів (інтервалів), у кожний з яких об'єднати близькі за значенням величини.

Кількість класів k визначаємо за формулою Стерджеса:

$k \approx 1 + 3,32 \cdot \lg n$, де n - кількість вимірів (у нашому випадку для 30 вимірів діаметра квіток хризантеми отримуємо $k = 5$).

Довжину інтервалу h обчислюємо за формулою: $h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{k}$, де x_{\max} та x_{\min} - відповідно максимальне та мінімальне значення діаметра, які отримані в результаті вимірів квіток.

2. У кожному з отриманих класів знайти середнє значення досліджуваної ознаки (як середнє арифметичне).
3. Скласти таблицю, що задає відповідність між середнім значенням класу (n) у мм і кількістю рослин (N), що входять у даний клас.

**Відповідність між середнім значенням класу рослин
і кількістю рослин, що входять у даний клас (перша ділянка)**

Середнє значення
класу (n), мм

Кількість рослин, що
входять у даний клас
(N)

З'ясувати, чи задає ця відповідність функцію? Якщо так, то яким є спосіб її завдання? Які область визначення, множина значень, мінімальне й максимальне значення?

4. За даними таблиці побудувати ламану, з'єднавши точки виду $M(n;N)$ прямолінійними відрізками. Цю ламану, що показує розподіл частот величини діаметра квіток, будемо називати модифікаційною кривою.

5. Задати отриману модифікаційну криву аналітично, використовуючи для знаходження рівняння кожної ланки ламаної рівняння прямої, що

проходить через дві точки (одержати формулу виду: $y = \begin{cases} k_1x + b_1, & \text{якщо } x \in [\quad , \quad]; \\ k_2x + b_2, & \text{якщо } x \in [\quad , \quad]; \\ k_3x + b_3, & \text{якщо } x \in [\quad , \quad]; \\ k_4x + b_4, & \text{якщо } x \in [\quad , \quad]. \end{cases}$).

6. Зробити теж саме на матеріалі, що отримано на іншій ділянці.
7. Побудувати в одній системі координат обидва графіка. Порівняти вид кривих. Виявити відмінності й подібність (мінімальне й максимальне значення, область визначення). Висунути гіпотези, які зможуть обґрунтувати відмінності й подібності, що виявлені.

Наведемо приклад даних, які отримали студенти в результаті вимірів на першій ділянці. Проста статистична сукупність: 5,3; 6,4; 6,5; 5,3; 4; 6,9; 7,1; 6,9;

7,9; 8,5; 7,1; 4,6; 5,1; 6,5; 6,4; 5,8; 6,2; 6,4; 6,9; 7,1; 5,6; 7,3; 6,2; 6,3; 7,6; 7,6; 5,8; 6,2; 6,3; 5,9; 8,6; 7,2; 5,2; 9; 6,5; 6,7.

Впорядкуємо цю сукупність за зростанням значень діаметру: 4; 4,6; 5,1; 5,2; 5,3; 5,3; 5,6; 5,8; 5,8; 5,9; 6,2; 6,2; 6,3; 6,4; 6,4; 6,5; 6,5; 6,7; 6,9; 6,9; 7,1; 7,1; 7,2; 7,3; 7,6; 7,6; 7,9; 8,5; 8,6; 9. Тобто $n=30$, $k=5$, $x_{\max}=9$, $x_{\min}=4$.

Розбивши ці значення на п'ять класів (довжина кожного класу дорівнює 1 см) та обчисливши середнє значення діаметру в кожному класі, отримали наступну таблицю.

Середнє значення класу (n), мм	4,3	5,5	6,5	7,4	8,7
Кількість рослин, що входять у даний клас (N)	2	8	10	7	3

За даними таблиці була одержана модифікаційна крива (рис. 2.1):

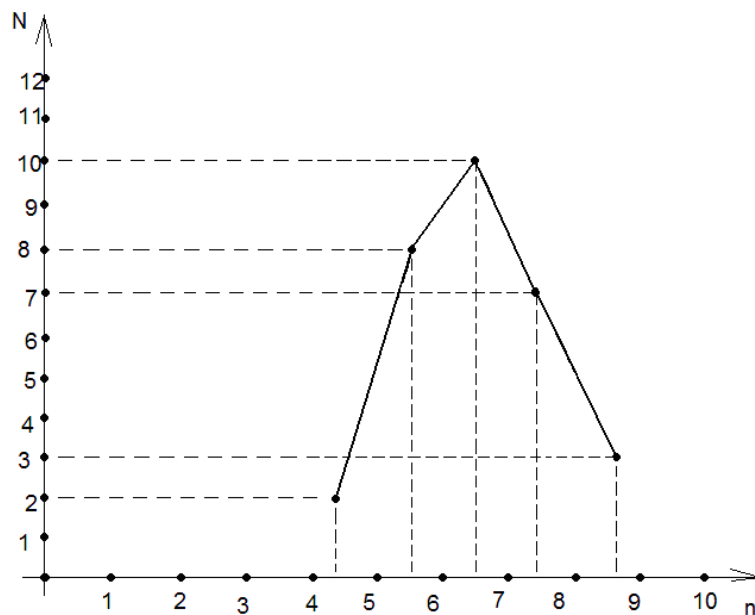


Рис. 2.1

$$\text{Її аналітичний вираз має вигляд: } y = \begin{cases} 5x - 19,5, & \text{якщо } x \in [4,3; 5,5]; \\ 2x - 3, & \text{якщо } x \in [5,5; 6,5]; \\ -\frac{10}{3}x + \frac{95}{3}, & \text{якщо } x \in [6,5; 7,4]; \\ -\frac{40}{13}x + 129, & \text{якщо } x \in [7,4; 8,7]. \end{cases}$$

На другій ділянці були одержані такі дані. Проста статистична сукупність: 3,6; 4,7; 5,7; 5,8; 4,6; 3,7; 2; 4,7; 3,7; 4,7; 7; 4,7; 2,5; 3,1; 4,2; 5,4; 5,6; 4,3; 4,5; 3,8; 4,7; 3,7; 3,4; 4,8; 5,1; 5,4; 2,7; 4,6; 2,8; 6,4; 3,2; 4,8.

Впорядкуємо цю сукупність за зростанням значень діаметру: 2; 2,5; 2,7; 2,8; 3,1; 3,2; 3,4; 3,6; 3,7; 3,7; 3,8; 4,2; 4,3; 4,5; 4,6; 4,6; 4,7; 4,7; 4,7; 4,7; 4,8; 4,8; 5,1; 5,4; 5,4; 5,6; 5,7; 5,8; 6,4; 7. Тобто, $n=30$, $k=5$, $x_{\max}=7$, $x_{\min}=2$.

Розбивши ці значення на п'ять класів (довжина кожного класу дорівнює 1 см) та обчисливши середнє значення діаметру в кожному класі, отримали наступну таблицю.

Середнє значення класу (\bar{x}), мм	2,5	3,5	4,6	5,5	6,7
Кількість рослин, що входять у даний клас (N)	4	7	11	6	2

Її модифікаційна крива має вигляд (рис. 2.2):

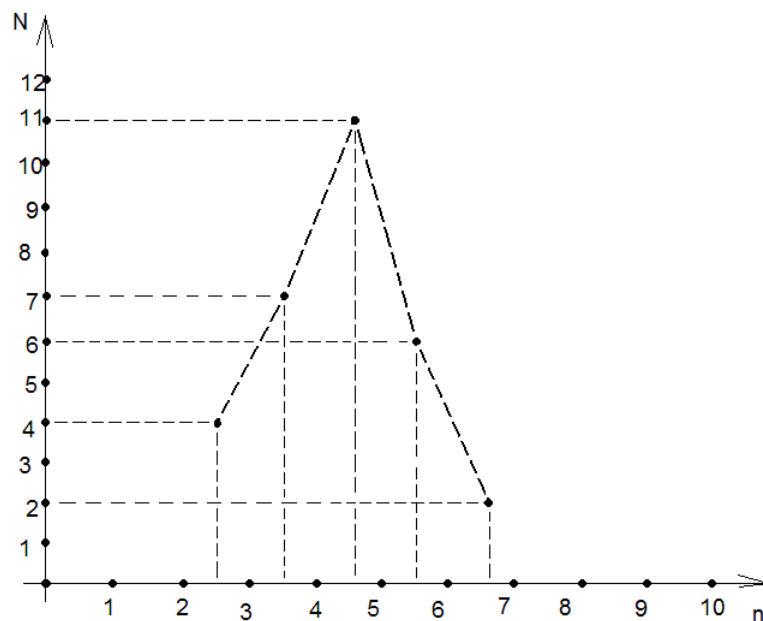


Рис. 2.2

Відповідно їй аналітичний вираз: $y = \begin{cases} 3x - 3,5, & \text{якщо } x \in [2,5; 3,5]; \\ \frac{40}{11}x - \frac{63}{11}, & \text{якщо } x \in [3,5; 4,6]; \\ -\frac{50}{9}x + \frac{329}{9}, & \text{якщо } x \in [4,6; 5,5]; \\ -\frac{10}{3}x + \frac{73}{3}, & \text{якщо } x \in [5,5; 6,7]. \end{cases}$

Побудувавши обидва графіка в одній системі координат (рис. 2.3) та порівнявши їх вигляд, були висунуті гіпотези про те, що відмінності пов'язані з особливостями ділянок (інтенсивністю освітлення та вологістю ґрунту): перша була сонячна та більш волога, а друга була менш освітлена та суха.

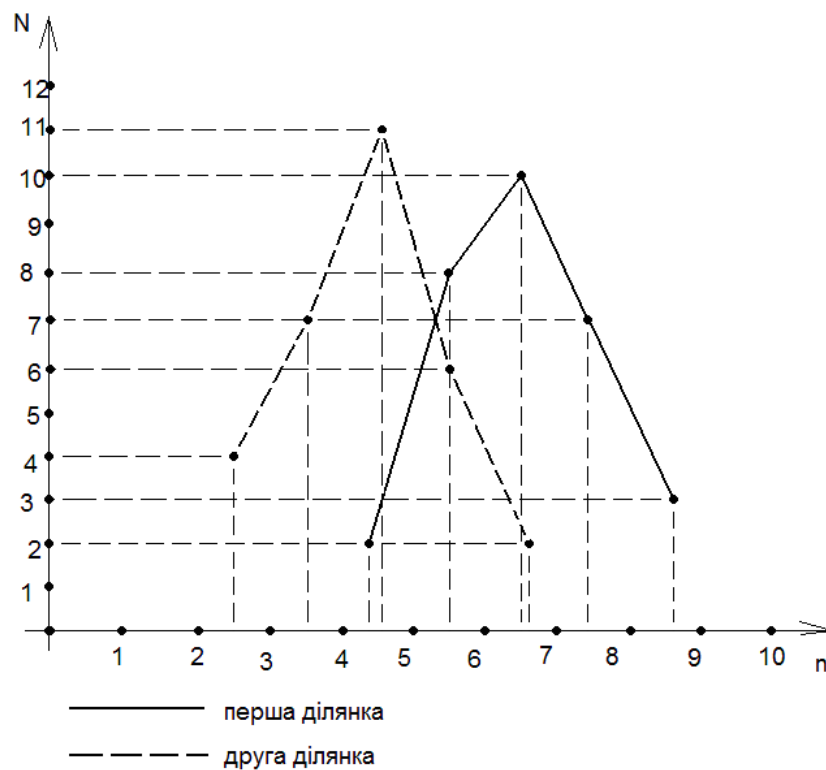


Рис. 2.3

Подібність графіків зумовлена тим, що величина квітки хризантеми має нормальний розподіл (це відомо з наукової та навчальної літератури).

КОЛЕКТИВНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

1. Розбитися на групи.
2. Порівняти результати з різних ділянок з товаришами по групі.
3. На основі результатів порівняння:

- *висунути гіпотези* про причини відмінності й подібності видів кривих;
- *обговорити гіпотези*;
- *зробити висновки* про можливості використання отриманих результатів надалі при вивченні курсу "Анатомія рослин";
- *розвинути перспективи* про те, які ще параметри можна було б досліджувати за допомогою функцій.

ОБГОВОРЕННЯ Й ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ РОБОТИ

(порівняння результатів групової роботи, евристичний діалог, загальні висновки й перспективи подальших досліджень)

Чому вийшов ламаний графік, чи можна було цього уникнути, чи можна його "згладити" та за яких умов? Чи значимі суттєві відмінності, які їхні причини. Можливості біоіндикації й прогнозування стану довкілля.

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

(самостійне розв'язання прикладної задачі)

Вивчити морфологічні особливості комах (на матеріалі, який був зібраний студентами другого курсу під час літньої зоолого-ботанічної практики). Дослідження провести за схемою лабораторної роботи, що була виконана в аудиторії.

Організуючи професійно спрямовану дослідницьку діяльність студентів таким чином, як описано в лабораторній роботі, ми формуємо в них:

- мотивацію до вивчення як вищої математики, так і предметів біологічного циклу;
- потребу в застосуванні дослідницьких умінь, що формуються, до розв'язання професійно орієнтованих завдань;
- осмислення своєї майбутньої професійної діяльності біолога-дослідника.

Упровадження подібних інтегрованих лабораторних робіт у процес навчання вищої математики для студентів-біологів активізує пізнавальну самостійність студентів, націлює їх на усвідомлене застосування знань, які вони

одержують, формує дослідницькі вміння, що є необхідною умовою в роботі майбутнього біолога-дослідника. Приклади інтегрованих лабораторних робіт описано нами у Додатках Є та Ж. Для студентів-біологів було розроблено та апробовано систему інтегрованих лабораторних робіт, які відображені в публікаціях [255; 257].

Так, лабораторно-практичні заняття надають найбільш сприятливі можливості для формування дослідницьких умінь, оскільки значення практики в навчально-пізнавальній діяльності особливо істотне. Практика є джерелом, засобом, критерієм і метою пізнання. Тому система організації процесу навчального пізнання повинна враховувати вимоги практики.

2.2.2. Методика організації навчального процесу з вищої математики з використанням систем професійно орієнтованих задач. Професійно орієнтовані завдання є потужним засобом пізнання навколишнього світу. Система професійно орієнтованих завдань допомагає якомога точніше розрахувати дані біологічних досліджень, зрозуміти тонкощі експерименту і спостерігати отримані результати в динаміці.

Численні задачі природознавства, хімії, фізики, біології, медицини і інших галузей знання зводяться до того, що за заданими властивостями деякого процесу або явища можна знайти математичну модель самого процесу у вигляді формули, що пов'язує змінні величини, тобто у вигляді функціональної залежності. Під час розв'язування таких задач використовують диференціальні рівняння, інтегральне числення, методи лінійної алгебри, частинні похідні та інший математичний апарат, який викладено в курсі вищої математики для студентів-біологів [27].

Математичні методи дають можливість більш глибоко зрозуміти та пізнати природні явища. Такі процеси як розпад радію, зміна атмосферного тиску, розмноження мікроорганізмів, описуються однією абстрактною математичною моделлю. Професійно орієнтовані задачі допомагають ілюструвати процес застосування математичних методів на прикладі

навчальних завдань для студентів-біологів. У п. 1.4. наведено вимоги до складання систем задач та зокрема систем професійно орієнтованих завдань з вищої математики для студентів-біологів.

Форми організації навчання вищої математики із застосуванням систем професійно орієнтованих біологічних задач розглядалися також у п.1.4.

У якості прикладу наведемо бінарну лекцію (лекцію-діалог) на тему «Побудова математичних моделей біологічних процесів, рівняння яких зводяться до диференціальних рівнянь». Ця лекція передбачає подання навчального матеріалу у формі діалогу двох викладачів (математики і біофізики) з залученням до розмови студентів та з наступним розв'язанням кількох задач, які теж потребують складання математичної моделі та розв'язання рівняння з відокремлювальними змінними.

Лекція починається з постановки задачі: за допомогою математичних методів та основних евристичних прийомів побудувати модель радіоактивного розпаду у вигляді диференціального рівняння з відокремлюваними змінними, розв'язати отримане рівняння, дослідити модель та знайти частинні розв'язки.

Мотивація вивчення цієї теми може бути дуже яскравою. Мова йде про визначення віку динозаврів, або про дослідження фрагментів Туринської плащаниці (християнської святині, що нібито зберігає на собі сліди тіла розп'ятого Христа, яке було проведене у 1988 році). Інтрига зберігається аж до кінця лекції.

Викладач біофізики описує методику визначення віку викопних зразків з використанням радіовуглецевого методу – фізичного методу датування біологічних останків, предметів і матеріалів біологічного походження через вимірювання вмісту в матеріалі радіоактивного ізотопу вуглецю ^{14}C порівняно до стабільних ізотопів вуглецю, який був запропонований Уїллардом Ліббі у 1946 році (Нобелівська премія з хімії у 1960р.).

Форма роботи зі студентами – фронтальна, тобто така, яка передбачає спільну діяльність усієї групи: навчальний матеріал формулюється для всіх, ставляться однакові завдання, усі студенти розв'язують одну проблему.

У формі бесіди з'ясовується, що вуглець є однією з основних складових біологічних організмів та присутній у земній атмосфері у вигляді стабільних ізотопів ^{12}C (98,89%) і ^{13}C (1,11%) і радіоактивного ^{14}C , який присутній у слідових кількостях (близько $10^{-10}\%$). Ізотоп ^{14}C постійно утворюється в основному у верхніх шарах атмосфери на висоті 12-15 км при зіткненні вторинних нейтронів від космічних променів з ядрами атмосферного азоту:

$$n + {}^{14}_7\text{N}^{1+} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + p$$

У середньому за рік в атмосфері Землі утворюється близько 7,5 кг радіовуглецю при загальній його кількості 75 тонн. Викладач звертає увагу на те, що в умовах тієї моделі, яку ми будемо розглядати, утворення радіовуглецю внаслідок природної радіоактивності на поверхні Землі вважатимемо нескінченно малим.

Радіоізотоп вуглецю піддається β - розпаду з періодом напіврозпаду $T_{1/2} = 5730 \pm 40$ років: ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}^{1+} + e^- + \bar{\nu}_e$. Викладач біофізики задає питання студентам, що таке β - розпад та період його напіврозпаду, ліквідує прогалини в їхніх знаннях, якщо вони є.

Обговорюється питання: чи можна вважати співвідношення радіоактивного й стабільних ізотопів вуглецю в атмосфері й у біосфері приблизно однаковим? Відповідь «так» (через активне перемішування атмосфери, оскільки всі живі організми постійно беруть участь у вуглецевому обміні, одержуючи вуглець із навколишнього середовища, а ізотопи, у силу їх хімічної нерозрізненості, беруть участь у біохімічних процесах практично однаковим чином), але отримати її можна лише через висунення та обговорення гіпотез студентами та викладачем математики, який тільки спрямовує дискусію та підштовхує студентів до висунення гіпотез.

Викладач біофізики повідомляє студентам, що питома активність вуглецю в живих організмах відповідає атмосферному вмісту радіовуглецю й становить приблизно 0,3 розпаду за секунду на грам вуглецю та що із загибеллю організму вуглецевий обмін припиняється. Після цього стабільні ізотопи вуглецю зберігаються, а радіоактивний (^{14}C) поступово розпадається, в

результаті його вміст в останках поступово зменшується. Студенти приходять до висновку, що знаючи вихідне співвідношення змісту ізотопів в організмі й визначивши їх поточне співвідношення в біологічному матеріалі мас-спектрометричним методом або виміривши активність методами дозиметрії, можна встановити час, що пройшов з моменту загибелі організму.

Далі викладач біофізики розповідає студентам, як проходить визначення віку досліджуваного зразка (із зразка виділяється вуглець шляхом спалювання фрагменту, а потім проводиться вимірювання радіоактивності, на підставі чого визначається співвідношення ізотопів, яке й показує вік зразка). Викладач біофізик з'ясовує, які методи використовуються для виміру радіоактивності (зазвичай зразок вводиться в газ, яким наповнюється пропорційний лічильник, або в рідкий сцинтилятор, але останнім часом для дуже малих вмістів та (або) дуже малих мас зразків (декілька мг) використовують прискорювальну мас-спектроскопію, що дозволяє визначати вміст ^{14}C).

Студенти завжди цікавляться, який граничний вік зразка, що може бути точно визначений радіовуглецевим методом (близько 60 000 років, тобто близько 10 періодів напіврозпаду ^{14}C , за цей час вміст ^{14}C зменшується приблизно у 1000 разів, тобто близько 1 розпаду в годину на грам вуглецю).

Викладач біофізики задає питання студентам, чи завжди можливо вимірювання віку предмету радіовуглецевим методом. Знов шляхом висування та обговорення гіпотез студенти з'ясовують, що це можливо тільки тоді, коли співвідношення ізотопів у зразку не було порушено за час його існування, тобто зразок не був забруднений вуглецевовмістими матеріалами більш пізнього або більш раннього походження, радіоактивними речовинами та він не зазнав дії сильних джерел радіації (обговорюються можливі помилки вимірювання та шляхи їх усунення).

Викладач математики разом зі студентами пригадує закон радіоактивного розпаду: швидкість радіоактивного розпаду пропорційна масі речовини, яка не розпалася в даний момент часу. Оскільки в даному процесі маса вже не є сталою, а залежить від часу, то середня швидкість розпаду

визначається як відношення зміни маси за одиницю часу. А якщо розглянути граничний випадок, то отримаємо швидкість зміни маси в даний момент часу, це і буде швидкість радіоактивного розпаду. Студенти роблять висновок про те, що дана величина є похідною $\frac{dm}{dt}$. Оскільки швидкість розпаду пропорційна масі речовини, яка не розпалася в даний момент часу, то студенти висувають гіпотезу про те, що $\frac{dm}{dt} = k m$, де k - коефіцієнт пропорційності. Але викладач математики звертає їх увагу на те, що з часом маса речовини, що ще не розпалася зменшується, тобто швидкість розпаду теж повинна зменшуватися, що поки що не відповідає запропонованому ними рівнянню. Таким чином викладач математики підштовхує студентів до висновку про те, що в правій частині рівняння має бути знак „мінус”. В результаті колективної праці остаточно створюється математична модель радіоактивного розпаду і записується його рівняння $\frac{dm}{dt} = -k m$.

Отримане рівняння розв’язується у загальному вигляді: $m = C e^{-kt}$, $C \equiv const$ (можливо кимось із студентів біля дошки). Викладач біофізики допомагає студентам з’ясувати фізичний зміст констант у отриманій відповіді ($m = m_0 e^{-kt}$, де m - маса радіоактивної речовини, що не розпалася, m_0 — початкова маса речовини, $k > 0$ — стала розпаду, t — час розпаду, а також обговорюються умови калібровки досліджуваних зразків за допомогою дендрохронології).

Наступним етапом є побудова ескізів інтегральних кривих під керівництвом викладача математики.

Далі, якщо дозволяє час, можлива групова робота: викладач математики пропонує одній групі студентів вивчити динаміку чисельності популяції та скласти математичну модель, яка описує чисельність популяції, харчові ресурси якої необмежені, немає конкуренції та хижаків, а другій групі – вивчити процес розповсюдження епідемії, якщо в популяцію здорових людей потрапляє один хворий. Знову обговорюються основні гіпотези дослідження

цих моделей. Якщо часу бракує, то розглядається лише одна з моделей, тобто замість групової використовується фронтальна форма роботи.

Наприкінці лекції перед студентами ставляться питання:

- Чи змінюються основні етапи моделювання в залежності від досліджуваних біологічних об'єктів, чому?
- Чи можуть різні біологічні процеси описуватися однаковими моделями (диференціальними рівняннями), чому?
- Чи може один і той же біологічний процес описуватися різними рівняннями, якщо так, то за яких умов?

З досвіду проведення такої лекції, треба відмітити, що питання про Туринську плащаницю не дає спокою студентам. Вони обов'язково згадають про неї наприкінці лекції. Викладач математики повідомляє, що радіовуглецевий аналіз дозволив датувати плащаницю періодом XI-XIII століть (помилка методу на сучасному етапі становить від 70 до 300 років). Скептики вважають такий результат підтвердженням того, що плащаниця – середньовічна підробка. Але прихильники справжності реліквії вважають отримані дані результатом забруднення плащаниці вуглецем при пожежі в XVI столітті.

Далі викладач біофізик нагадує, що припущення Ліббі, на яких будується метод радіовуглецевого датування, полягають у тому, що співвідношення ізотопів вуглецю в атмосфері не змінюється в часі й у просторі, а зміст ізотопів у живих організмах у точності відповідає поточному стану атмосфери. Викладач пропонує студентам навести приклади факторів, від яких залежить вміст ізотопу ^{14}C в атмосфері. Студенти за допомогою викладача встановлюють такі фактори:

- інтенсивність космічних променів і активності Сонця;
- широта місцевості;
- стан атмосфери (здатність атмосфери поглинати космічні промені);
- вулканічна діяльність – вуглець, що втримується у вулканічних викидах, «прадавній», що практично не містить ^{14}C ;
- круговорот вуглекислого газу в природі;

- проведення ядерних випробувань, техногенні катастрофи з радіаційним забрудненням;
- спалювання великої кількості викопних палив - вуглець, що втримується в нафті, природному газі й вугіллі, «прадавній», що практично не містить ^{14}C .

Висновки, які роблять студенти після обговорення цих факторів, такі: два останні фактори, нажаль, роблять неможливим проведення точних радіовуглецевих датувань у зразків ХХ-го століття.

Таким чином, проведення бінарної лекції дозволяє виклад нового матеріалу проводити в формі обговорення теоретичних та практичних питань двома фахівцями, залучати до обговорення студентів, стимулювати їх бажання поставити запитання та знайти на них відповіді, висловити власний погляд, діалог викладачів демонструє культуру дискусії, спільне розв'язання проблеми. Крім того, акцентується увага студентів на основних етапах математичного моделювання, висуванні та обговоренні гіпотез, перевірці адекватності моделі тощо, а це сприяє розвитку дослідницьких умінь.

Розглянута тема, за бажанням викладача, може бути вивчена й у вигляді інтегрованої лабораторної роботи, прийоми організації якої були розглянуті нами у попередньому пункті 2.2.1.

Особливої уваги професійно орієнтовані задачі біологічного змісту набувають на практичних заняттях з вищої математики. Розв'язуючи ці задачі різного рівня складності, студенти оперують професійними термінами, набувають уміння аналізувати ситуації, характерні для майбутньої професійної діяльності у галузі біологічних наук. Система професійно орієнтованих задач біологічного змісту дає можливість підвищити рівень сформованості у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для майбутньої професійної діяльності та розвитку дослідницьких умінь.

Нами створено таку систему за основними темами курсу «Основи вищої математики» та частину її представлено у Додатку В.

Завдання, запропоновані студентам-біологам, повинні:

1) мати реальний біологічний зміст, який забезпечує ілюстрацію практичної цінності і значущості математичних знань;

2) відповідати галузевому стандарту підготовки біолога-дослідника щодо прийомів, методів і фактів, які використовуватимуться в їх розв'язанні;

3) демонструвати практичне використання математичних ідей і методів в різних галузях біології;

4) викликати у студентів пізнавальний інтерес та сприяти формуванню мотивації до майбутньої професійної діяльності;

5) містити відомий (або інтуїтивно зрозумілий) понятійний апарат і термінологію;

6) містити числові дані, які відповідають існуючим на практиці, тобто бути експериментальними (в процесі розв'язання задач необхідно дотримуватися правил наближених обчислень, а також використовувати комп'ютерно орієнтовані засоби);

7) стимулювати студентів на самостійну постановку, формулювання, узагальнення, модифікацію запропонованих викладачем завдань, що має приводити до появи потреби до самостійної дослідницької діяльності.

На початку кожного практичного заняття у формі діалогу подається основний матеріал з уточненням всіх тих труднощів, з якими довелося зустрітися студентам навчальної групи при роботі над черговим домашнім завданням. Під керівництвом викладача студенти під час фронтального опитування (чи відповіді студента біля дошки) обговорюють основні положення теми заняття, записують основні математичні формули, актуалізують визначення математичних понять і тільки тоді починають послідовний аналітичний розбір професійно орієнтованих задач, що запропоновані викладачем. Особливим прийомом роботи викладача при цьому є актуалізація знань студентів як математичної теорії, так і різноманітних біологічних процесів, що можуть бути описані за допомогою математичного апарату. При цьому, як показує практика, викладач сам має бути обізнаним і з математики, і з біології. Адже, якщо математик не буде обізнаний з

різноманітними біологічними процесами, то він не зможе так ефективно проводити заняття. Тобто для магістрів-математиків доречним є введення спеціального курсу, в якому б розглядалися питання використання математичного апарату саме у біологічних процесах. Це надасть змогу сформувавши викладача вищої школи для роботи зі студентами біологічних спеціальностей.

Методика навчання студентів-біологів розв'язуванню системи професійно орієнтованих завдань з різних тем курсу «Основи вищої математики» припускає використання різноманітних форм організації навчального процесу (враховуючи диференційований підхід), а саме:

- фронтальну, групову чи індивідуальну;
- колективний пошук чи самотійну роботу студентів.

Прикладом організації групової форми роботи на практичних заняттях з вищої математики може бути опрацювання системи професійно орієнтованих задач з теми „Диференціальні рівняння першого порядку”.

Викладач пропонує студентам задачу біологічного змісту:

Задача. Швидкість розмноження бактерій пропорційна їх кількості в даний момент часу. У початковий момент $t=0$ було 100 млн. бактерій, а впродовж трьох годин їх число подвоїлося. Знайти залежність кількості бактерій від часу. У скільки разів збільшилася кількість бактерій впродовж дев'яти годин?

Викладачем організується евристичний діалог зі студентами:

- Чи можна розв'язати цю задачу, використовуючи математичний апарат, який вам вже відомий?

- Мабуть так, бо постановка цієї задачі нагадує задачу про радіоактивний розпад, яку ми розглядали на лекції.

- Який математичний апарат застосовувався у задачі про радіоактивний розпад?

- Ми створювали математичну модель у вигляді диференціального рівняння з відокремлюваними змінними.

- Тема, яку ми розглядаємо, дійсно - диференціальні рівняння з відокремлюваними змінними. Як ви вважаєте, чи можна проаналізувавши умову даної задачі, в якості її математичної моделі обрати диференціальне рівняння?

- Мабуть так, але ми не впевнені, що зробимо правильно.

Оскільки це перша задача, яка пропонується на цьому занятті, то викладач самостійно розв'язує її, обговорюючи кожний її крок.

Розв'язання: Швидкість розмноження бактерій $\vartheta(t)$ – це границя відношення приросту їх кількості до часу, за який цей приріст спостерігався (якщо час, за який спостерігається цей приріст прямує до нуля), тобто $\vartheta(t) = \frac{dx}{dt}$.

Оскільки швидкість розмноження бактерій пропорційна їх кількості в даний момент часу, то $\frac{dx}{dt} = kx$, де k - коефіцієнт пропорційності. Розв'язуючи це

рівняння, отримуємо: $x(t) = Ce^{kt}$. При $t = 0$, $x = 100$, тобто $C = 100$, а $x(t) = 100e^{kt}$.

При $t = 3$, $x = 200$, тобто $200 = 100e^{3k}$, отже $e^{3k} = 2$, тому $k = \frac{1}{3} \ln 2$. Тому шукана

функція $x(t) = 100 \cdot e^{\frac{1}{3} \ln 2 \cdot t} = 100 \cdot 2^{\frac{t}{3}}$, а при $t = 9$, $x = 800$. Тобто за дев'ять годин кількість бактерій збільшиться в 8 разів.

Наступна задача пропонується для обговорення з усією групою студентів.

Задача. Швидкість природного приросту кількості рибин в ізолюваному водоймищі пропорційна їх наявній кількості Q в даний момент часу (коефіцієнт пропорційності $a > 0$). Але конкурентна боротьба (за їжу та місце) призводить до загибелі певної кількості рибин, причому експериментально встановлено, що швидкість такого зменшення кількості рибин пропорційна квадрату їх наявної кількості (коефіцієнт пропорційності $b > 0$, $b < a$)? Встановити закон зміни наявної кількості рибин $Q(t)$ в даний момент часу (логістичний закон) та знайти граничний розмір популяції.

У даній задачі студенти спостерігають, що швидкість природного приросту кількості рибин в ізолюваному водоймищі (за аналогією з

попередньою задачею) пропорційна їх наявній кількості Q в даний момент часу (коефіцієнт пропорційності $a > 0$). Звідки отримують $\frac{dQ}{dt} = aQ$. Але на відміну з попередньою задачею, існує конкурентна боротьба, яка призводить до загибелі певної кількості рибин, тобто до зменшення кількості рибин у водоймищі. З умови задачі відомо, що швидкість такого зменшення кількості пропорційна квадрату їх наявної кількості, тому $\frac{dQ}{dt} = aQ - bQ^2$ (коефіцієнт пропорційності $b > 0$, $b < a$). Викладач пропонує студентам розв'язати це рівняння:

$$\frac{dQ}{Q^2 - \frac{a}{b}Q} = -b dt; \quad \frac{dQ}{\left(Q - \frac{a}{2b}\right)^2 - \left(\frac{a}{2b}\right)^2} = -b dt; \quad \frac{b}{a} \ln \left| \frac{Q - \frac{a}{b}}{Q} \right| = -bt + C_1;$$

$$\ln \left| 1 - \frac{a}{bQ} \right| = -at + C_2, \text{ де } C_2 = C_1 \cdot a; \quad 1 - \frac{a}{bQ} = C_3 \cdot e^{-at}, \text{ де } C_3 = e^{C_2}.$$

Отже $Q = \frac{a}{b} \left(1 + \frac{C_3}{e^{at} - C_3} \right)$. Викладачем звертається увага на те, що задача ще не повністю розв'язана, тому що невідомий поки що граничний розмір популяції. Це підштовхує студентів до розгляду граничного випадку. Якщо $t \rightarrow +\infty$, то $Q(t) \rightarrow \frac{a}{b}$.

Третя задача надається для самостійного розв'язання.

Задача. Швидкість v радіоактивного розпаду в будь-який момент часу виражається формулою $v = -kt$, де m - маса радіоактивної речовини, що не розпалася в даний момент часу, k — стала розпаду, t — час в днях. Визначити час, впродовж якого маса речовини, що не розпалася зменшиться вдвічі, якщо початкова маса речовини m_0 .

Самостійне розв'язування задачі (у цей час викладач надає індивідуальну допомогу тим студентам, які її потребують) сприяє засвоєнню прийому створення математичної моделі за аналогією та свідомому застосуванню диференціальних рівнянь у процесі розв'язування задач біологічного змісту.

Для закріплення навчального матеріалу теми та уміння використовувати його у професійно орієнтованих завданнях студентам надається крім математичного тренінгу з розв'язування диференціальних рівнянь ще й задачі біологічного змісту, наприклад:

***Задача.** Популяція бактерій зростає так, що швидкість її росту в момент t (час в годинах) дорівнює розміру популяції в момент t , поділеному на 10. Скласти рівняння, яке описує цей процес та визначити час, за який кількість бактерій подвоїться.*

***Задача.** Згідно із спостереженнями, швидкість росту популяції бактерій у момент t (час в годинах) дорівнює розміру популяції $x(t)$, поділеному на 5. опишіть цей процес зростання диференціальним рівнянням для $x(t)$. Якщо у початковий момент $t=0$ був 1 млн. бактерій, а впродовж п'яти годин їх число подвоїлося, то у скільки разів збільшиться розмір цієї популяції за десять годин?*

***Задача.** Швидкість природного приросту деякої популяції дорівнює наявній кількості особин Q в даний момент часу, що помножена на 5. Але епідемія інфекційного захворювання призводить до загибелі певної кількості особин популяції, причому експериментально встановлено, що швидкість загибелі дорівнює квадрату наявної кількості особин Q , поділеному на 2? Встановити закон зміни наявної кількості особин $Q(t)$ в даний момент часу та знайти граничний розмір популяції.*

Системи професійно орієнтованих задач у вигляді тестів доцільно використовувати під час організації самостійної роботи студентів. Пропонуємо наступну послідовність її організації:

- *актуалізація знань;*
- *створення математичних моделей біологічних процесів;*
- *математичний тренажер;*
- *професійно орієнтовані завдання у вигляді тестів.*

Наведемо приклад системи тестових завдань з теми «Інтегральне числення функції однієї змінної», які можуть бути використані для організації

самостійної роботи студентів під час аудиторної роботи на практичних та лабораторних заняттях, а також можуть бути частиною домашнього завдання, поточного або підсумкового контролю знань.

Актуалізація знань. Студентам пропонуються тестові завдання на повторення основних понять, теорем і фактів з теми. Ці завдання повністю охоплюють теоретичний матеріал, необхідний для цілісного розуміння теми та подальшої роботи з наступними блоками завдань.

1. Якщо функція $F(x)$ є первісною функції $f(x)$ на інтервалі $(a;b)$, то для будь-якого $x \in (a;b)$ виконується рівність:

- А) $F'(x) = f(x)$; Б) $dF(x) = f(x)dx$; В) $(F(x) + C)' = f(x)$;
 Г) $F'(x) = f(x) + C$; Д) $f(x) = F'(x) + C$; Е) інша відповідь.

2. Безліч первісних функцій $F(x) + C$ для $f(x)$ називається:

- А) невизначеним інтегралом від функції $f(x)$;
 Б) визначеним інтегралом;
 В) похідною;
 Г) інтегральною кривою;
 Д) сімейством безлічі первісних;
 Е) інша відповідь.

3. Чи правильно, що невизначеному інтегралу $\int f(x)dx$ ($F(x)$ - первісна для $f(x)$) на площині відповідає?

- А) сімейство «паралельних кривих» $y = F(x) + C$;
 Б) сімейство кривих, що мають одну спільну точку;
 В) крива $y = F(x)$;
 Г) крива $y = F(x)$, що проходить через початок координат;
 Д) інша відповідь.

4. При зведенні інтеграла до табличного часто використовують різні перетворення, у тому числі і «внесення під знак диференціала». Яка з формул використовується в цій операції?

- А) $f'(u)du = d(f(u))$; Б) $\int f(x)dx = \int f(\varphi(t)) \cdot \varphi'(t)dt$;

$$\text{В)} d\left(\int f(x)dx\right) = f(x)dx; \quad \text{Г)} \int u dv = uv - \int vdu;$$

Д) інша відповідь.

5. Визначений інтеграл від неперервної невід'ємної функції на відрізку чисельно дорівнює:

А) площі криволінійної трапеції під графіком функції;

Б) висоті криволінійної трапеції під графіком функції;

В) основі криволінійної трапеції під графіком функції;

Г) середній лінії криволінійної трапеції під графіком функції;

Д) інша відповідь.

6. Які з наведених формул правильні, якщо існують визначені

інтеграли $\int_a^b f(x)dx$, $\int_a^b f_1(x)dx$, $\int_a^b f_2(x)dx$:

$$\text{А)} \int_a^b c \cdot f(x)dx = c \cdot \int_a^b f(x)dx;$$

$$\text{Б)} \int_a^b (f_1(x) + f_2(x))dx = \int_a^b f_1(x)dx + \int_a^b f_2(x)dx;$$

$$\text{В)} \int_a^b f(x)dx = \int_a^c f(x)dx + \int_c^b f(x)dx \quad c \in [a, b];$$

$$\text{Г)} \int_a^b (f_1(x) \cdot f_2(x))dx = \int_a^b f_1(x)dx + \int_a^b f_2(x)dx;$$

$$\text{Д)} \int_a^b (f_1(x) + f_2(x))dx = \int_a^b f(\varphi(t)) \cdot \varphi'(t)dt.$$

Наступним етапом роботи зі студентами є *самостійне створення простіших математичних моделей біологічних процесів*. Пропонуються тестові завдання на відпрацювання вміння складати найпростіші математичні моделі, запропонованих задач біологічного змісту. Серед представлених відповідей студенту треба знайти ту модель, за допомогою якої в подальшому буде розв'язана ця задача. Наприклад:

1. Гепард під час полювання на здобич рухається прямолінійно зі швидкістю $V(t) = 10t - t^2$. Визначити закон руху тварини.

А) $S(t) = 5t^2 - \frac{t^3}{3} + C$; Б) $S(t) = 5t - \frac{t^2}{2} + C$; В) $S(t) = 5t^3 - \frac{t^2}{2} + C$;

Г) $S(t) = 10 - 2t$; Д) інша відповідь.

2. Євгена зелена рухається до світла прямолінійно зі швидкістю $V(t) = \sin^5 t \cos t$. Визначити закон руху простішого, якщо $S(0) = 0$.

А) $S = \frac{1}{6} \sin^6 t$; Б) $S = \frac{1}{4} \sin^4 t$; В) $S = \frac{1}{6} \cos^6 t$; Г) $S = \frac{1}{4} \cos^4 t$;

Д) інша відповідь.

3. Популяція комах зростає від початкового розміру в 10000 особин до чисельності $p(t)$ через час t (час в днях). Якщо швидкість росту у момент t дорівнює $p'(t) = t + t^2$, то якою буде чисельність популяції через t днів, якщо кожен день гине 1000 особин.

А) $p(t) = \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3} - 1000t$; Б) $p(t) = \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3} + 10000$;

В) $p(t) = \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3} + 10000 - 1000t$; Г) $p(t) = t^2 + t^3 + 10000 - 1000t$;

Д) інша відповідь.

4. Швидкість зміни концентрації $C(t)$ препарату з ізотопним індикатором у момент часу $t \in C'(t) = 2^{-t}$, де t – час у годинах. Знайти концентрацію в момент t , якщо початкова концентрація складає 1 мкг на літр.

А) $C(t) = \frac{1 - 2^{-t}}{\ln 2}$; Б) $C(t) = \frac{1 + 2^{-t}}{\ln 2}$; В) $C(t) = \frac{2^{-t} - 1}{\ln 2}$;

Г) $C(t) = \ln 2 \cdot (1 - 2^{-t})$; Д) інша відповідь.

Наступним елементом організації самостійної роботи є *математичний тренажер*, який пропонується студентам для відпрацювання базових умінь з використання основних понять, фактів і теорем відповідної теми. Ці завдання передують розв'язуванню професійно орієнтованих завдань.

1. Знайдіть інтеграл $\int e^{\frac{x}{4}} dx$:

А) $4e^{\frac{x}{4}} + C$; Б) $e^{\frac{x}{4}} + C$; В) $\frac{1}{4}e^{\frac{x}{4}} + C$; Г) $4e^{4x} + C$; Д) інша відповідь.

2. Знайдіть інтеграл $\int x \cdot (x+2)^{100} dx$:

- А) $\frac{(x+2)^{102}}{102} - \frac{2(x+2)^{101}}{101} + C$; Б) $\frac{(x+2)^{102}}{102} - \frac{2(x+2)^{101}}{101}$;
 В) $\frac{(x+2)^{102}}{102} - \frac{100(x+2)^{101}}{101} + C$; Г) $\frac{(x+2)^{102}}{102} + \frac{2(x+2)^{101}}{101} + C$;

Д) інша відповідь.

3. Знайдіть інтеграл $\int \frac{dx}{e^x + 1}$:

- А) $\ln \frac{e^x}{e^x + 1} + C$; Б) $\ln \frac{e^x}{e^x + 1}$; В) $\ln \frac{e^x + 1}{e^x} + C$; Г) $\ln \frac{e^x + 1}{e^x}$;

Д) інша відповідь.

4. Знайдіть інтеграл $\int \operatorname{tg} u du$:

- А) $-\ln|\cos u| + C$; Б) $\ln|\cos u| + C$; В) $\ln|\sin u| + C$; Г) $-\ln|\sin u| + C$;

Д) інша відповідь.

5. Обчисліть інтеграл $\int_a^b C dx$, де C – деяке число:

- А) $C(a+b)$; Б) $-C(a-b)$; В) $(a-b)$; Г) $\frac{1}{C}(b-a)$ Д) інша відповідь.

6. Площа фігури, що обмежена лініями $y=1-x^2$ и $y=0$ дорівнює:

- А) $\frac{4}{3}$; Б) $\frac{3}{4}$; В) $\frac{2}{3}$; Г) 1,5; Д) інша відповідь.

7. Виберіть формулу для обчислення об'єму тіла, яке утворено обертанням еліпса $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ навколо осі Ox .

- А) $\frac{1}{2}V = \pi \int_0^a b^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) dx$; Б) $\frac{1}{2}V = \pi \int_0^a a^2 \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right) dy$;
 В) $\frac{1}{2}V = \pi \int_0^b a^2 \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right) dy$; Г) $\frac{1}{2}V = \pi \int_0^a b^2 \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) dx$

Д) інша відповідь.

Завершальною частиною системи є професійно орієнтовані завдання у вигляді тестів. Вона призначена для формування вмінь використовувати математичний апарат для розв'язання професійно орієнтованих завдань на

основі етапів математичного моделювання (переклад біологічної задачі на мову математики, знаходження зв'язку між величинами задачі та запис його в аналітичному вигляді, дослідження отриманих математичних виразів та інтерпретація отриманої відповіді з точки зору біології).

1. Річка тече через луг, утворюючи криву $y = x - x^2$. Вісь OX – лінія шосе. Яка площа луку (в гектарах) між шосе і річкою (одиниця довжини – 1 км)? Відповідь обчислити до сотих.

А) 16,67 га; Б) 18,45 га; В) 16,76 га; Г) 16,52 га; Д) інша відповідь.

2. Швидкість руху черепахи задано рівнянням $v = (2t^2 + t)$ мм/с, $t \in [0; 6]$. Знайти пройдений нею шлях за 6 с від початку руху.

А) 162 мм; Б) 142 мм; В) 144 мм; Г) 166 мм; Д) інша відповідь.

3. Фармацевтична компанія Ферросан (Данія) створила новий препарат полівітамінів з мінералами та екстрактом женьшеня. Місце вирощування рослини впливає на його властивості. Якість женьшеня визначають на основі вмісту женьшенозидів - групи загально визнаних первинно активних компонентів женьшеня (їх близько 30). Ефект женьшеня залежить від вигляду женьшенозидів та співвідношення між ними. Компанія ретельно аналізує склад і вміст женьшенозидів в екстракті за допомогою високоефективної рідинної хроматографії (сучасний метод визначення хімічних речовин). Цей аналіз представлений у вигляді кривої з різними вершинами, які відповідають різним женьшенозидам (як показано на рисунку 2.4).

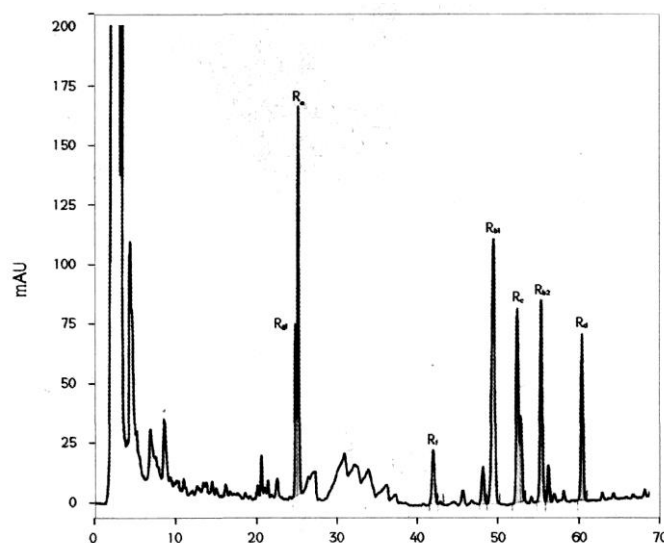


Рис. 2.4

Площа під піком чисельно відповідає кількості відповідного женьшенозиду у досліджуваному зразку. Оберіть правильні твердження:

А) для того, щоб обчислити кількість женьшенозидів необхідно обчислити похідну від запропонованої функції;

Б) для того, щоб обчислити кількість женьшенозидів необхідно обчислити визначений інтеграл від запропонованої функції на проміжку $[0;70]$;

В) висота піків не впливає на вміст женьшенозидів;

Г) інша відповідь.

4. Одна з сучасних систем харчування (за Монтіньяком) заснована на припущенні, що надмірна вага є результатом «збою» в роботі підшлункової залози, який спричинений неправильним харчуванням сучасної людини. Їжа містить вуглеводи, які спричиняють в організмі різкий стрибок рівня цукру в крові (приблизно через 20 хвилин після вживання їжі він досягає свого максимального значення), що у свою чергу призводить до викиду в кров дози інсуліну (гормону, що виробляється підшлунковою залозою) і рівень цукру достатньо швидко знижується навіть нижче первинного, і лише потім відбувається повільне його повернення до нормального рівня (процес показаний на рисунку 2.5, отримана крива називається глікемічною).

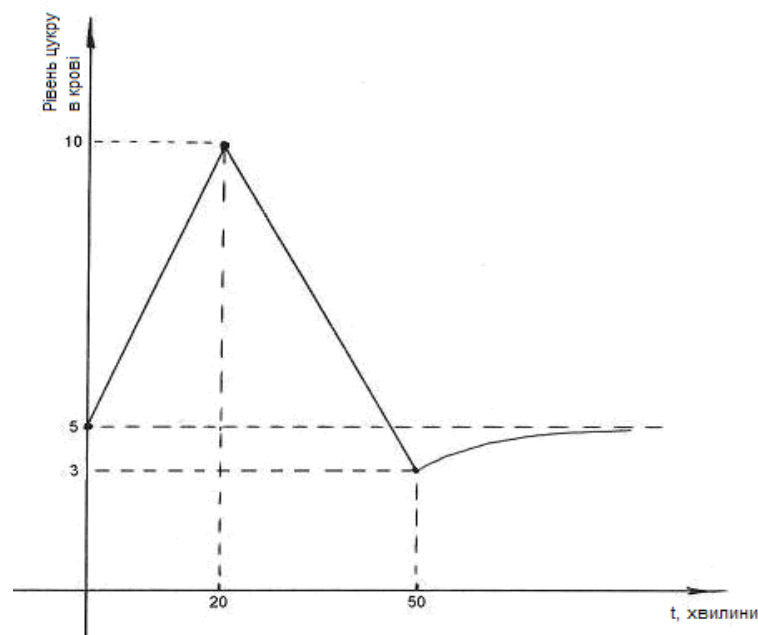


Рис. 2.5

Робота в таких «стресових» умовах призводить до того, що з згодом підшлункова залоза «втомлюється» і відбуваються збої в обміні речовин, що призводить до зайвої ваги і супутніх захворювань. Виявилось, що різні продукти і вуглеводи, що містяться в них, визначають різний вид глікемічної кривої. По висоті піку і площі під ним визначається глікемічний індекс, знаючи який можна спланувати своє харчування так, щоб не спричиняти збоїв в обміні речовин.

Розрахувати глікемічний індекс продукту, якщо глікемічна крива має

$$\text{вигляд: } f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4}t + 5, t \in [0; 20] \\ -\frac{7}{30}t + \frac{16}{3}, t \in [20; 50] \\ \frac{4}{\pi} \arctg(x - 50) + 3, t \in [50; +\infty) \end{cases}$$

А) 345; Б) 385; В) 405; Г) 415; Д) інша відповідь.

Якщо робота з тестовими завданнями проводиться під час практичного заняття без використання комп'ютера, то це відбувається в формі діалогу зі студентами. Викладач допомагає розв'язувати найбільш складні з них (якщо це потрібно), використовуючи евристичні підказки, що підштовхують студентів до пошуку розв'язування та перевірки правильності відповіді. А якщо для роботи з тестами використовується тестова оболонка, то корекція відповідей відбувається після закінчення роботи з програмою під час індивідуальної бесіди зі студентами (див. п. 2.3.). Інші студенти при цьому можуть бути присутні, та мають право вступати в дискусію, ставити запитання викладачеві.

Така робота звертає увагу студентів на причини виникнення утруднень. При цьому їм надається корекція у вигляді рекомендованої літератури для повторного опрацювання.

Через деякий час проводиться повторне тестування. Питання повторного тесту є аналогічними або оберненими до питань попереднього тесту. Це проводиться з метою перевірки рівня засвоєння навчального матеріалу на даному етапі.

Таким чином, студенти розв'язують в певній послідовності набір професійно орієнтованих задач з кожної теми курсу вищої математики. Багато разів, від задачі до задачі промовляючи необхідні правила і підходи їх розв'язання, вони не лише засвоюють техніку розв'язання математичних задач, причому, як стандартних, так і нестандартних за всіма темами курсу, але і переконуються в необхідності і важливості предмету, що вивчається.

Характерним проявом сформованості дослідницьких умінь є вміння студентів складати професійно орієнтовані задачі. Це свідчить про більш глибоке усвідомлення понять математичної теорії, що вивчалася і достатній рівень опанування вміннями розв'язання подібних задач.

Крім того, конструювання завдань є частиною професійної підготовки майбутніх біологів-дослідників, сприяє формуванню і розвитку евристичних прийомів [224]. При виконанні індивідуальних робіт студентам пропонується вибіркоче творче завдання: створити задачі біологічного змісту, що розв'язуються за допомогою математичного апарату теми, що розглядається на цей час.

Наведемо приклади задач, що запропонували самі студенти вивчаючи тему „Диференціальні рівняння першого порядку”.

1. Популяція бактерій збільшується таким чином, що швидкість росту кількості бактерій у момент t (час в годинах) складає сталу величину k . Через дві години кількість бактерій збільшилася втричі у порівнянні з їх початковою кількістю x_0 . Якою стане кількість бактерій через п'ять годин у порівнянні з початковою? Через п'ять годин після початку експерименту в популяцію вводять антибактеріальний препарат, який припиняє процес розмноження бактерій одразу після його введення, та знищує їх популяцію таким чином, що за годину гине кількість бактерій, яка вдвічі більше їх початкової кількості x_0 . Через який час всю популяцію буде знищено?

2. Розглянемо ген с двома аллелями A и a , які в деякій ізольованій популяції (чисельністю 1000 особин) в момент часу t представлені у $p(t)$ і $q(t) = 1000 - p(t)$ особин відповідно. Нехай аллель A мутує в аллель a за одиницю

часу зі швидкістю, що пропорційна наявній кількості особин з цим алелем у даний момент часу ($\mu > 0$ – коефіцієнт пропорційності, який називається частотою мутації). Виразіть через μ :

а) $p(t)$ і $q(t)$, якщо в початковий момент $p(0) = q(0) = 0,5$;

б) час, необхідний для того, щоб $p(t)$ зменшилося до 300.

3. Популяція бактерій зростає від початкового розміру в 100 од. до граничного (рівноважного) розміру в 100 000 од. Нехай протягом першої години вона збільшується до 120 од. Вважаючи, що зростання популяції підпорядковується логістичному рівнянню, знайдіть її розмір, як функцію від часу.

Уміння складати та розв'язувати біологічні задачі є проявом вже сформованих навчально-пізнавальних дослідницьких умінь студентів.

Таким чином, для організації професійно орієнтованої навчальної дослідницької діяльності студентів-біологів в курсі вищої математики необхідний детальний виклад усіх тем курсу з наголосом на розв'язання професійно орієнтованих завдань. Система таких завдань є ефективним засобом мотивації до майбутньої професійної діяльності та формування дослідницьких умінь майбутнього біолога.

Крім того, відпрацювання такої системи завдань студентами-математиками у спеціальних курсах дозволить підготувати кваліфікованих викладачів вищої школи до роботи зі студентами біологічних спеціальностей та буде доречно також тим студентам-математикам, які в майбутньому будуть викладати математику в профільних класах загальноосвітніх шкіл.

2.3. Комп'ютерно орієнтоване управління дослідницькою діяльністю студентів-біологів у процесі розв'язання професійно орієнтованих задач

Математика в сучасних умовах відіграє особливу роль у підготовці майбутніх біологів-дослідників у плані формування певного рівня математичної культури, інтелектуального розвитку, наукового світогляду, оволодіння методами

математичного моделювання та розуміння сутності практичної спрямованості математичних дисциплін. Для біолога, як вже зазначалося, найбільш важливим є практичний аспект математики. При цьому рівень цієї підготовки повинен бути таким високим, щоб дозволити студентам-біологам у майбутній професійній діяльності використовувати ІКТ для розв'язання виробничих завдань, моделювання та прогнозування біологічних процесів. Це стане можливо завдяки формуванню та розвитку дослідницьких умінь, що неможливо без упровадження комп'ютерно орієнтованих засобів у навчальний процес, без розвитку інформаційної компетентності студентів у освітньому процесі [166].

На основі проведеного нами аналізу застосування комп'ютерних засобів у п.1.4. ми прийшли до висновку, що найбільш доцільними та ефективними засобами у викладанні вищої математики студентам біологічних спеціальностей є:

- ППЗ DERIV, EUREKA, GRAN1, DG як засоби візуалізації задачі та її розв'язання;
- евристичні комп'ютерні тренажери як для використання на практичних заняттях, так і для домашнього застосування;
- комп'ютерні презентації лекцій;
- електронний підручник «Вища математика для біологів»;
- дистанційний курс для організації самостійної роботи з вищої математики для студентів-біологів.

При впровадженні комп'ютерно орієнтованих засобів у навчання вищої математики особливе значення набуває розв'язання однієї з найважливіших проблем – формування вмінь моделювання, тому що це дозволяє продемонструвати основні властивості біологічних об'єктів, з'ясувати границі застосування тієї чи іншої теорії. З цією метою, як зазначалося у п.1.4, ми створили евристичні комп'ютерні тренажери, що входять до складу евристико-дидактичних конструкцій (ЕДК) [224.]. Такі програми поступово наближають студента до пошуку і знаходження відповіді в процесі евристичного діалогу, коли акцентується увага на теоретичних фактах, деяких методах розв'язання задачі,

пропонується “розміте наведення” на пошук розв’язування і дається можливість самостійно знайти “свій шлях” до відкриття, розв’язання і перевірки результатів [225].

На рис. 2.6 надана умова однієї з задач за темою «Похідна», яка представлена нами у вигляді зчепленої комп’ютерної програми для навчання студентів пошуку розв’язання задачі та розвитку їх дослідницьких умінь (Додаток Б).

У процесі розв’язування такої задачі студент має можливість скористатись евристичними підказками або теоретичним матеріалом (рис.2.7, рис.2.8).

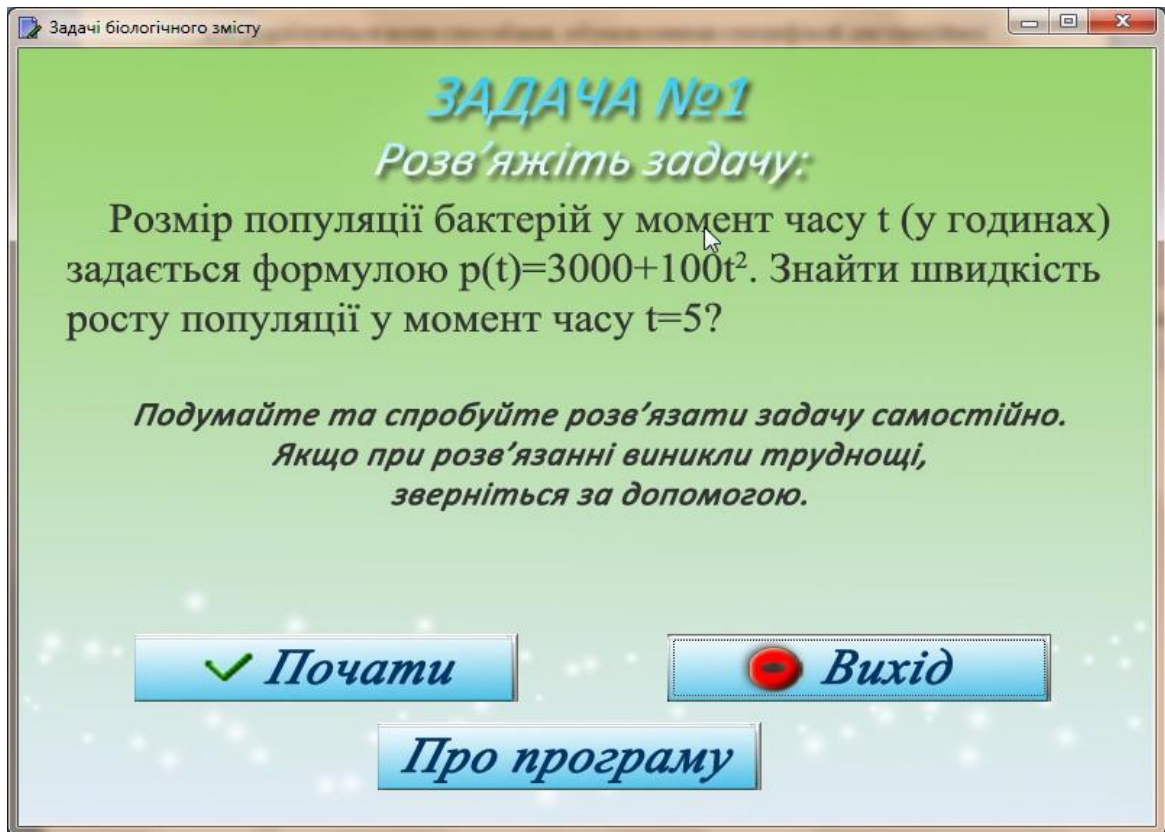


Рис. 2.6.

Якщо студент помиляється кілька разів, програма автоматично переводить його на правильну відповідь та пояснює, чому саме цей варіант правильний.

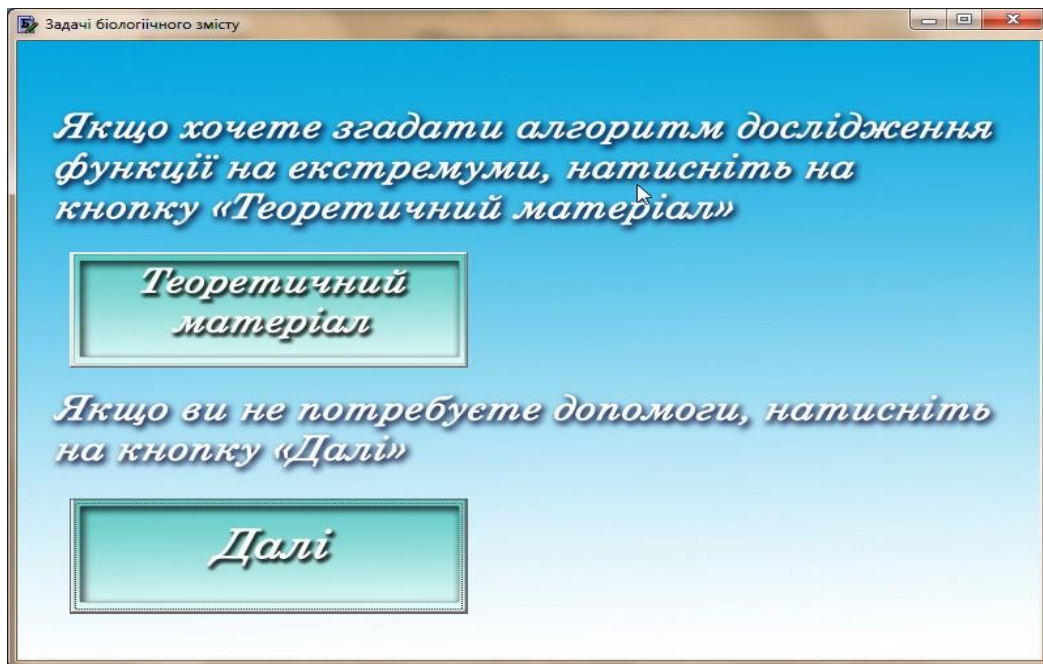


Рис. 2.7

Таким чином, за допомогою даних програм у студента формується мотивація до навчання. При цьому відбувається управління його дослідницькою діяльністю.

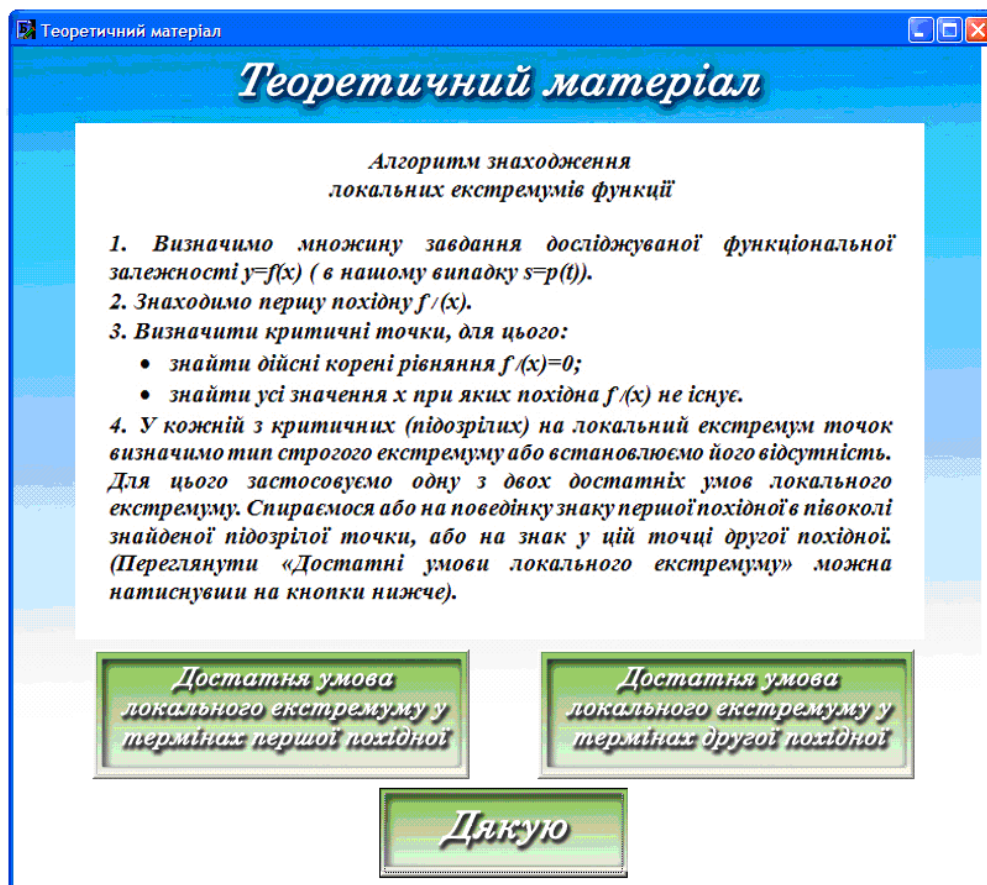


Рис. 2.8.

Слід зазначити, що застосування педагогічних програмних засобів (ППЗ) дає позитивний результат лише при умілому їх використанні в організації навчально-пізнавальної діяльності студентів. Використання різних програмних засобів можливе при вивченні практично кожної теми курсу вищої математики, причому як на різних етапах вивчення понять, так і на етапах вивчення теорем та розв'язання задач [84].

Звернемо увагу, наприклад, на деякі моменти вивчення різних функцій.

За допомогою комп'ютера наочно можна продемонструвати властивість періодичності тригонометричних функцій, оскільки з'являється можливість подивитися на їх графік на будь-якому проміжку області визначення.

ППЗ дають можливість швидко і ефективно актуалізувати знання з побудови графіків функцій за допомогою елементарних перетворень.

Звикнувши використовувати комп'ютер для перевірки тверджень, які отримані теоретично, учні самі запропонують зворотнє: при зустрічі з невідомим, використовувати комп'ютер для висування гіпотези. Так, можна організувати подібну роботу для висування гіпотез про взаємне розташування графіків прямої та оберненої функцій і їх монотонність, про монотонність показникової та логарифмічної функцій залежно від основи степеня та логарифма відповідно.

Ще один напрям застосування комп'ютерів при вивченні вищої математики – формування потреби в самоконтролі [197; 203]. Тобто, можливості перевірки правильності розв'язання багатьох задач за допомогою різних програмних засобів. Це дозволяє організувати дослідницьку діяльність студентів, оскільки при неправильному розв'язанні задачі студент починає шукати помилку, обмірковуючи кожен крок свого розв'язання, що сприяє формуванню і розвитку дослідницьких умінь розв'язання задачі та перевірки результату.

Розглянемо декілька прикладів.

1. Побудуйте ескіз графіка функції $y = \frac{\ln x}{|\ln x|}$.

Припустимо, студент розв'язує задачу так:

$$|a| = \begin{cases} a, & \text{якщо } a \geq 0, \\ -a, & \text{якщо } a < 0. \end{cases} \quad \text{Тобто, } y = \begin{cases} \frac{\ln x}{\ln x}, & \text{якщо } \ln x \geq 0, \\ -\frac{\ln x}{\ln x}, & \text{якщо } \ln x < 0, \end{cases} \quad , \text{ отже } y = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \geq 1 \\ -1, & \text{якщо } x < 1. \end{cases}$$

При побудові ескізу графіка студент отримує такий результат (рис. 2.9).

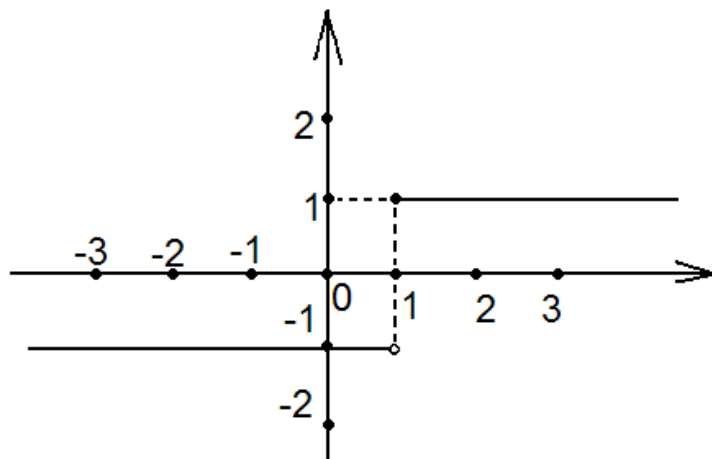


Рис.2.9.

За допомогою комп'ютера студент перевіряє отриманий результат (рис.2.10).

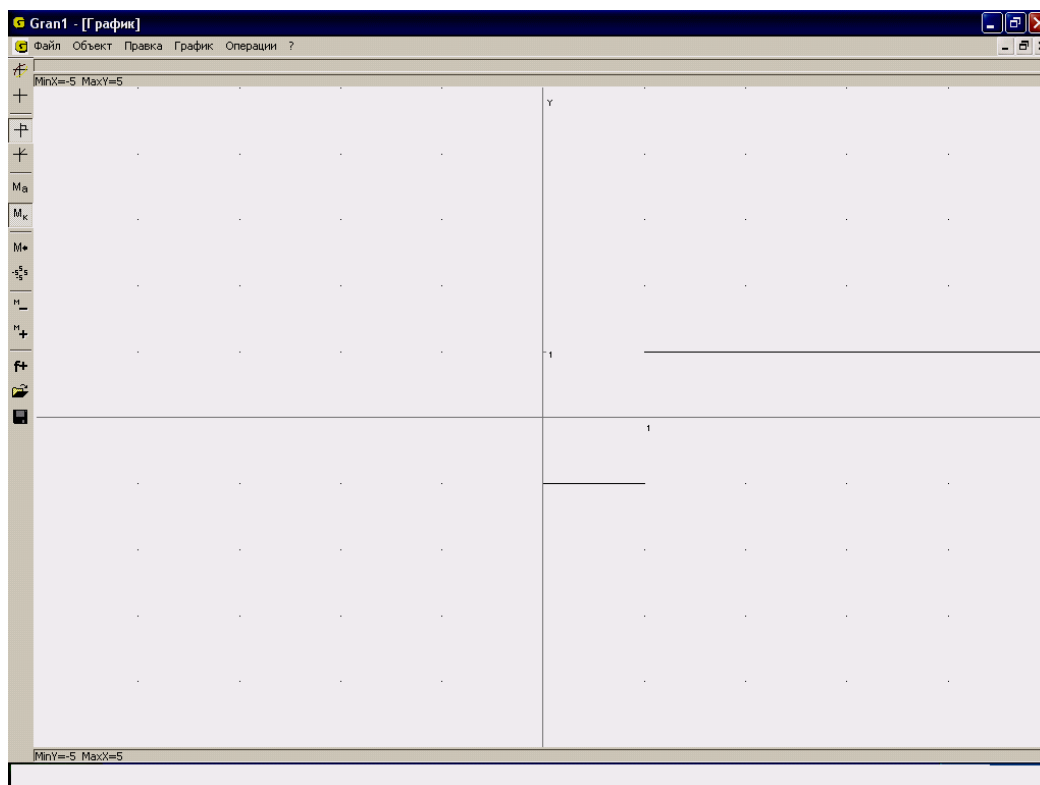


Рис. 2.10

Проаналізуємо ситуацію: де могла виникнути помилка? Відразу в очі кидається, що в лівій півплощині (рис. 2.10) графік відсутній, тобто, помилка міститься в області визначення. Не враховано, що $x > 0$ й $\ln x \neq 0$.

Таким чином іноді перевірка правильності побудови ескізу графіка за допомогою комп'ютера сприяє усвідомленому пошуку здійсненої помилки.

2. Знайдіть область визначення функції $y = \ln(x^2 - 4x)$.

Нехай студент, розв'язавши задачу, одержав $D(y) = (-\infty; 0) \cup (4; \infty)$. Перевірити себе повноцінно він не може. За допомогою комп'ютера розглядається графік даної функції і порівнюється область визначення, знайдена за графіком, з отриманою аналітичним методом (рис. 2.11).

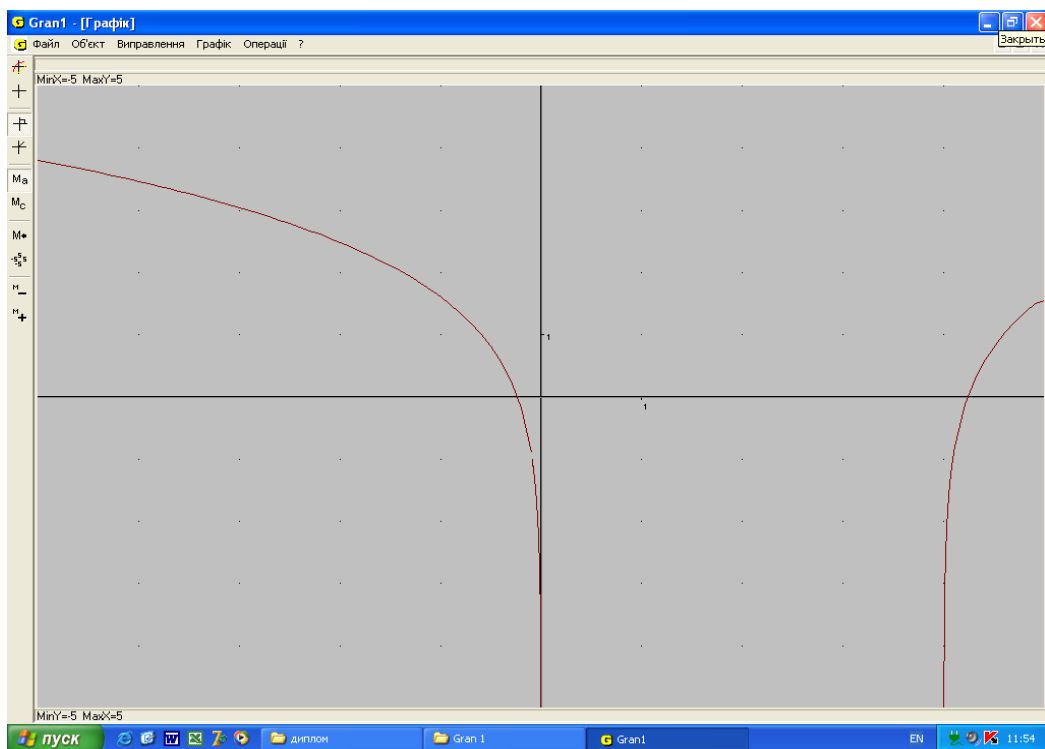


Рис. 2.11

Використання комп'ютера для самоперевірки можливо так само при розв'язанні рівнянь, нерівностей і їх систем. Хоча графічне розв'язання не завжди дає точний розв'язок, проте воно допоможе оцінити відповідь, отриману аналітичним шляхом: чи не загублені розв'язки, чи не придбані зайві розв'язки, чи у потрібних границях перебуває знайдений розв'язок. Крім того, графічним способом доцільно користуватися, якщо важко або неможливо розв'язати рівняння, нерівність або їх систему аналітично.

У зазначених ситуаціях виявлення помилки, як правило, викликає активізацію евристичної діяльності.

Під час знайомства з різними пакетами студенти проявляють великий інтерес і намагаються заглянути в усі пункти меню. Так, наприклад, вивчаючи GRAN1, вони натрапляють на слова «явна функція», «неявна функція», «параметрична функція», «полярні координати». І ці поняття викликають у них інтерес: чи можемо й ми застосувати це на своєму рівні знань.

Великий інтерес у допитливих студентів викликають полярні координати. Цікаво проводити дослідницьку роботу з побудови кривих у полярних координатах, тим більше, що вони незвичайні в порівнянні із уже знайомими кривими.

Використання вже готових графіків, усуває рутинну роботу, дозволяє зосередити увагу на вивченні основних ідей, методів розв'язання деяких задач.

Наприклад, розв'яжіть рівняння $\left(\frac{1}{2}\right)^x = x + 4$.

Це – трансцендентне рівняння. У нього входять лінійна й показникова функції. Такі рівняння розв'язують, використовуючи монотонність функцій. Довести, що це рівняння має лише один корінь, якщо він існує, можна, але підібрати його – ні. Побудувати графік так, щоб визначити корінь точно досить важко. Доцільно скористатися комп'ютерною підтримкою. Це дозволить не тільки визначити наближене значення кореня, але й за побудовою графіків не “втратити” ідею застосування монотонності функцій при розв'язанні рівнянь.

Таким чином, при використанні комп'ютерної підтримки навіть алгоритмічні задачі можуть сприяти формуванню й розвитку прийомів евристичної діяльності, організації навчально-пізнавальної дослідницької діяльності студентів.

Теоретичний матеріал з вищої математики, що запропонований у багатьох посібниках для студентів біологічних спеціальностей, наприклад [19; 90; 125; 294], переобтяжений математичними формулами та системами доведень, важкими для усвідомлення й самостійного засвоєння його студентами. Тому, на нашу думку, створення та використання інтерактивних

мультимедіа презентацій та демонстраційного матеріалу є доречним засобом у процесі проведення лекцій для студентів-біологів (рис. 2.12).

Такі матеріали, як зазначає О.І.Скафа [226], дозволяють скоротити час викладача на запис та оформлення дошки у процесі викладання лекції і тим самим надають змогу створювати проблемні ситуації, які можливо розв'язувати разом зі студентами, застосовувати різноманітні евристичні прийоми і методи викладання теорії, показувати зразки процесу розв'язування дослідницьких задач.

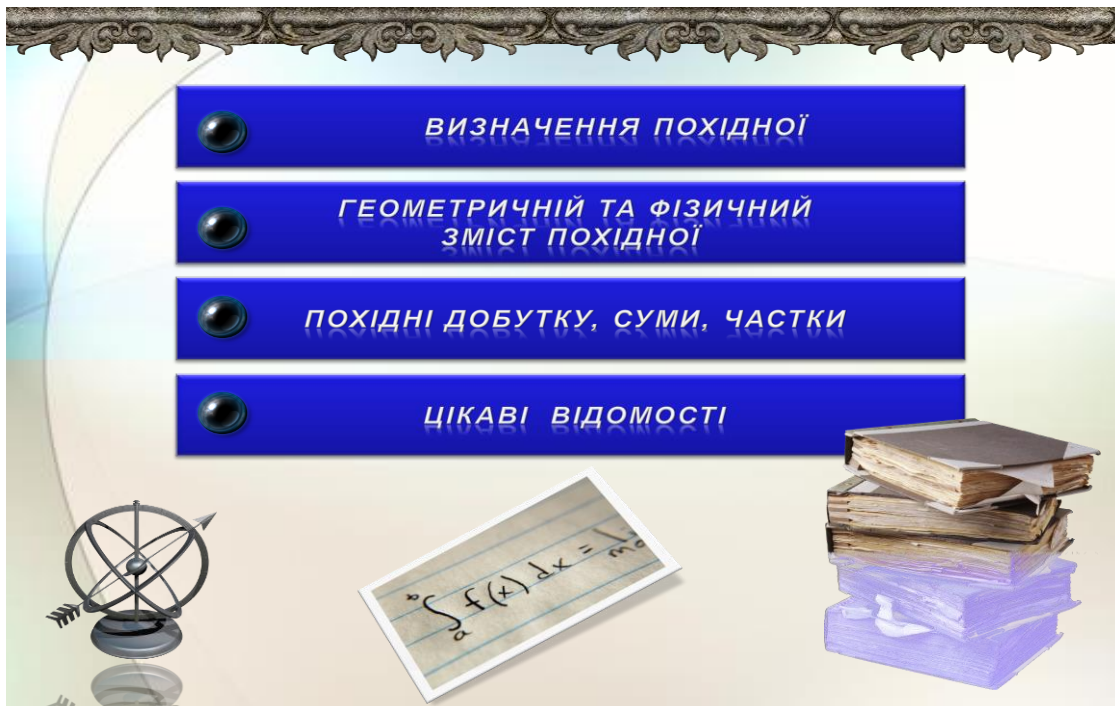


Рис. 2.12

З метою більш усвідомленого сприйняття математичних теорій, фактів, понять майбутніми біологами у процесі самостійної роботи пропонуємо розроблений нами електронний підручник «Основи вищої математики для біологів» (рис.2.13), що створено з урахуванням вимог до розробки комп'ютерних підручників та навчальних систем, започаткованих А.І.Башмаковим [22] (Додаток Б).



Рис. 2.13

Він має такі особливості: у блоці «навчальні матеріали», крім звичайних лекцій містяться мультимедіа лекції та різноманітні демонстраційні матеріали, довідники, навчальні практикуми, орієнтовані саме на студентів-біологів; блок «елементи контролю» містить підблоки: тематичний контроль (тести, завдання, робочий зошит, завдання для самоконтролю та для виконання групового проекту), самоконтроль (практикуми з елементами самоконтролю, дидактичні ігри), підсумковий контроль (тестування).

У процесі роботи з електронним підручником студент може скористатися методичними рекомендаціями при виконанні навчальних завдань. У підручнику ми заклали і евристичні тренажери з навчання розв'язуванню біологічних задач з різних тем, які описані раніше, і комп'ютерні презентації лекцій, які можуть слугувати опорними блок-схемами лекцій.

Цей підручник є частиною розробленого дистанційного курсу з вищої математики для біологів. Ми виходили з того, що дистанційне навчання – це цілеспрямований процес інтерактивної взаємодії всіх активних суб'єктів

навчання між собою на усіх етапах навчання незалежно від розташування учасників у просторі та часі, що базується на використанні широкого спектру засобів інформаційних технологій та реалізується в визначеній методичній системі [45]. Дидактичні принципи організації дистанційного навчання у своїй основі (принципи науковості, системності та систематичності, активності, принципи розвивального навчання, наочності, диференціації та індивідуалізації навчання та ін.) також повинні бути тими ж, що й при очному навчанні, але реалізуються вони способами, обумовленими специфікою дистанційної форми навчання, можливостями інформаційного середовища Інтернет, її послугами. При дистанційному навчанні забезпечується систематична та ефективна інтерактивність, причому не тільки між тими, хто вчить, і тими, кого вчать, але і останніми між собою [38]. Така взаємодія, як зазначає Е.С.Полат [194], здійснюється на основі комп'ютерних телекомунікацій, але зберігаються усі елементи навчально-виховного процесу (викладач, підручник, засіб навчання, методи навчання та організаційні форми). Ми вважаємо, що для успішного управління дослідницькою діяльністю студентів-біологів та для формування у них інформаційно-аналітичних умінь, пов'язаних з майбутньою професією біолога-дослідника, саме дистанційний курс може грати суттєву роль. Нами такий курс започатковано у якості управління самостійною роботою студентів біологічних спеціальностей під час вивчення вищої математики.

Контроль успішності є невід'ємною частиною навчального процесу й сприяє успішній самостійній роботі студентів [99]. Поточний контроль будувався на використанні тестів до кожної з вивчених тем.

Для тестування нами була використана наявна на факультеті тестова оболонка, що допускає питання із множинними варіантами відповідей. Оболонка випадковим чином генерує кожному студенту індивідуальний набір тестових завдань заданої складності з обраної теми. Перш ніж почати виконання тестових завдань, пропонується ознайомитися з інструкцією з використання тестової оболонки (див. рис. 2.14).

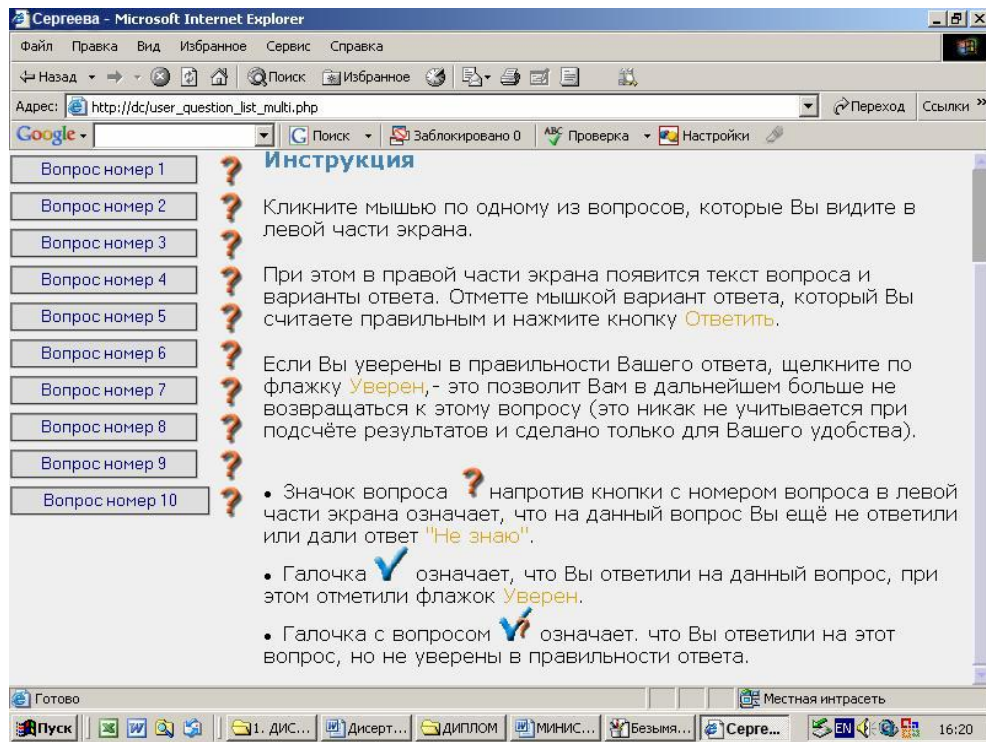


Рис. 2.14. Інструкція з використання тестової оболонки

Після цього, кожному студентіві пропонується тест, який складається з десяти завдань, що містять як завдання теоретичного характеру, так і завдання на відпрацювання базових умінь, а також професійно орієнтовані завдання різної складності (див. рис. 2.15).

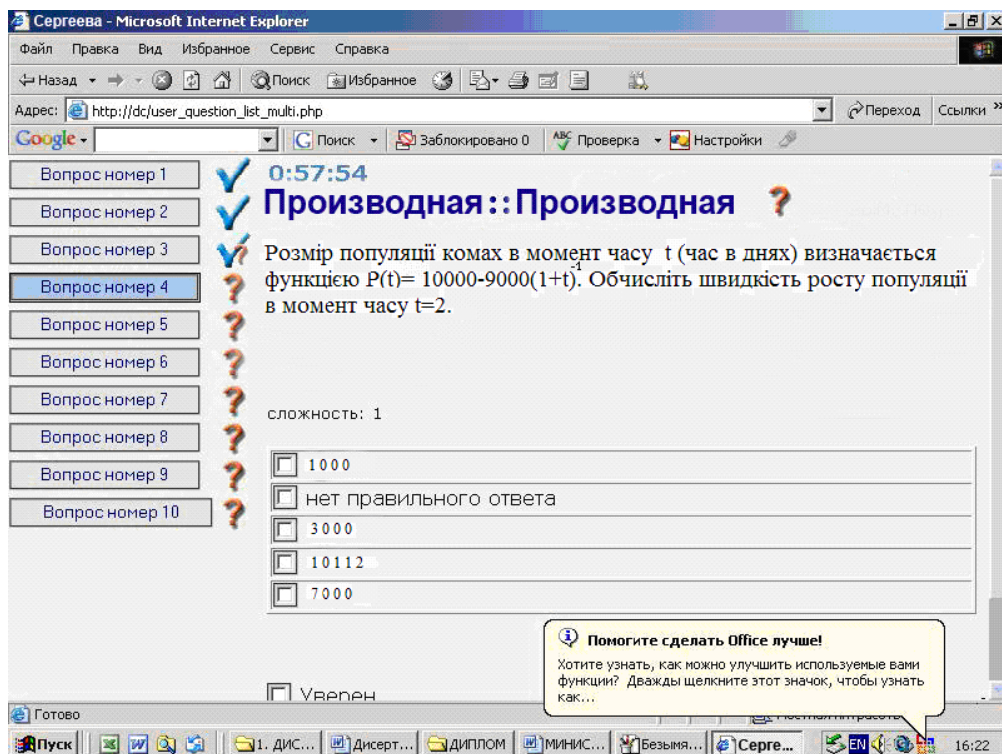


Рис. 2.15. Набір тестових завдань з теми «Похідна»

Після виконання всіх завдань тесту на екрані з'являється кількість балів, що набрав студент (рис. 2.16).

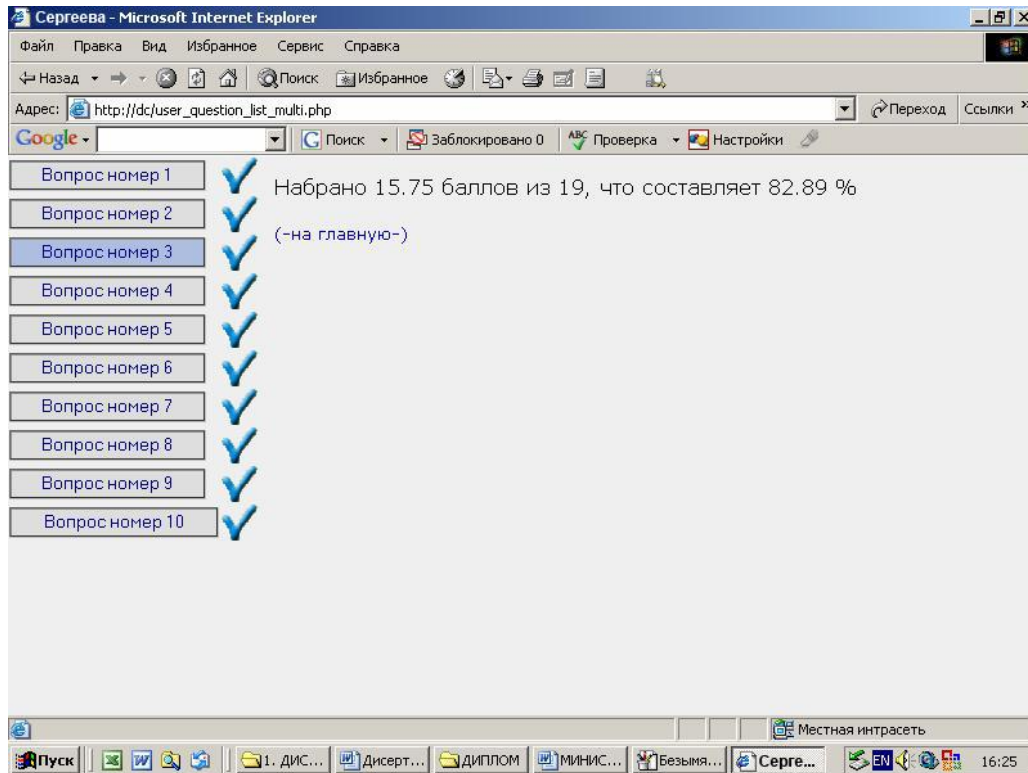


Рис. 2.16. Вікно закінчення програми

Після закінчення тесту відбувається підведення підсумків роботи й обговорення незрозумілих питань, що значно активізує роботу кожного студента. Після того, як усі студенти закінчують тестування, за допомогою викладача, можна подивитися ті завдання, у яких допущено помилки. Студент одразу може одержати консультацію з теми того завдання, яке він не зрозумів або ж не розв'язав. Отже, з'ясовуються й одразу ж ліквідуються прогалини в знаннях.

Таким чином, об'єднання традиційного навчання з використанням комп'ютера дає можливість якісно готувати фахівця, який зможе використовувати отримані знання для розв'язання професійно орієнтованих задач.

Кожний із зазначених вище комп'ютерно-орієнтованих засобів, інтегруючись з інформаційно-комунікаційними технологіями, знайшов своє місце у процесі навчання вищої математики студентів-біологів, поступово змінюючи пасивні методи і форми навчання. Це згодом дасть можливість

організувати навчальний процес у вищих навчальних закладах на високому рівні, з урахуванням специфіки біологічних спеціальностей та потреб суспільства.

2.4. Експериментальна перевірка ефективності застосування методичної системи та корекція її результатів

Перевірка ефективності розробленої методичної системи здійснювалась з метою обґрунтування теоретичних висновків про ефективність розробленої методики формування дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей. Протягом дев'яти років (2002 – 2010 рр.) систематично аналізувались отримані результати, вносились корективи, удосконалювалась методика.

Експеримент проводився серед студентів біологічного факультету Донецького національного університету, Таврійського національного університету ім.В.І.Вернадського, Харківського національного педагогічного університету ім. Г.Сковороди, Черкаського національного університету ім. Б.Хмельницького в ході читання запропонованого курсу. Загалом в експерименті брали участь близько 900 студентів і викладачів.

Експериментальне впровадження методичної системи щодо формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики було організовано за принципом поступового розширення контингенту студентів.

Мета педагогічного експерименту полягала в підтвердженні концепції дослідження й у визначенні рівня ефективності розробленої моделі формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики.

На першому констатувальному етапі (2002 – 2004 рр.) вивчалися основні першоджерела з досліджуваної проблеми, історія питання, наукові праці зарубіжних і вітчизняних педагогів, обґрунтовувалася проблема

дослідження.

Метою цього етапу було вивчення:

1) інтересу студентів молодших курсів до вивчення вищої математики та її застосування у майбутній професійній діяльності;

2) ставлення студентів до організації дослідницької діяльності під час занять з вищої математики, залучення їх до процесу розв'язування професійно орієнтованих навчальних задач;

3) стану розвитку дослідницьких умінь у студентів біологічних спеціальностей молодших курсів.

З метою отримання початкових даних використовувалися такі методи дослідження: аналіз нормативних документів Міністерства освіти і науки України, посібників з вищої математики для студентів біологічних спеціальностей класичних університетів та інших ВНЗ, вивчення методичного забезпечення курсу вищої математики з метою визначення рівня його насичення професійно орієнтованими задачами, спостереження за діяльністю викладачів та студентів на лекційних та практичних заняттях, бесіди, інтерв'ю, анкетування студентів, вивчення навчальних планів та робочих навчальних програм дисциплін. З одного боку, вивчався стан упровадження професійно орієнтованих систем задач у процес навчання вищої математики класичних університетів, з іншого – стан розвитку дослідницьких умінь студентів. Проводилися бесіди зі студентами й викладачами, вивчався передовий педагогічний досвід, неодноразово відвідувалися лекційні та практичні заняття, які проводили викладачі різних кафедр біологічного та математичного факультетів, починаючи з викладачів-початківців і закінчуючи професорами з багаторічним досвідом викладання.

Використовували також опитування й анкетування студентів, акцентуючи увагу на сформованості знань і вмінь, що складають професійну готовність майбутніх біологів-дослідників до застосування математичних знань та дослідницьких умінь в майбутній професійній діяльності. Наприклад, чи вміє студент будувати та досліджувати найпростіші математичні моделі біологічних

процесів, чи вміє він перевіряти адекватність запропонованої моделі процесу, що вона описує, чи знає студент, які математичні знання будуть йому потрібні в майбутніх професійній діяльності й ін. Приклад такої анкети наведено в Додатку А.

Одночасно використовувався метод педагогічного спостереження, який базується на безпосередньому й опосередкованому сприйманні педагогічних явищ і завершується фіксацією результатів.

З метою вивчення ставлення викладачів математики, які працюють на біологічних факультетах, до проблеми формування дослідницьких умінь студентів у курсі вищої математики та впровадження у навчальний процес систем професійно орієнтованих задач ми провели у 2005 – 2006 рр. анкетування за такими запитаннями.

1. Чи вважаєте Ви необхідним формувати в студентів дослідницькі вміння в процесі навчання вищої математики?

2. Як Ви вважаєте, чи можна при традиційній системі навчання основам вищої математики сформувати біолога-дослідника, підготовленого до використання математичного апарату у майбутній професійній діяльності?

3. Що сповільнює процес формування та розвитку в студентів професійно орієнтованих дослідницьких умінь?

4. Чи є у Вас інформація про зв'язок математики з біологією до кожної теми курсу вищої математики?

5. Чи вважаєте Ви за потрібне наповнення курсу вищої математики професійно орієнтованими задачами біологічного змісту?

6. Чи були б Ви зацікавлені системою професійно орієнтованих біологічних задач до кожної теми курсу вищої математики, за допомогою яких можливе формування дослідницьких умінь студентів?

7. Чи вважаєте Ви доречним упровадження в курс вищої математики інтегрованих лабораторних робіт біологічного змісту?

8. Чи підготовлені Ви до викладання вищої математики студентам біологічних спеціальностей на засадах професійно орієнтованого навчання та формування дослідницьких умінь?

9. Чи потрібна Вам методика навчання основам вищої математики, спрямована на формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей?

Результати анкетування, зведені в таблицю 2.1, показали, що майже всі опитані викладачі вважають формування в студентів дослідницьких умінь важливим і необхідним.

Таблиця 2.1

Результати анкетування викладачів вищої математики

Кількість опитуваних	№ запитання	Відповіді	
		Так	Ні
124	1	98%	2%
	2	34%	66%
	4	72%	28%
	5	76%	24%
	6	80%	20%
	7	69%	31%
	8	57%	43%
	9	74%	26%

Що стосується застосування систем професійно орієнтованих задач та інтегрованих лабораторних робіт з вищої математики, то майже всі зазначають, що це було б дуже доречно, але при традиційній системі організації навчання та без відповідного методичного забезпечення воно громіздке і забирає багато часу й сил. Водночас, при наявності інтересу і свідомого ставлення студентів до навчання, цього можна досягти за допомогою впровадження в процес навчання вищої математики відповідного методичного забезпечення. Студентів не потрібно спонукати до дослідницької діяльності, а необхідно тільки

спрямовувати й контролювати її. Крім того, багато викладачів зізнається, що майже всі зусилля йдуть на формування базових математичних навчальних умінь, не кажучи вже про дослідницькі. Формування останніх здійснюється здебільшого не систематично. Спеціально демонструвати студентам застосування дослідницьких та евристичних прийомів на лекційних та практичних заняттях з вищої математики бракує часу, якщо це й відбувається, то не досить систематично. Доцільне використання систем професійно орієнтованих задач у процесі навчання вищої математики допоможе формувати прийоми дослідницької діяльності студентів. Але, як показують результати анкетування, досить великий процент викладачів вважають, що без належного методичного забезпечення вони практично не підготовлені до професійно орієнтованого навчання вищої математики (43%).

На третє запитання: «Що сповільнює процес формування та розвитку в студентів професійно орієнтованих дослідницьких умінь?» було дано такі відповіді:

- 1) низький рівень базової шкільної підготовки студентів;
- 2) бракує відповідного методичного забезпечення;
- 3) нестача інтересу і свідомого ставлення студентів до навчання;
- 4) майже всі зусилля йдуть на формування базових математичних навчальних умінь, не кажучи вже про дослідницькі;
- 5) формування дослідницьких умінь здійснюється здебільшого не систематично;
- 6) спеціально демонструвати студентам застосування дослідницьких та евристичних прийомів на лекційних та практичних заняттях з вищої математики бракує часу.

З бесід, які були проведені з опитаними викладачами, нами були зроблені висновки, що причини, які сповільнюють процес формування та розвитку дослідницьких умінь наступні: низький рівень базової шкільної підготовки студентів, недостатність методичного забезпечення, брак часу й ін.

Проведене дослідження підтвердило, що ці недоліки можна ліквідувати за допомогою:

- забезпечення курсу вищої математики системами професійно орієнтованих навчальних задач;
- введення в навчальний процес інтегрованих лабораторних робіт з вищої математики;
- розробки сучасної методики формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей.

У ході констатувального етапу експерименту було також визначено зміст нульової письмової роботи для виявлення рівня розвитку дослідницьких умінь і початкового стану готовності студентів-біологів до використання математичного апарату в майбутній професійній діяльності (див. Додаток 3). Результати проведення цієї роботи представлені в таблиці 2.2. Вони свідчать про те, що студенти біологічних спеціальностей мають дуже низький рівень сформованих навчальних дослідницьких умінь на початку навчання на першому курсі.

Таблиця 2.2

Результати нульової письмової роботи студентів 1 курсу

Рівень розвитку дослідницьких умінь	Низький		Середній		Високий	
Кількість студентів	198	55,93%	128	36,16%	28	7,91%
354						

Лише окремі студенти показали високий рівень розвитку дослідницьких умінь. Переважно це здібні до математики студенти, які вкотре підтвердили свої результати. Тому, в процесі вивчення вищої математики проходило формування прийомів навчальної дослідницької діяльності студентів, завдяки доповненню змісту дисципліни системами професійно орієнтованих та евристичних задач, використанню методів проблемного та евристичного навчання й засобів ІКТ у навчальному процесі, введенню в навчальний процес

інтегрованих лабораторних робіт з вищої математики та електронного підручника.

Застосовані на цьому етапі методи дослідження дозволили зробити висновок про те, що цілеспрямованому формуванню дослідницьких умінь та готовності студентів до майбутньої професійної діяльності не приділяється належна увага – відсутня системність і комплексний підхід до формування дослідницьких та евристичних умінь студентів; необхідно спеціально займатись формуванням готовності студентів до майбутньої професійної діяльності в процесі всього навчання у ВНЗ, створювати необхідні умови для формування та розвитку дослідницьких умінь майбутніх біологів-дослідників незалежно від початкового рівня їх сформованості. Результати констатувального етапу експерименту підтвердили необхідність розробки та впровадження методичної системи формування та розвитку дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей в процесі навчання вищої математики. З огляду на це виділено теоретичні положення, сформульовано мету та завдання дослідження.

У ході другого, пошукового етапу (2006 – 2008 рр.) проходив добір тем курсу вищої математики, пошук методів, форм і засобів навчання, вибір з них тих, які сприяють формуванню дослідницьких умінь студентів. Були визначені теоретичні основи побудови методичної системи.

Починаючи пошуковий етап педагогічного дослідження, ми зосередилися на таких завданнях:

- 1) виявити та проаналізувати особливості математичної підготовки студентів біологічного профілю;
- 2) виокремити структурні компоненти дослідницької діяльності, на цій основі з'ясувати прийоми формування дослідницьких умінь у студентів біологічних спеціальностей у курсі вищої математики;
- 3) розробити методичну систему навчання вищої математики, спрямовану на формування дослідницьких умінь студентів-біологів, в тому числі,

розробити систему задач біологічного змісту, орієнтовану на моделювання майбутньої професійної діяльності;

- 4) виділити перелік дослідницьких умінь, які студенти – майбутні біологі-дослідники – можуть набути в процесі навчання вищої математики у ВНЗ;
- 5) визначити рівні сформованості дослідницьких умінь в навчанні вищої математики та засоби їх діагностування;
- 6) обґрунтувати необхідність уведення в процес навчання вищої математики систем професійно орієнтованих задач та інтегрованих лабораторних робіт;
- 7) визначити роль і місце кожного розділу курсу вищої математики в системі формування дослідницьких умінь майбутнього біолога-дослідника;
- 8) розробити системи професійно орієнтованих задач та інтегрованих лабораторних робіт;
- 9) теоретично обґрунтувати методику проведення занять.

На основі аналізу наукової літератури, розуміння специфіки професійної діяльності сучасного біолога-дослідника та вимог до його особистості пошуковий експеримент дозволив виділити чотири рівні розвитку дослідницьких умінь: *високий, достатній, середній, низький*.

Високий рівень – навчальна дослідницька діяльність, розв’язання професійно орієнтованих задач, висування гіпотез та їх дослідження, в тому числі з використанням засобів ІКТ стає внутрішньою потребою студента, має активно дійовий характер. Стійкий інтерес до досліджень у майбутній професійній діяльності проявляється постійно. Майбутній біолог-дослідник володіє глибокими систематизованими знаннями з проблеми, достатньо ознайомлений із досягненнями практики. Основні вміння розв’язувати професійно орієнтовані задачі сформовані, їх застосування в навчанні вищої математики має творчий характер. Студент керується у своїй діяльності визначеною метою, зберігає самоконтроль у професійній ситуації, виявляє нестандартний підхід до вирішення завдань, здатний самостійно приймати обґрунтовані рішення й швидко переходити до їх виконання, має добре

розвинені організаторські здібності у досягненні поставленої мети, добре сформовані вміння аналізу й самоаналізу власної діяльності.

Достатній – визначається усвідомленою значимістю дослідницької діяльності та дослідницьких умінь у майбутній професійній діяльності біолога-дослідника, що зумовлює позитивне ставлення до їх формування та розвитку. Особистий інтерес виявляється в поєднанні з зовнішніми стимулами. Достатній рівень професійних знань з проблеми. Основні вміння розв’язувати професійно орієнтовані задачі сформовані, їх застосування в навчанні вищої математики відбувається періодично й має продуктивний характер. Студент керується в своїй діяльності визначеною метою, здійснює самоконтроль у професійній ситуації, виявляє ініціативу й рішучість. Достатньо розвинені вміння аналізу й самоаналізу власної діяльності.

Середній – у мотиваційній сфері переважають мотиви обов’язковості, значущість дослідницької діяльності в навчанні вищої математики та майбутній професійній діяльності недооцінюється. Студент виявляє нестійкий інтерес до досліджень у майбутній професійній діяльності. Професійні знання з проблеми задовільні. Дослідницькі вміння вимагають подальшого вдосконалення, застосовуються переважно при розв’язанні простих задач. Студенту притаманне поверхове формулювання мети, неглибокі знання з використання дослідницьких методів у майбутній професійній діяльності. Використовуються переважно лише окремі вміння. Самоконтроль та ініціативність у навчанні та дослідницькій діяльності недостатньо виражені. Уміння аналізу і самоаналізу власної діяльності сформовані на низькому рівні.

Низький – характеризується проявом пасивного ставлення до майбутньої професійної діяльності зокрема до необхідності дослідницької діяльності в майбутньому. До цього виду діяльності студент удається лише при спонуканні викладача, у мотиваційній сфері домінують ситуативні мотиви вимушеності застосування окремих дослідницьких прийомів. Пізнавальний інтерес до досліджень у майбутній професійної діяльності відсутній. Знання про методи досліджень біологічних об’єктів математичними методами фрагментарні. Основні дослідницькі

вміння в навчанні вищої математики не сформовані та перебувають на допрофесійному (низькому) рівні. Професійно орієнтовані завдання виконуються на інтуїтивному рівні. Самоконтроль та ініціативність у вирішенні нестандартних задач відсутні. Уміння аналізу і самоаналізу власної діяльності не сформовані.

Виявлення рівнів розвитку дослідницьких умінь майбутнього біолога-дослідника в навчанні вищої математики здійснювалося з використанням критеріїв, які дозволили оцінити:

- 1) рівень оволодіння навчальними дослідницькими вміннями;
- 2) рівень сформованості готовності до дослідницької діяльності у майбутній професійній діяльності.

Уведення в курс вищої математики систем професійно орієнтованих задач та інтегрованих лабораторних робіт з вищої математики спрямовувалось на формування у майбутніх біологів професійної готовності до використання математичного апарату в майбутній професійній діяльності. Питання впровадження цих розробок в навчання вищої математики нами висвітлювалося на сторінках збірників наукових робіт, у виступах на конференціях. Урахування висловлених зауважень, результатів досліджень процесу навчання студентів дозволило визначитись і конкретизуватись у планах наукових досліджень з цієї проблеми.

Готувалися матеріали для інтегрованих лабораторних робіт, навчального посібника «Применение вероятностно-статистического аппарата к решению задач биологического содержания (системы тестовых заданий)», навчального посібника „Изучаем основы высшей математики» та електронного підручника «Вища математика для біологів». Ці матеріали містять методичні поради для викладачів і студентів щодо організації дослідницької діяльності, моделювання та формування дослідницьких умінь.

Отже, на цьому етапі проходило відпрацювання й уточнення розробленої методики формування дослідницьких умінь в процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей.

Третій, формувальний етап (2008 – 2010рр.) був спрямований на апробацію, уточнення й упровадження розробленої методики формування

дослідницьких умінь в процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей. На цьому етапі були уточнені методи, форми і засоби навчання в процесі формування готовності майбутніх біологів до дослідницької діяльності в навчанні вищої математики; зібрані та проаналізовані експериментальні дані, сформульовані висновки. Мета цього етапу полягала у визначенні ефективності запропонованої методики навчання.

Одержані результати оброблялися статистично, на їх основі проводилося корегування основних положень дослідження. Після одержання позитивних результатів у Донецькому національному університеті проводився масовий експеримент із залученням до нього студентів Таврійського національного університету ім. В.І.Вернадського, Харківського національного педагогічного університету ім. Г.Сковороди, Черкаського національного університету ім. Б.Хмельницького. Загалом, на третьому етапі теоретико-експериментальної роботи відбулося уточнення понятійного апарату, корекція методичних рекомендацій дослідження, завершено кількісний та якісний аналіз експериментальних даних, літературно оформлено текст дисертації.

З метою дослідження ефективності впровадження запропонованих розробок в курс вищої математики, які дозволяють сформувати професійну готовність майбутніх біологів до використання дослідницької діяльності в курсі вищої математики, методом випадкового відбору із студентів першого курсу біологічного факультету були сформовані дві групи: одна експериментальна група, яка навчалася за розробленою методикою (група Е), і одна контрольна група (К), яка навчалася за традиційною методикою. Вибірка включала 948 студентів (Е – 474, К – 474). До початку експерименту різниця між групами Е та К не була статистично значущою.

Студенти слухали спільний курс лекцій з вищої математики. Тобто, математичні вміння у них формувалися за однакових педагогічних умов.

Перший зріз проводився у ході констатувального експерименту на пропедевтичному етапі (перед вивченням курсу вищої математики через виконання контрольної роботи). Це дало можливість виявити базові рівні сформованості у студентів дослідницьких умінь (див. Додаток 3).

Порівняння отриманих у результаті діагностичного зрізу кількісних показників (див. рис. 2.17) дозволяє констатувати, що на початку експерименту рівень розвитку дослідницьких умінь у студентів контрольних та експериментальних груп були практично однаковими.

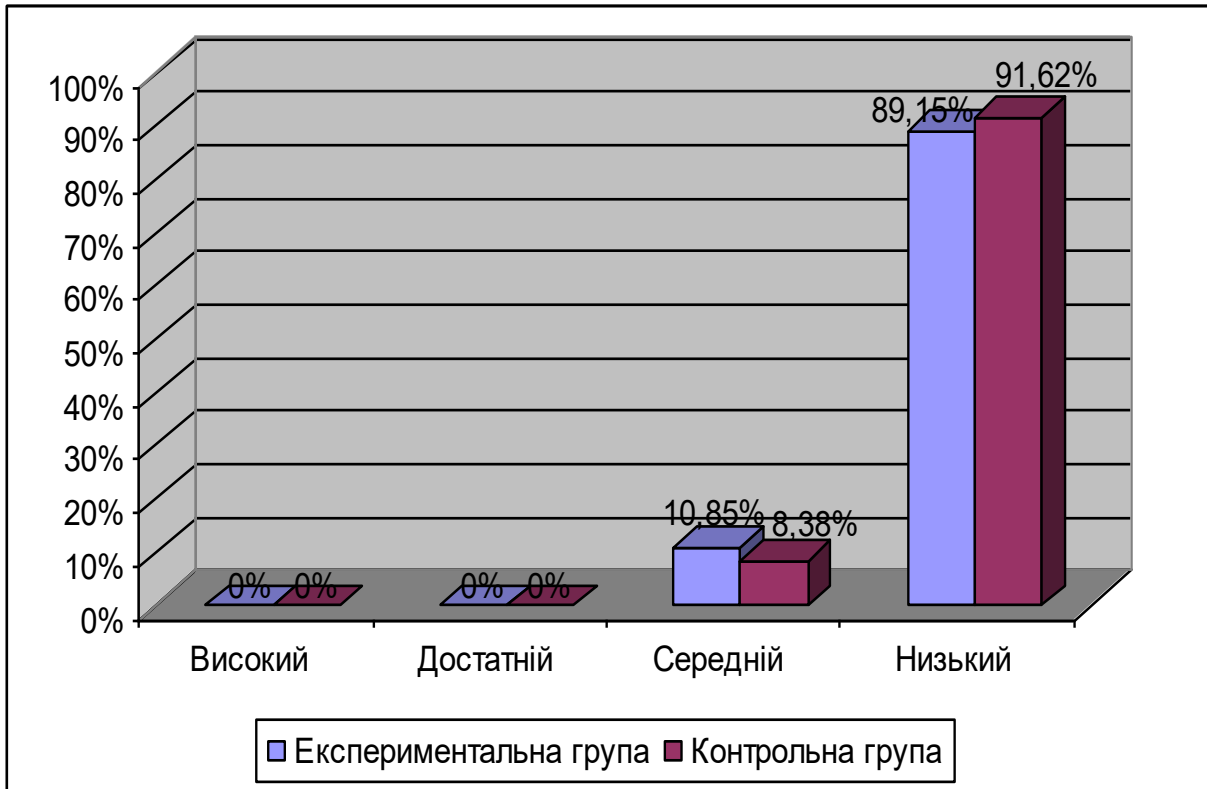


Рис.2.17. Показники рівнів розвитку дослідницьких умінь студентів до проведення експерименту

Результати першого діагностичного зрізу констатувального експерименту свідчать про досить низький рівень розвитку дослідницьких умінь студентів, майбутніх біологів-дослідників, звідки робимо висновок, що студентам необхідна спеціальна підготовка у професійно орієнтованому курсі вищої математики.

Другий діагностичний зріз проводився в ході формувального експерименту. На цей момент студенти пройшли вивчення курсу вищої математики першого семестру (перший модульний контроль). Зріз містив у собі теоретичні і практичні завдання. Уже після етапу формувального експерименту зріз показав, що рівні розвитку дослідницьких умінь у студентів мають певні розбіжності в експериментальних і контрольних групах (див. рис. 2.18).

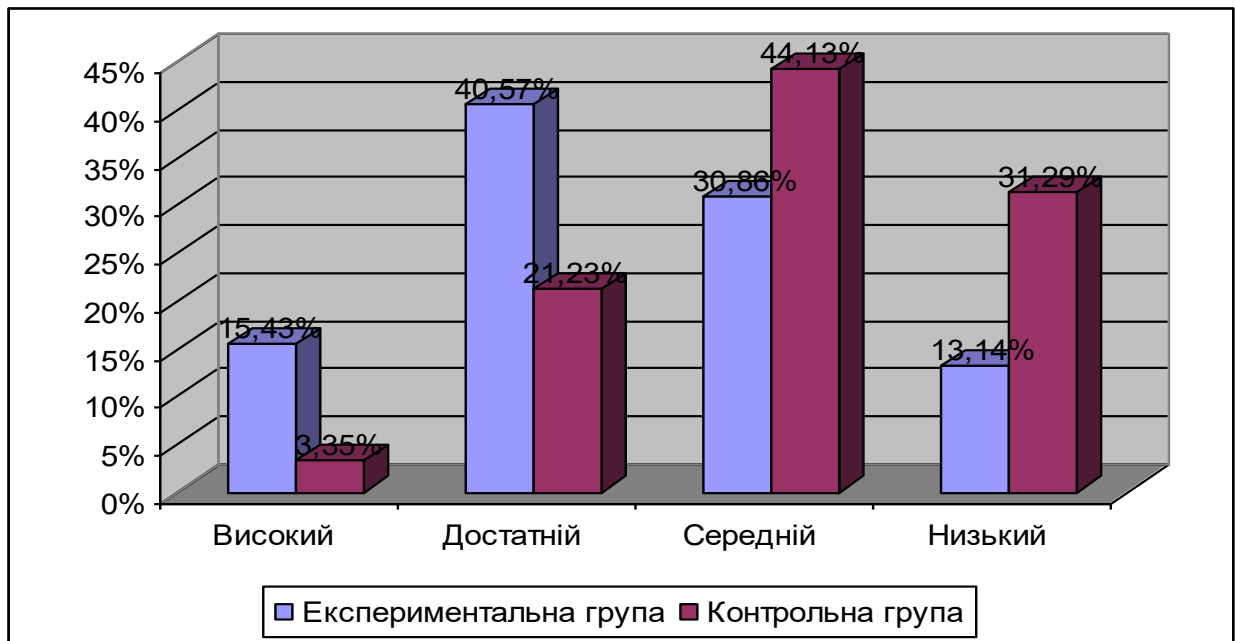


Рис. 2.18. Показники рівнів розвитку дослідницьких умінь студентів (перший модульний контроль)

Третій діагностичний зріз був проведений у ході формувального експерименту (див. Додаток II). На цей момент студенти вже закінчили вивчення курсу вищої математики (другий модульний контроль). З рисунку 2.19 бачимо, що в контрольних групах рівень сформованості дослідницьких умінь: високий – 7,83%, достатній – 23,46%, середній – 39,66%, низький – 29,05%.

В експериментальних групах показники розподілилися так (вони значно підвищилися після вивчення студентами курсу вищої математики як професійно орієнтованого курсу з використанням авторської методики навчання): високий – 20,02%, достатній – 43,42%, середній – 33,14%, низький – 3,42%.

Таким чином, можна зробити висновок, що в ході реалізації запропонованої методичної системи у студентів експериментальної групи сформувалася професійна готовність до застосування основних дослідницьких прийомів.

Результати виконання письмової роботи, наведені в таблиці 2.3, використаємо для перевірки нульової гіпотези про відсутність впливу запропонованої методичної системи на рівень сформованості евристичних умінь студентів.

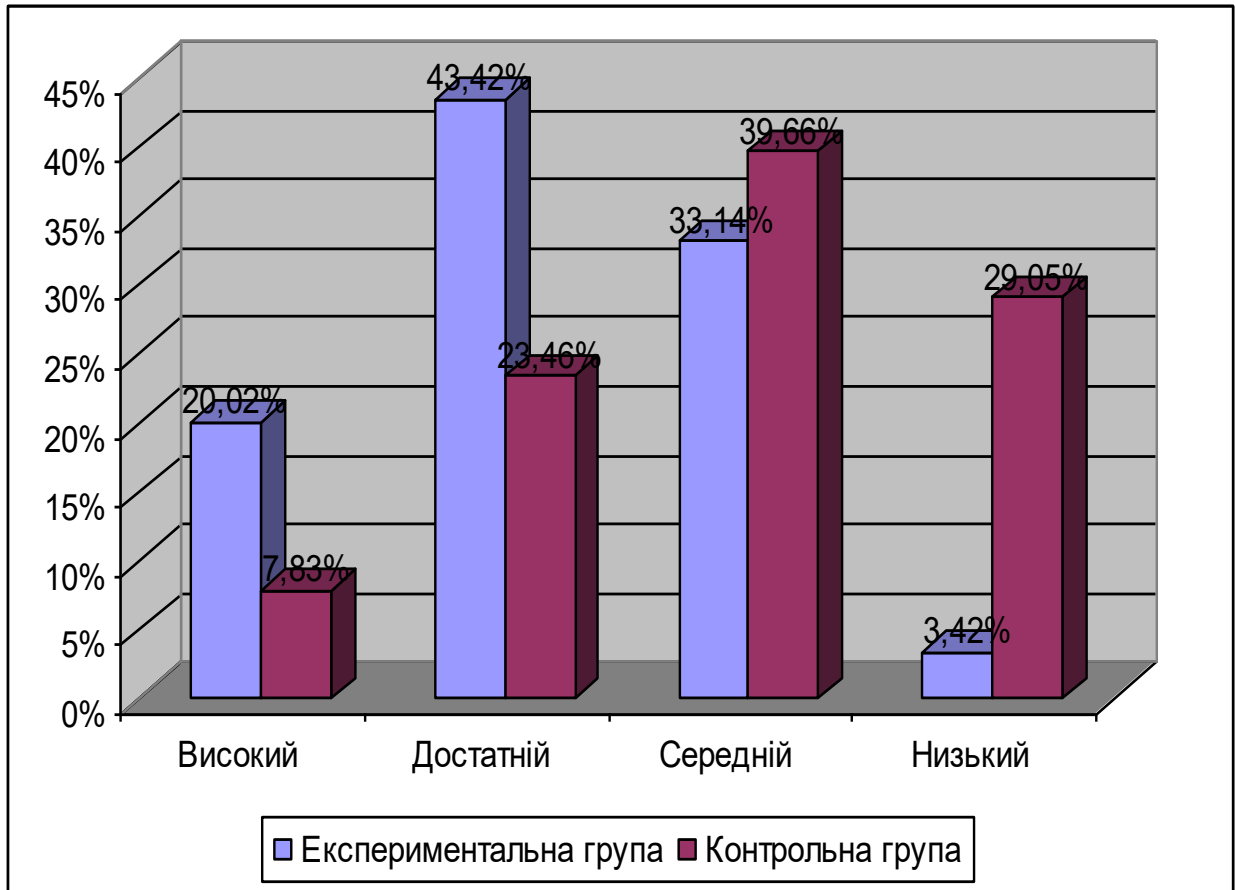


Рис. 2.19. Показники рівнів сформованості дослідницьких умінь студентів (другий модульний контроль)

Таблиця 2.3

Порівняння рівнів розвитку дослідницьких умінь (РДУ) студентів груп Е і К за результатами виконання контрольних робіт

Модульні контролю	Рівні (РДУ)				
	Вибірка	Низький	Середній	Достатній	Високий
1-й семестр	Експериментальна група,	$O_{11} = 62$	$O_{12} = 146$	$O_{13} = 192$	$O_{14} = 74$
	Контрольна група,	$O_{21} = 148$	$O_{22} = 209$	$O_{23} = 101$	$O_{24} = 16$

2-й семестр	Експериментальна група,	$O_{11} = 16$	$O_{12} = 157$	$O_{13} = 205$	$O_{14} = 96$
	Контрольна група,	$O_{21} = 138$	$O_{22} = 188$	$O_{23} = 111$	$O_{24} = 37$

Значення статистики критерію T обчислюємо за формулою $T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{(n_1 \cdot O_{2i} - n_2 \cdot O_{1i})^2}{O_{1i} + O_{2i}}$, де n_1, n_2 – кількість студентів у експериментальній та контрольній групах відповідно, $O_{1i} (O_{2i})$ – кількість студентів експериментальної (контрольної) групи, які опинилися в категорії i ($i=1,2,3,4$) за станом властивості, що вивчається. Для першого семестру

$$T = \frac{1}{474^2} \left(\frac{(474 \cdot 148 - 474 \cdot 62)^2}{62 + 148} + \frac{(474 \cdot 209 - 474 \cdot 146)^2}{146 + 209} + \frac{(474 \cdot 101 - 474 \cdot 192)^2}{101 + 192} + \frac{(474 \cdot 16 - 474 \cdot 74)^2}{16 + 74} \right) =$$

$$= \frac{(148 - 62)^2}{210} + \frac{(209 - 146)^2}{355} + \frac{(101 - 192)^2}{293} + \frac{(16 - 74)^2}{90} = 112,04.$$

Для другого семестру

$$T = \frac{1}{474^2} \left(\frac{(474 \cdot 138 - 474 \cdot 16)^2}{138 + 16} + \frac{(474 \cdot 188 - 474 \cdot 157)^2}{188 + 157} + \frac{(474 \cdot 111 - 474 \cdot 205)^2}{111 + 205} + \frac{(474 \cdot 37 - 474 \cdot 96)^2}{37 + 96} \right) =$$

$$= \frac{(138 - 16)^2}{154} + \frac{(188 - 157)^2}{345} + \frac{(111 - 205)^2}{316} + \frac{(37 - 96)^2}{133} = 90,58.$$

За відповідною статистичною таблицею для критичних значень статистик, які мають розподіл χ^2 , встановлюємо, що для рівня значущості $\alpha = 0,05$ та числа ступенів вільності $\nu = i - 1 = 2$ значення $T_{кр} = 5,99$. За результатами письмової роботи першого семестру $T > T_{кр}$ ($112,04 > 5,99$), що є основою для відхилення нульової гіпотези на користь альтернативної про вплив методичної системи на розвиток дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей.

Обробка результатів письмової роботи, яка була проведена наприкінці другого семестру (таблиця 2.3), дала підставу для ствердження аналогічного

висновку про вплив методичної системи на розвиток дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей, оскільки для цієї письмової роботи $T > T_{кр}$ ($90,58 > 5,99$).

На рівень оволодіння навчальними дослідницькими вміннями впливає і якість отриманих знань з вищої математики студентів-біологів. Тому крім проведення та аналізу семестрових модульних контролів ми подивилися зміни у якості знань з вищої математики, тобто дослідили динаміку зміни „процента якості знань”.

Для отримання результатів було розроблено вісім контрольних робіт, які виконували студенти на протязі усього року (два семестри). Усі завдання носили суто математичний характер.

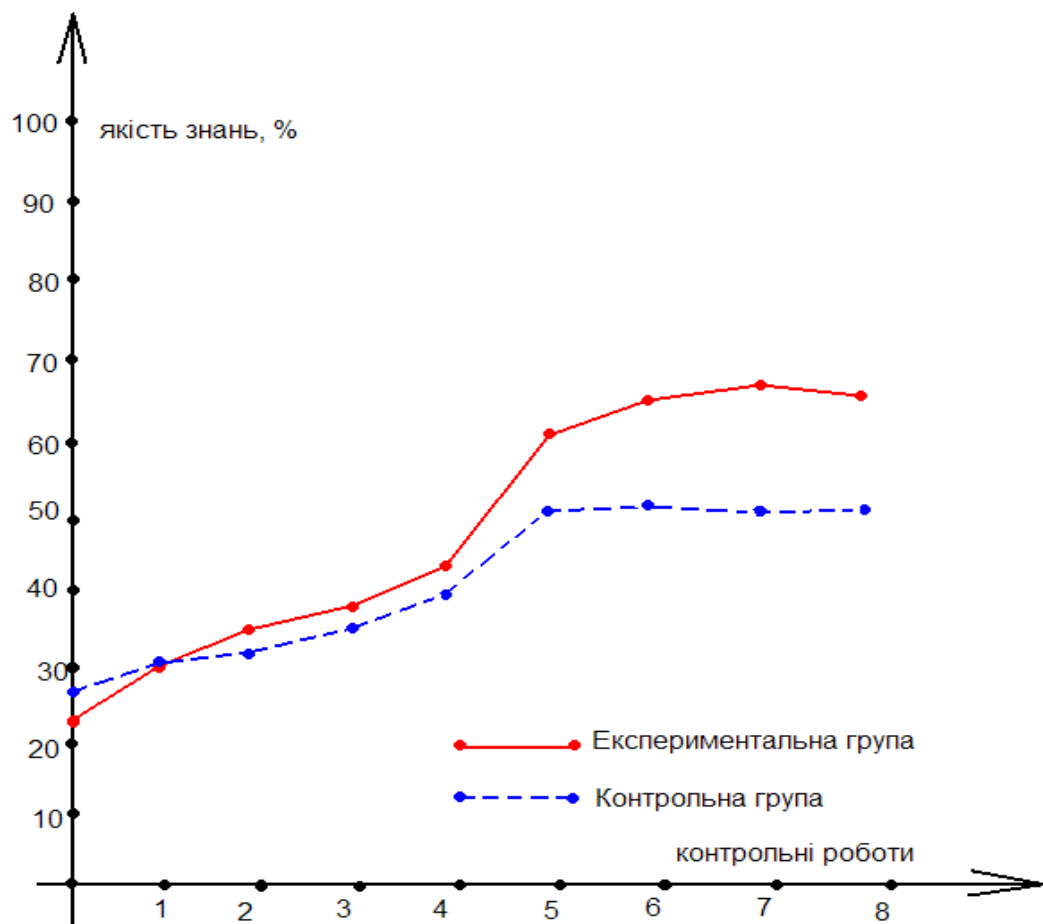


Рис. 2.20

Динаміка якості знань у контрольних та експериментальних групах

Результати представлені у вигляді графіка відповідності між контрольними роботами та якістю знань у відсотках (рис.2.20).

Суцільною лінією показано результати експериментальних груп, а пунктиром – контрольних;

0 – діагностична контрольна робота;

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – тематичні контрольні роботи;

8 – підсумкова контрольна робота.

Побудований графік дає уявлення про суттєві зміни у якості знань у експериментальних групах, що свідчить про те, що робота за експериментальною методикою сприяє більш глибокому і свідомому засвоєнню математичного матеріалу студентами біологічних спеціальностей.

Для з'ясування *рівня сформованості готовності до дослідницької діяльності* у майбутній професійній діяльності біологів були проведені опитування викладачів фахових біологічних дисциплін та керівників виробничої практики. Отримані результати дозволили дійти висновку, що більшість студентів, які вивчали вищу математику за експериментальною методикою, у процесі розв'язання поставлених задач:

- широко застосовували евристичні прийоми;
- успішно використовували математичний апарат;
- користувалися значною кількістю джерел, завдяки чому підійшли до проблеми з різних сторін, у процесі висунування гіпотез;
- запропонували цікаві інтерпретації, обґрунтування значущості отриманих результатів;
- намагалися знайти найбільш раціональне розв'язання.

У порівнянні зі студентами контрольної групи студенти групи Е виявили більш варіативний, більш критичний характер мислення; досить вільно вступають у дискусії, можуть строго та послідовно обґрунтувати свою точку зору; характеризуються більш стійким інтересом до навчання та майбутньої професійної діяльності.

Під час формувального експерименту групою експертів, яку склали члени комісії із захисту дипломів, було проаналізовано дипломні роботи студентів спеціальності “Біофізика” Донецького національного університету

(серед них були як студенти групи К так і студенти групи Е.). На основі аналізу робіт та результатів їх захисту, експерти дослідницькі вміння оцінили за дванадцятибальною шкалою:

- низький рівень: 1, 2, 3;
- середній рівень: 4, 5, 6;
- достатній рівень: 7, 8, 9;
- високий рівень: 10, 11, 12.

Оскільки у даному випадку використовується шкала порядку, то можливим є застосування такої характеристики як медіана для оцінки рівня розвитку дослідницьких умінь студентів експериментальної та контрольної груп. Найбільш характерні фрагменти результатів експертної оцінки дослідницьких умінь студентів представлені в таблиці 2.4. Вони свідчать про значну різницю між оцінками розвитку дослідницьких умінь студентів експериментальної та контрольної груп.

Таблиця 2.4

Експертна оцінка розвитку дослідницьких умінь студентів спеціальності “Біофізика”

№ п/п	Дослідницькі вміння	Рівень розвитку умінь (медіана)	
		Група К	Група Е
1.	Виявляти в умові задачі істотне та неістотне для її розв’язання	4	10
2.	Виявляти приховані дані	2	9
3.	Обирати ефективний зручний запис подання відомостей	5	11
4.	Формулювати еквівалентну задачу на основі виявленої властивості	5	10
6.	Надавати граничні значення об’єктам, умовам	3	10
7.	Висувати гіпотези щодо розв’язання	5	10
8.	Доводити, спростовувати гіпотези	4	9
9.	Переформульовувати цілі, питання задачі у загальному вигляді	3	10
10.	Перевіряти правильність виконаних дій	5	11

11.	Співвідносити кроки пошуку розв'язання між собою та з питаннями задачі	4	8
12.	Встановлювати недоліки розв'язання	4	10
13.	Оцінювати економічність, естетичність, раціональність, розв'язання	4	10
14.	Виконувати рефлексивні дії	3	11

Крім того з метою виявлення сформованості математичного світогляду та розвиненості уявлень студентів-біологів про можливість застосування математичних методів у майбутній професійній діяльності за методикою Є.О.Лодатко нами було проведено тестування серед студентів під час дипломної практики. В опитуванні брали участь студенти групи Е і групи К. Визначалося п'ять основних блоків: 1) природа математичного знання і його місце в пізнанні біологічних процесів і об'єктів; 2) сутність математичних методів і їх застосування до розв'язання практичних біологічних задач та дослідження біологічних процесів і об'єктів; 3) вплив математичних знань на інтелектуальний розвиток майбутнього біолога; 4) місце математичних знань у фаховій підготовці студентів біологічних спеціальностей; 5) застосування математики в майбутній професійній діяльності. В кожен з цих блоків входило по десять питань. У Додатку К наведено питання тесту та методика, за якою ми проводили обробку отриманих результатів.

Таким чином, підвищення рівня сформованості дослідницьких умінь та рівня математичної підготовки у студентів експериментальної групи у порівнянні зі студентами контрольної групи, змінення професійних мотивів студентів експериментальної групи у позитивному напрямку свідчить про ефективність запропонованої методики формування професійно орієнтованої дослідницьких умінь у процесі навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей класичних університетів.

2.5. Висновки до розділу 2

У другому розділі побудована методична система навчання вищої математики студентів біологічних спеціальностей, спрямована на формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь, що являються підґрунтям фахової підготовки майбутнього біолога-дослідника.

Змістом методичної системи є професійно орієнтовані завдання біологічного змісту, що впроваджуються засобами математичного моделювання та сприяють мотивації студентів до навчання вищої математики.

Формування прийомів професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів відбувається у процесі інтеграції математики та біологічних дисциплін за умови упровадження колективної, групової, парної, індивідуальної форм навчання під час проведення семінарів, практичних, лабораторних робіт та проведення інтегрованих лекційних та лабораторних занять з вищої математики.

Формування певних рівнів розвитку дослідницьких умінь студентів-біологів можливо завдяки доповненню системи традиційних методів навчання проблемними, евристичними та дослідницькими прийомами та методами, застосування яких впливає на інтелектуальний розвиток особистості.

Введення поряд з традиційними формами організації контролю та корекції результатів навчання різнорівневого контролю знань для виявлення кожного із запропонованих нами рівнів сформованості дослідницьких умінь студентів сприяє формуванню потреби до дослідницької діяльності та наполегливості у реалізації її етапів.

Застосування інформаційно-комунікаційних технологій у вигляді методичних розробок практичних занять та лабораторних робіт з вищої математики з використанням програмних засобів Gran1, DG, Mathcad та розроблених нами евристико-дидактичних конструкцій забезпечують управління та корекцію навчально-пізнавальної дослідницької діяльності

студентів та розвивають вміння використовувати програмні засоби в майбутній професійній діяльності.

Дана методична система пройшла експериментальну перевірку, яка довела достовірність висунутої гіпотези.

Основні результати дослідження другого розділу опубліковано в працях [94; 115; 116; 180; 182; 186; 248; 250; 255; 257; 266; 267; 271; 276; 277; 280; 283; 284].

ВИСНОВКИ

Цінність вищої освіти залежить від того, наскільки підготовка кожного окремого спеціаліста відповідає виробничій практиці, запитам суспільства, потребам особистості майбутнього фахівця, орієнтує його на постійний розвиток та поповнення своїх знань.

На шляху інтеграції освіти України до Європейського освітнього простору особливої уваги набуває визначення можливостей її удосконалення на новому етапі. Впровадження сучасних методичних підходів при цьому повинно бути спрямоване на забезпечення цінності вищої освіти для українського суспільства. Проведене дисертаційне дослідження скеровує на вирішення таких завдань, що підтверджує його актуальність.

Відповідно до поставлених цілей і завданням, у дослідженні:

- проаналізовано психолого-педагогічну і методичну літературу з обраної проблеми;
- обґрунтовано психолого-педагогічні передумови формування дослідницьких умінь майбутніх біологів, зокрема експериментально підтверджена доцільність впровадження евристичного навчання;
- розроблено і науково обґрунтовано методичну систему формування професійно орієнтованих дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики в умовах розвивального, проблемного та евристичного навчання на основі глибокого вивчення наукових засад діяльності майбутнього біолога-дослідника;
- сформульовано методичні вимоги до визначення цілей навчання та змісту навчального матеріалу, вибору методів, організаційних форм та засобів навчання, які сприяють формуванню та розвитку професійно орієнтованої дослідницької діяльності майбутніх біологів;
- визначено роль професійно спрямованих біологічних задач в управлінні професійно орієнтованою дослідницькою діяльністю і на цій основі

вказано шляхи та способи формування дослідницьких умінь майбутніх біологів у процесі навчання вищої математики;

- побудовано прийоми математичного моделювання біологічних процесів як засобу формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей;
- сконструйовано технології використання програмних педагогічних засобів, професійних математичних пакетів, а також, розроблених автором евристико-дидактичних конструкцій на практичних заняттях з вищої математики;
- розроблено навчально-методичний комплекс з вищої математики, що включає електронний підручник та дистанційний курс для організації і управління дослідницькою діяльністю студентів-біологів;
- проведено педагогічний експеримент, який цілком підтвердив гіпотезу дослідження і свідчить про вирішення однієї з актуальних проблем методики навчання математики – формування дослідницьких умінь в процесі вивчення математики студентами біологічних спеціальностей класичних університетів.

Результати проведеного дослідження дають підстави сформулювати наступні висновки:

1. Характерні особливості професійної діяльності біолога, зокрема орієнтація сучасних фахових технологій на універсальні принципи і закономірності, вимагають формування дослідницьких умінь майбутнього біолога.

2. Методична система формування професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів біологічних спеціальностей має бути спрямована на формування системи дослідницьких умінь, які сприятимуть проходженню майбутніми фахівцями всіх етапів розв'язання фахової проблеми, а саме, сприятимуть здійсненню інтерпретації умови задачі, постановки задачі, складанню плану розв'язання задачі, здійсненню плану розв'язання задачі, аналізу отриманого розв'язку.

3. Методична система формування дослідницьких умінь студентів біологічних спеціальностей орієнтує майбутнього спеціаліста на самоосвітню діяльність, побудову власної освітньої траєкторії під час набування навичок професійної діяльності на заняттях з вищої математики; ця система успішно реалізується в умовах модульно-рейтингової системи навчання та оцінювання знань.

4. Формування професійно орієнтованої дослідницької діяльності передбачає одержання студентами творчої продукції без погіршення рівня сформованості базових знань і умінь з вищої математики, сприяє підвищенню цього рівня і якості професійної підготовки майбутнього біолога-дослідника. Окрім цього, відбуваються помітні позитивні новоутворення в психічній діяльності студентів, зокрема інтелектуальній і творчій.

5. Систематичне, цілеспрямоване формування евристичних прийомів, які складають основу формування дослідницьких умінь майбутніх біологів, дозволяє підвищити не тільки якість математичної підготовки студентів, а й якість підготовки з спеціальних дисциплін.

6. Істотними передумовами, що сприяють формуванню дослідницьких умінь майбутніх біологів під час навчання вищої математики є:

- реалізація системного, комплексного, діяльнісного підходів до навчання;
- реалізація евристичного навчання, яке надає можливість більш ефективно використати переваги різних напрямків процесу навчання під час формування досвіду професійної діяльності майбутніх фахівців на практичних заняттях з вищої математики;
- дотримання принципів педагогіки співпраці, зокрема застосування викладачем діалогу: студент-студент, викладач-студент; використання комунікативних форм навчання на практичних, лабораторних роботах із застосуванням ІКТ;
- орієнтація студентів на самостійну роботу, формування в них потреби вивчати спеціальну літературу;

- забезпечення колективної, групової, та індивідуальної роботи студентів на практичних заняттях з вищої математики, що створює умови для формування індивідуального стилю дослідницької діяльності студентів.

7. Оскільки формування дослідницьких умінь найбільш ефективно відбувається в процесі залучення студентів до навчально-пізнавальної дослідницької діяльності, то рівень їх сформованості детермінується особливостями її організації та управління. Це обумовлює використання систем професійно орієнтованих завдань з вищої математики, інформаційно-комунікаційних технологій, у тому числі педагогічних програмних засобів, професійних математичних пакетів, евристичних навчальних комп'ютерних програм.

8. Система професійно орієнтованих завдань сприяє формуванню та розвитку професійно орієнтованої дослідницької діяльності студентів, якщо вона базуватиметься на принципах максимальної зацікавленості, наочності, евристичності, професійної спрямованості, поступового нарощування складності і відповідає таким вимогам: раціональному співвідношенню між логічним і евристичним компонентами навчальної діяльності; спрямованості на відкриття; відповідності життєвій практиці студентів; комплексному і доцільно виправданому використанню традиційних і сучасних засобів навчання.

9. Отримані у дослідженні результати можуть бути використані для методичного забезпечення професійного навчання студентів – майбутніх біологів-дослідників. Розроблені й експериментально перевірені електронний підручник „Основи вищої математики для біологів”; навчально-методичні посібники для студентів „Применение вероятностно-статистического аппарата к решению задач биологического содержания”, „Изучаем основы высшей математики (модуль 1)”, „Інтегровані лабораторні роботи з вищої математики для майбутніх біологів” є ефективним доповненням методичного комплексу для вивчення вищої математики студентами біологічних спеціальностей і можуть бути використані викладачами, методистами та студентами.

10. Подальшого розвитку вимагають напрямки і теми, що тісно пов'язані з проведеним дослідженням: дослідження питань формування професійно орієнтованої дослідницької діяльності майбутніх біологів під час викладання „Теорії ймовірностей”, „Математичного програмування” та інших математично орієнтованих дисциплін, в умовах технології дистанційного навчання тощо; формування методичного забезпечення евристичними засобами процесу викладання математичних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абульханова-Славская К.А. Деятельность и психология личности / К.А.Абульханова-Славская. – М.: Изд-во «Наука», 1980. – 335 с.
2. Алейников В.В. Подготовка студентов к использованию компьютерных технологий в профессиональной деятельности: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук: 13.00.08. / В.В. Алейников.- Брянский государственный педагогический университет им. И.Г.Петровского. – Б., 1998. – 19с.
3. Александров Г.А. Динамическая модель совместного круговорота органического вещества и азота в биоценозе переходного болота / Г.А.Александров, Д.О. Логофет // В кн.: Математическое моделирование биогеоценологических процессов.- М.: Наука, 1985.- С.80-97.
4. Александров Е.А. Основы теории эвристических решений / Е.А.Александров. – М.: Сов. радио, 1975. – 256 с.
5. Алексеев Н.Г. Концепция развития исследовательской деятельности учащихся / Н.Г.Алексеев, А.В. Леонтович, А.С. Обухов, Л.Ф.Фомина // www.researcher.ru/teor.esp
6. Алексюк А.М. Педагогіка вищої освіти в Україні / А.М.Алексюк. – К.: Либідь, 1998. – 558 с.
7. Альтшуллер Г.С. Рабочая книга по теории развития творческой личности: В 2-х ч. Ч. 1 / Г.С.Альтшуллер, И.М.Верткин. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1990. – 238 с.
8. Ананьев Б.Г. Избранные психологические труды: Том 2 / Б.Г.Ананьев; под ред. А.А.Бодалева и др. – М.: Педагогика, 1980. – 342 с.
9. Андреев В.И. Педагогика высшей школы (новый курс) / В.И.Андреев. – М.: ММИЭФП, 2002. – 264 с.
10. Андреев В.И. Педагогика творческого саморазвития. Инновационный курс / В.И.Андреев. – Казань: Изд-во КГУ, 1996. – 566 с.

11. Андреев В.И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности: метод. пособие / В.И.Андреев. – М.: Высш. школа, 1981. – 240с.
12. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности студентов на лабораторных занятиях в вузе / В.И.Андреев, Ф.М.Вивдич, О.С.Шулындина. - М.: Отд. науч. инф. НИИВШ, 1979. - 24 с.
13. Андрущенко В.П. Высшее образование в контексте глобализации / В.П.Андрущенко // Зеркало недели. – 2002. – 26 января. – С.13.
14. Антонов В.Ф. Биофизика / В.Ф.Антонов, А.М.Черныш, В.И.Пасечник, С.А.Вознесенский, Е.К.Козлова. – М.: Владос, 2003. – 288 с.
15. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе: его закономерные основы и методы / С.И.Архангельский. – М.: Высшая школа, 1980. – 386 с.
16. Асмолов А.Г. XXI век: психология в век психологии / А.Г.Асмолов // В кн. Традиции и перспективы деятельностного подхода в психологии: школа А.Н.Леонтьева / Под ред. А.Е.Войскунского, А.Н.Ждан, О.К.Тихомирова. – М.: Смысл, 1999. – С.332-349.
17. Атанов Г.А. Обучение и искусственный интеллект, или Основы современной дидактики высшей школы / Г.А.Атанов, И.Н.Пустынникова. – Донецк: Изд-во ДОУ, 2002. – 504 с.
18. Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса/ Ю.К.Бабанский. – М.: Просвещение, 1982. – 191с.
19. Баврин И.И. Высшая математика: Учебное пособие для студентов химико-биологического факультета пединститутов / И.И.Баврин – М.: Просвещение, 1980. – 237 с.
20. Байденко В.И. Компетенции в профессиональном образовании / В.И.Байденко // Высшее образование сегодня. - 2004.- №11.- С.3-13.
21. Балл Г. А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.

22. Башмаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А.И.Башмаков, И.А.Башмаков. – М.: Информационно-издательский дом "Филинь", 2003. – 616 с.
23. Бевз Г.П. Методика викладання математики / Г.П.Бевз. – К.: Рад. шк., 1989. – 240 с.
24. Бевз В.Г. Історія математики як інтеграційна основа навчання предметів математичного циклу у фаховій підготовці майбутніх учителів [Текст] : Дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Бевз Валентина Григорівна; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. - К., 2006. - 506 арк.
25. Бевз В.Г. Засоби навчання історії математики / В.Г.Бевз // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2003. – Вип. 20. – С.40-53.
26. Бейли А.А. Образование в новом веке / А.А.Бейли. – М.: Изд-во «Литан», «Новый центр», 1998. – 176 с.
27. Бейли Н. Математика в биологии и медицине. Пер. с англ.- М.: Мир,1970.
28. Беспалов П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно ориентированного обучения / П.В.Беспалов // Педагогика. – 2003. – № 4. – С.41-49.
29. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П.Беспалько. – М.: Педагогика, 1989. – 190 с.
30. Білоусова Л.І. Статистична обробка даних з використанням табличного процесора Excel / Л.І.Білоусова, О.Г.Колгатін, Л.С.Колгатіна. – Харків, 2002. – 35 с.
31. Блинов В.Я. Эффективность обучения / В.Я.Блинов. – М.: Наука, 1990. – 360с.
32. Берещук М. Науково-методичні основи визначення та вдосконалення системи підвищення якості вищої освіти / М. Берещук, Г. Стадник, В. Некос // Вища школа. – 2003. – № 4–5. – С. 31–42.

33. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання : наук.-метод. посіб. / І. Д. Бех. – К. : ІЗМН, 1998. – 204 с.
34. Бикмурзина Р. Р. Дифференцированный подход к формированию познавательной самостоятельности студентов младших курсов вузов в процессе обучения математике: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Р. Р. Бикмурзина. – Саранск, 1996. – 18 с.
35. Богоявленская Д.Б. Интеллектуальная активность как проблема творчества / Д.Б.Богоявленская. – Ростов: Изд-во Ростовского ун-та, 1983. – 176 с.
36. Богоявленский Д.Н. Формирование приемов умственной работы учащихся как путь развития и активизации мышления / Д.Н.Богоявленский // Вопросы психологии. – 1962. – №4. – С.13-17.
37. Бойко Н.І. Організація самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів в умовах застосування інформаційно-комунікаційних технологій: Дис... канд. наук: 13.00.04 / Н.І.Бойко. – К. – 2008. –198 с.
38. Болотова Е.И. Особенности дистанционного обучения / Е.Л.Болотова // Естествознание в школе. – 2006. – №1. – С.73-76.
39. Боно Э. Латеральное мышление / Э. Де Боно. – СПб.: Питер Паблишинг, 1997. – 320 с.
40. Борзенко В.И. Насильно мил не будешь. Подходы к проблеме мотивации в школе к учебно-исследовательской деятельности / В.И.Борзенко, А.С.Обухов // Развитие исследовательской деятельности учащихся. Методический сборник. – М.: Народное образование, 2001. – С. 80-87.
41. Брушлинский А.В. Субъект: мышление, учение, воображение / А.В.Брушлинский. – М.: Изд- во "Институт практической психологии", 1996. – 392 с.
42. Буйновская Л.О. Методика и результаты изучения мотивационной сферы студентов технического университета / Л.О.Буйновская // Высшее образование Украины. – 2002. – №1. – 250 с.

43. Булах І.Є. Теорія і методика комп'ютерного тестування успішності навчання (на матеріалах медичних навчальних закладів): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / І.Є.Булах / Ін-т пед. і психол. проф. освіти АПН України. – К., 1995. – 50 с.
44. Бурда М.І. Принципи відбору змісту шкільної математичної освіти / М.І. Бурда // Педагогіка і психологія. – 1996. – №1. – С.40-45.
45. Буркіна Н.В. Проектування методичної системи дистанційного навчання математики у вищих навчальних закладах: Автореф. дис. ...канд. педагог. наук: 13.00.04 / Н.В.Буркіна.- Черкаси, 2009. – 20 с.
46. Буш Г.О. Рождение изобретательских идей / Г.О.Буш. – Рига.: Лиесма, 1976. – 127 с.
47. Былков В.С. Формирование понятий о математическом моделировании средствами курса алгебры и начал анализа 9 и 10 классов: Дисс. ...канд. педагог. наук: 13.00.02 / В.С.Былков .- М., 1986.- 195 с.
48. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: Методическое пособие / А.А.Вербицкий. – М.: Высшая школа, 1991. – 207 с.
49. Власенко К.В. Теоретичні й методичні аспекти навчання вищої математики з використанням інформаційних технологій в інженерній машинобудівній школі: Монографія / К.В.Власенко; науковий редактор д.пед.н., проф. О.І.Скафа. – Донецьк: «Ноулідж», 2011. – 410 с.
50. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование / В.Вольтерра.- М.: Наука, 1976.- 285 с.
51. Ворович И.И. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря. Математические модели / И.И.Ворович, А.С.Горелов, А.Б.Горстко и др. - М.: Наука, 1981.- 360 с.
52. Выготский Л.С. Собрание сочинений: В 6-ти т. – Т.3 / Л.С.Выготский. – М.: Педагогика, 1983. – 368 с.
53. Вища освіта в Україні: Навчальний посібник / В.Г.Кремень, С.М.Ніколаєнко, М.Ф.Степко та ін.: За ред. В.Г.Кременя, С.М.Ніколаєнка.- К.: Знання, 2005.- 327 с.

54. Габай Т.В. Учебная деятельность и ее средства / Т.В.Габай. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 254 с.
55. Галайко Ю.А. Методична система математичної підготовки майбутніх менеджерів організації: Автореф. дис. ...канд. педагог. наук: 13.00.02 / Ю.А.Галайко.- Київ.- 2008.- 20с.
56. Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. – 3-е изд. / П.Я.Гальперин. – М.: Книжный дом "Университет", 2000. – 336 с.
57. Гершунский Б. С. Философия образования / Б. С. Гершунский. – М., 1998. – 427 с.
58. Гильдерман Ю.И. Лекции по высшей математике для биологов / Ю.И.Гильдерман. – Новосибирск: Наука, 1974.
59. Главатських І.М. Професійна спрямованість математичної підготовки майбутніх інженерів-педагогів: Автореф. дис. ...канд. педагог. наук: 13.00.02 / І.М.Гловатських.- Київ, 2010. – 24 с.
60. Гмурман В. Е. Теорія вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – [Изд. 7-е, стер.]. – М. : Высшая школа, 2000. – 479 с.
61. Гнеденко Б. В. Математическое образование в вузах / Б. В. Гнеденко. – М.: Высшая школа, 1981. – 174 с.
62. Голівер Н.О. Дидактичні умови використання комп'ютерних технологій у процесі навчання студентів вищих технічних навчальних закладів: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09 / Н.О. Голівер. – Кривий Ріг, 2005. – 172 с.
63. Головань М.С. Развитие познавательной активности учнів у процесі навчання алгебри і початків аналізу на основі НІТН: Дис. ... канд. пед. наук, 13.00.02 / М.С.Головань. – К., 1997. – 177 с.
64. Глоссарий.ru http://www.ary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RCukt:1!wlxzx
65. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник / С.У.Гончаренко. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.

66. Горошко Ю.В. Вплив нової інформаційної технології на практичну значимість результатів навчання математики у старших класах середньої школи: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ю.В.Горошко. – К., 1993. – 203 с.
67. Горстко А.Б. Познакомьтесь с математическим моделированием / А.Б.Горстко. – М.: Знание, 1991. – 160 с.
68. Горстко А.Б. Математика и проблемы сохранения природы / А.Б.Горстко, Ф.А.Сурков. – М.: «Знание», 1975. – 63 с.
69. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М.И.Грабарь, К.А.Краснянская. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
70. Гриб'юк О.О. Математичне моделювання як засіб екологічного виховання учнів у процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю: Навчально-методичний посібник для учителів / О.О.Гриб'юк. – Рівне: РДГУ, 2006. – 202 с.
71. Гроссман С. Математика для биологов / С.Гроссман, Дж.Тернер. – М.: Высш.школа, 1983.
72. Давыдов В.В. О понятии развивающего обучения / В.В.Давыдов // Педагогика. – 1995. – №1. – 140 с.
73. Демьянов Ю.Э. Применение математических методов и ЭВМ в биологии / Ю.Э.Демьянов, Ф.Ф.Литвин. - М., Изд-во Моск.ун-та, 1981.- 135 с.
74. Деркач Ю.В. Методика реалізації міжпредметних зв'язків математики та спеціальних дисциплін у навчанні студентів економічних спеціальностей: Автореф. дис. ...канд. педагог. наук: 13.00.02 / Ю.В.Деркач.- Херсон, 2010. – 20 с.
75. Державна національна програма «Освіта» (Україна 21 ст.). – К. : Радуга, 1994. – 61 с.
76. Дидактика средней школы. Некоторые вопросы современной дидактики / Под ред. М.А.Данилова и М.Н.Скаткина. –М.: Просвещение, 1975. – 303с.

77. Дмитриева С.М. Психологические особенности педагогического творчества преподавателя и студентов: Дис. ...канд. псих. наук: 19.00.07 / С.М.Дмитриева. – К., 1996. – 144 с.
78. Дрибан В.М. Активизация обучения в высшей школе: аспект проблемного обучения: Учебное пособие / В.М.Дрибан. – Донецк: ДонГУЭТ, 2002. – 145с.
79. Дружинин Н.И. Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши / Н.И.Дружинин, А.И.Шишкин. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.- 390 с.
80. Дружинин В.П. Психология общих способностей / В.П.Дружинин. – М.: Лантерна, Вита, 1995. – 150 с.
81. Дусавицкий А.К. Развитие личности в учебной деятельности / А.К.Дусавицкий. – М.: «Дом педагогики», 1996. – 208 с.
82. Епишева О.Б. Деятельностный подход как теоретическая основа проектирования методической системы обучения математике: Автореф. дисс. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / О.Б.Епишева.- М., 1999. – 54 с.
83. Ерхов Г. П. Проблема подготовки педагогических кадров в университете / Г.П.Ерхов // Перестройка школы: Сб. ст.- Донецк, 1990.- С.5-7.
84. Жалдак М. І. Математика (алгебра і початки аналізу) з комп'ютерною підтримкою / М. І.Жалдак, А. В.Грохольська, О. Б. Жильцов. – К.: МАУП, 2000. – 304 с.
85. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики / М.І.Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць / Редкол. – К.: НПУ ім. Драгоманова. –2003. – Вип.7. – С.3-16.
86. Жалдак М.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: Посіб. для студентів фіз.-мат.спец.педагог.університетів. Вид. друге / М.І. Жалдак, Н.М. Кузьміна, Г.О. Михалін. – Полтава: «Довкілля-К», 2009.- 500 с.
87. Ждан А.Н. Психологическая теория деятельности А.Н.Леонтьева и гуманизация образования / А.Н.Ждан // Традиции и перспективы

деятельностного подхода в психологии: школа А.Н.Леонтьева / Под ред. А.Е.Войскунского, А.Н.Ждан, О.К.Тихомирова. – М.: Смысл, 1999. – С.350-364.

88. Жильцов О.Б. Вища математика з елементами інформаційних технологій / О.Б.Жильцов, Г.М.Торбін. – К.: МАУП, 2002. – 408 с.

89. Жук Ю.А. Решение исследовательских задач по физике с использованием НИТ: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Ю.А.Жук. – К., 1995. – 217 с.

90. Зайцев И.А. Высшая математика: Учебник для некоторых специальностей с.-х. вузов / И.А.Зайцев. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.

91. Закон України «Про вищу освіту» - №2984 III – від 17.01.2002 // Законодавчі акти України з питань освіти. – К. : Парламентське видавництво, 2004. – С.168-221.

92. Занков Л. В. Избранные педагогические труды / Л. В. Занков. - М. : Новая шк., 1996. - 432 с.

93. Занюк С.С. Психологія мотивації: Навчальний посібник / С.С.Занюк. – К. : Либідь, 2002. – 304 с.

94. Зыза А.В. Изучаем основы высшей математики (модуль 1): Учебно-метод. пособие для студентов биол. спец. классических университетов / А.В.Зыза, Е.В.Тимошенко. -Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2010. - 101с.

95. Игнатенко Н. Я. Практические задания по аналитической геометрии / Н. Я. Игнатенко. – Симферополь: Таврия, 2003. – 74 с.

96. Ігнатенко М.Я. Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики: Монографія / М.Я.Ігнатенко. – К.: „Тираж”, 1997. – 300 с.

97. Ігнатенко М.Я. Реалізація прикладної спрямованості шкільного курсу математики як засіб активізації навчально-пізнавальної активності учнів: Навч. посібник / М.Я.Ігнатенко, Л.О.Соколенко.- К.: ІЗМН, 1997.- 76 с.

98. Игошев И.А. Развитие познавательных интересов учащихся в процессе обучения физике / И.А.Игошев // Актуальные вопросы развития познавательных интересов и технического творчества учащихся

общеобразовательных школ и училищ проф.-тех. образования. – Челябинск, 1976. – С. 6-27.

99. Изотова Н.В. Корректирующий контроль как фактор повышения качества обучения в вузе: Дисс. ...канд. пед. наук: 13.00.08 / Изотова Надежда Васильевна. – Брянск, 2004. – 217 с.

100. Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики : навчальний посібник / В. В. Корольський, Т. Г. Крамаренко, С. О. Семеріков, С. В. Шокалюк; науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг : Книжкове вид-во Киреєвського, 2009. - 380 с.

101. Інтерактивні технології на уроках математики / Уклад. І.С. Маркова. – Х.: Вид. група «Основа», 2008. – 126 с.

102. Кабанова-Меллер Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся / Е.Н.Кабанова-Меллер.- М.: Просвещение, 1968. – 288 с.

103. Казанцева Л.А. Дидактические основы применения исследовательского метода в условиях гуманизации образования: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / Л.А.Казанцева / Казанский гос. ун-т. – Казань, 1999. – 41 с.

104. Калмыкова З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости / З.И. Калмыкова. – М.: Педагогика, 1981. – 200 с.

105. Карлащук А.Ю. Евристично-орієнтовані системи задач як засіб формування евристичних та дослідницьких умінь та навичок учнів / А.Ю.Карлащук, О.В.Хорольська // VIII Міжнар. наук. конф. ім. акад. М.Кравчука (11-14 травня 2000р., Київ): Матеріали конф.- Київ: КПІ, 2000.- С.512.

106. Карлащук А.Ю. Формирование исследовательских умений школьников в процес се решения математических задач с параметрами: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Карлащук Анжеліка Юрієвна. – Донецк, 2001. – 242 с.

107. Квас В.М. Професійна спрямованість лабораторно-практичних занять у педагогічному вищому навчальному закладі: Навчально-методичний посібник / Квас В.М. – Кіровоград: КДПУ, 2009. - 89 с.

108. Кларин М.В. Технология обучения: идеал и реальность / М.В.Кларин. – Рига: Эксперимент, 1999. – 180 с.
109. Ключко В.І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі: Дис. ...доктора пед. наук: 13.00.02 / Ключко Віталій Іванович. – Вінниця, 1998. – 396 с.
110. Когнитивная психология. Материалы финско-советского симпозиума / Под ред. Б.Ф.Ломова, Т.Н.Ушакова, В.А.Барабанщикова. - М.: Наука, 1986. - 207 с.
111. Колягин Ю.М. О системе учебных задач как средстве развития математического мышления школьников / Ю.М.Колягин, В.Ф.Харьковская, В.Г.Гульчевская // Из опыта преподавания математики в средней школе: Пособие для учителей / Сост.: А.В.Соколова, В.В.Пипан, В.А.Оганесян. – М., 1979. – С. 114-118.
112. Кон И.С. Психология ранней юности / И.С. Кон. – М.: Просвещение, 1989. – 178 с.
113. Коротаева Е. Уровни познавательной активности / Е.Коротаева. – М.: Народное образование, 1995.- 159 с.
114. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / Г.С.Костюк; За ред. Л.М.Проколієнко; Упор. В.В.Андрієвська, Г.О.Балл, О.Т.Губко, О.В.Проскура. – К.: Рад. шк., 1989. – 608 с.
115. Кошова Г.С. Основи вищої математики для біологів [Електроний ресурс]: електроний підручник для студ. біол. факульт. унів. / Г.С.Кошова, О.В. Тимошенко. – 700 Мб. – Донецьк, ДонНУ, 2010. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требов. MS Win XP, MS Office 2003, Internet Explorer 6.0, Adobe Acrobat Reader 5.0.
116. Кошова Г.С. Комп'ютерно-орієнтоване управління дослідницькою діяльністю студентів-біологів у курсі вищої математики / Г.С.Кошова, О.В.Тимошенко // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Наук. журнал. Суми: Вид-во СумДПУ ім.А.С.Макаренка.-№5(7).- 2010.-С.264-270.

117. Кравцова И.А. Дидактические условия формирования у учеников интереса к учебно-исследовательской деятельности: Дисс. ... канд.пед.наук / И.А.Кравцова. – Кировоград, 1997. –160с.
118. Крамаренко Т.Г. Формування особистісних якостей школяра у процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання математики [Текст] : Дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Крамаренко Тетяна Григорівна; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. - К., 2008. - 280 арк.
119. Крамаренко Т.Г. Уроки математики з комп'ютером: посібник для вчителів і студентів / Т.Г. Крамаренко; За ред. М.І. Жалдака. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. – 272 с.
120. Крапивин В.Ф. Математическое моделирование глобальных биосферных процессов / В.Ф.Крапивин, Ю.М.Свирижев, А.М.Тарко. - М.: Наука, 1982.- 272 с.
121. Кремень В.Г. Філософія освіти ХХІ ст. / В.Г.Кремень // Педагогіка і психологія. – Вісник АПН України. – 2003. – № 1. – С.6-16.
122. Крилова Т.В. Проблеми навчання математики в технічному вузі: Монографія / Т.В.Крилова. – К.: Вища школа, 1998. - 296 с.
123. Кривова В.А. Профессиональная подготовка студентов на лабораторных занятиях / В.А.Кривова // Информатика и образование. – 2001. – №7. – С. 39-40.
124. Кудрявцев Л.Д. Современная математика и ее преподавание / Л.Д.Кудрявцев. – М.: Наука, 1980. –144 с.
125. Кудрявцев В.А. Краткий курс высшей математики / В.А.Кудрявцев, Б.П.Демидович. – М.: Наука, 1975. –284 с.
126. Кузьмінський А.І. Педагогіка вищої школи: Навч.посіб. для студ. вищ. навч. закладів / А.І.Кузьмінський. – К.: Знання-Прес, 2005. – 485 с.
127. Кузьмінський А.І. Гендерні аспекти підготовки майбутнього вчителя математики / А.І.Кузьмінський, Н.А.Тарасенкова, І.А.Акуленко // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт.– Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2008. – Вип. 30. – С. 14-18.

128. Кушнір В.А. Системний аналіз педагогічного процесу: методологічний аспект / В.А.Кушнір. – Кіровоград : КДПУ, 2001. – 348 с.
129. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології / В.І. Лаврик. – Київ: Фітосоціоцентр. – 1998. –132 с.
130. Лаврик В.И. Роль математического моделирования в выработке оптимального взаимодействия между человеком и природой // Теория и практика: методологические и мировоззренческие аспекты / В.И.Лаврик. - Киев: Наук.думка, 1992.- С.62-72.
131. Лазарев В.С. Педагогическая инноватика: объект, предмет и основные понятия / В.С.Лазарев, Б.П.Мартиросян // Педагогика. – 2004. – №4. – С.11-21.
132. Левина М. М. Технологии профессионального педагогического образования / М. М. Левина. – М.: «Академия», 2001. – 272 с.
133. Левченко Л.С. Творча самореалізація старшокласників у науково-дослідницькій діяльності шкіл нового типу: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Харк. держ. пед. ун-т ім. Г.С.Сковороди. – Х., 1999. – 19 с.
134. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики / А.Н.Леонтьев. – М.: МГУ, 1981. – 584 с.
135. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А.Н.Леонтьев. – М.: Педагогика, 1975. – 304 с.
136. Лернер И.Я. Развивающее обучение с дидактических позиций / И.Я.Лернер // Педагогика. – 1996. – №2. – С. 7-11.
137. Лисовский В.Т. Личность студента / В.Т.Лисовский, А.В.Дмитриев. – Л.: ЛГУ, 1974. – 183с.
138. Лиходеева Г.В. Формування навчально-дослідницьких умінь учнів у процесі навчання елементів стохастички: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Лиходеева Ганна Володимирівна. – Бердянськ, 2009. – 281 с.
139. Лихолетов В. Инвариантные компоненты деятельности знаний в профессиональном образовании / В. Лихолетов // Alma mater. – 2002. – №2. – С.10-15.

140. Лосева Н. Разнообразие моделей организации и проведения практических занятий по математическим курсам / Н. Лосева, Е. Скафа. – Донецк : Вид-во ДонНУ, 2005. – 120 с.
141. Лосева Н.М. Пошуки шляхів активізації навчально-пізнавальних процесів студентів-першокурсників / Н.М.Лосева // Педагогіка і психологія формування творчої особистості: проблеми і пошуки: Зб.наук. праць.–Київ-Запоріжжя.–2002. – Вип.25.– С. 263-266.
142. Лосева Н. М. Інтеграція навчальних знань як спосіб самореалізації у навчальному процесі викладача і студента / Н. М. Лосева // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: Фірма ТЕАН, 2004. – Вип. 21. – С. 25–30.
143. Лукаш І.М. Формування інтелектуальних умінь старшокласників у процесі навчання інформатики: Дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02 / І.М.Лукаш. – К., 2003. – 295 с.
144. Любашенко О.В. Методы стимулирования учебно-познавательной деятельности студентов университетов (на материале изучения гуманитарных дисциплин): Дис. ...канд. пед. наук: 13.00.01 / О.В.Любашенко. – К.: 1997. – 180 с.
145. Максимова Т.С. Методика формування професійно-орієнтованої евристичної діяльності студентів вищих технічних навчальних закладів на практичних заняттях з вищої математики: дис. ... канд.пед.наук: 13.00.02 / Максимова Тетяна Сергіївна; НПУ ім. М.П.Драгоманова.- К., 2006. – 320 с.
146. Маркова А.К., Матис Т.А., Орлов А.Б. Формирование мотивации учения: Книга для учителя / А.К.Маркова, Т.А.Матис, А.Б.Орлов. – М.: Просвещение, 1990. – 192 с.
147. Марчук Г.Н. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.Н.Марчук. -М.: Наука, 1982. - 304 с.
148. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях / Дж.Марри. - М.: Мир, 1983. - 397 с.
149. Маслоу А.Г. Мотивация и личность / А.Г.Маслоу; пер. с англ. – СПб.: Изд. Группа «Евразия», 1999. – 479 с.

150. Математические модели в экологии и генетике.- М.: Наука, 1981.- 176 с.
151. Математическое моделирование биогеоценотических процессов.- М.: Наука, 1985. - 126 с.
152. Махмутов М.И. Проблемное обучение / М.И.Махмутов. – М.: Просвещение, 1975. – 368 с.
153. Мацкевич В. Полемические этюды об образовании / В. Мацкевич. – Лиепая, 1993. – 287 с.
154. Машбиц Е.И. Психологические основы управления учебной деятельностью / Е.И.Машбиц. – К.: Высш. Шк., 1987. – 224с.
155. Медик В.А. Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах / Под ред. Ю.М.Комарова. Том 1. Теоретическая статистика / В.А.Медик, М.С.Токмачев, Б.Б.Фишман. - М.: Медицина, 2000. –412с.
156. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных / В.В.Меншуткин. -Ленинград: Наука, 1971.- 196 с.
157. Методы математической биологии. Методы синтеза алгебраических и вероятностных моделей биологических систем: Книга 2. - К.: Вища школа, 1981. - 312 с.
158. Менчинская Н.А. Проблемы учения и развития / Н.А. Менчинская // Проблемы общей, возрастной и педагогической психологии. – М.: Педагогика, 1978. – С. 36.
159. Милорадова Н.Г. Студент в зеркале психологии / Н.Г.Милорадова // Архитектура и строительство России. – 1995. – №9. – С. 7-11.
160. Михайленко В. М. Сборник прикладных задач по высшей математике: Учеб. пособие / В. М.Михайленко, Р. А.Антонюк. – К.: Вища шк., 1990. – 167 с.
161. Михалін Г.О. Формування елементів психологічної культури вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу / Г.О.Михалін // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: ТЕАН, 2002. – №20. – С. 65-80.

162. Михалін Г. О. Структурно-логічні схеми взаємозв'язків між поняттями, що розкривають сутність індивідуального підходу у навчанні / Г. О. Михалін, С.Л.Надточій // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: вид-во ДонНУ, 2008. – Вип. 29. – С. 88-94.
163. Михеев В.И. Моделирование и методы теории измерений в педагогике / В.И.Михеев. – М.: Высш. шк., 1987. – 200 с.
164. Модернізація вищої освіти України і Болонський процес / Уклад.: Степко М.Ф., Болюбаш Я.Я., Левківський К.М., Сухарніков Ю.В // Освіта України. – 10 серп. –2004. –№ 60-61.
165. Морзе Н.В. Система методичної підготовки майбутніх вчителів інформатики в педагогічних університетах: Дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Морзе Наталя Вікторівна / НПУ імені М.П.Драгоманова. – К., 2003. – 531 с.
166. Морковина Э.Ф. Развитие информационной компетентности студента в образовательном процессе: Дисс. ...канд. пед. наук: 13.00.01 / Морковина Эльвира Фаридовна. – Оренбург, 2005. – 211 с.
167. Мороз А.Г. К вопросу о дидактической адаптации первокурсников / А.Г.Мороз // Психологические и социально-психологические особенности адаптации студентов. – М.: Просвещение, 1977. – С. 104.
168. Мороз О. Г. Педагогіка і психологія вищої школи : [навч. Посіб. Для мол. викл., асп. і майбутніх магістрів] / О.Г.Мороз, О.С.Падалка, В.І.Юрченко; НПУ імені М. П. Драгоманова; Ін-т вищої освіти АПН України. – К. : НПУ, 2003. – 267 с.
169. Морська Л.І. Теоретико-методичні основи розробки та застосування комп'ютерного педагогічного тесту: Монографія / Л.І.Морська. – Тернопіль : Астон, 2006. – 160 с.
170. Морська Л.І. Теоретико-методичні основи підготовки майбутніх учителів іноземних мов до використання інформаційних технологій у професійній діяльності: Дис. ... докт. пед. наук / Л.І.Морська. -Тернопіль. - 2008.
171. Мышкис А.Д. О развитии математической интуиции учащихся / А.Д.Мышкис, П.Г.Сатьянов // Математика в школе. – 1987. – №5. – С.18-22.

172. Національна доктрина розвитку освіти // Указ Президента України № 347 від 17 квітня 2002 року // Освіта України. – 2002. – 23 квіт. (№ 33). – С. 4-6.
173. Недодатко Н.Г. Формування навчально-дослідницьких умінь старшокласників: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09 / Н.Г.Недодатко / Харків. держ. пед. ун-т імені Г.С.Сковороди. – Х., 2000. – 19с.
174. Низамов Р.А. Дидактические основы активизации учебной деятельности студентов / Р.А.Низамов. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1975. - 206 с.
175. Нічуговська Л.І. Психолого-педагогічні передумови активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів ВНЗ / Л.І.Нічуговська // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2006. – Вип. 26. – С. 9-13.
176. Нічуговська Л.І. Математичне моделювання в системі економічної освіти: Монографія / Л.І.Нічуговська. – Полтава РВВ ПУСКУ, 2003. – 289 с.
177. Образцов П.И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения / П.И.Образцов. – Орел: Орл. Гос. тех. ун-т, 2000. – 145 с.
178. Обухов А.С. Исследовательская деятельность как способ формирования мировоззрения / А.С.Обухов // Народное образование. – 1999. – №10. – С.158-161.
179. Оконь В. Введение в общую дидактику: Пер. с польск. Н.Г.Горина, Л.Г.Кашкуревича / В.Оконь. – М.: Высш.шк., 1990. – 382 с.
180. Палант Ю.О. Тейлорова формула через задачі: евристичний підхід / Ю.О.Палант, О.В.Хорольська // Евристика та дидактика точних наук: Міжнар. зб. наук. робіт.- Донецьк: ДонНУ, 1996. - Вип.5.- С.36-39.
181. Палант Ю.А. Эвристическое макропрограммирование в курсе анализа / Ю.А.Палант, Е.И.Скафа, Е.В.Хорольская // Респ. научно-метод. конф., посв. 200-летию со дня рожд. Н.И.Лобачевского: Тез. докл. 3-8 сент. 1992 г.– ч.1. - Одесса, 1992. - С.106–107.

182. Палант Ю.А. Об оптимальном выборе проблемных заданий для модуля / Ю.А.Палант, Е.В.Хорольская // Организация и методические аспекты модульного обучения и рейтингового контроля знаний студентов: Тез. докл. Респ. научно-метод. конф.- Алчевск, 11-13 ноября 1992 г., ч.2.- Киев-Алчевск, 1992. - С.3-4.

183. Палант Ю.О. Технологія навчання математики через гіпотези / Ю.О.Палант, О.І.Скафа, Г.А.Муратова, О.В.Хорольська // Технологія навчання у процесі підготовки майбутнього вчителя: Матер. міжрегіон. наук.-практ. конф. 25-27 жовтня 1993.- т.2, ч.1, Житомир: Пед.ін-т.- 1993. - С.36.

184. Палант Ю.О. Головна евристика у курсі аналізу: «Виділяй головну частину» / Ю.О.Палант, О.В.Хорольська//Застосування та удосконалення методики викладання математики: Матер. IV регіон. метод. семінару. – Донецьк, 1998.- С.32.

185. Палант Ю.А. Эвристический компонент в математическом образовании / Ю.А.Палант, А.А.Муратова, И.А.Тимченко, Е.В.Хорольская // Проблемы многоступенчатой подготовки специалистов в инженерных вузах: Тез. докл. научно-метод. конф. - Алчевск: ДГМИ, 1993. - С.89-91.

186. Палант Ю.О. Евристична методика у навчанні дисциплін аналітичного циклу / Ю.О.Палант, О.В.Хорольська // Матер. наук.-метод. конф. з проблем викладання фундаментальних дисциплін. Частина II: Природничі й економічні науки.- Донецьк: ДонДУ, 1999. - С.6-7.

187. Панченко Л.Л. Формування вмінь математичного моделювання в процесі навчання майбутніх учителів математики: Дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02 / Панченко Лариса Леонтівна / Нац. пед. ун-т ім.М.П.Драгоманова.- К., 2006.- 260 с.

188. Педагогіка / За ред. А.М.Алексюка. – К.: Вища школа, 1985. – 296 с.

189. Первун О.Є. Пошуково-дослідницькі задачі як засіб розвитку математичних здібностей учнів класів з поглибленим вивченням математики: Автореф. Дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02 / О.Є.Первун.- Київ, 2009. – 20 с.

190. Пидкасистый П.И. Организация учебно-познавательной деятельности студентов: Учебное пособие / П.И.Пидкасистый. – М.: Педагогическое общество России, 2004. – 112 с.
191. Подьяков А. Н. Развитие исследовательской инициативности в детском возрасте: Дисс. ...докт. псих. наук: 19.00.07 / А.Н.Подьяков; МГУ им. М.В. Ломоносова. Фак. психол. – М., 2001. – 350 с.
192. Пойа Д. Математическое открытие. 2-е изд. / Д.Пойа. – М.: Наука, 1976. - 448с.
193. Пойа Дж. Математика и правдоподобные рассуждения / Дж.Пойа. – М.: Наука, 1975. – 464 с.
194. Полат Е.С. Дистанционное обучение: проблемы и перспективы / Е.С.Полат // Открытая школа. – 2009. – №1. – С.39-43.
195. Пометун О.І. Інтерактивні технології навчання: теорія, практика, досвід / О.І.Пометун, Л.В.Пироженко. – К.: АПН, 2002. – 192 с.
196. Попков В.А. Дидактика высшей школы: Учеб. Пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.А.Попков, А.В.Коржуев. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 136 с.
197. Попова Г.И. Конструирование электронных учебных материалов в профессиональной подготовке учителей: Дисс. ...канд. пед. наук: 13.00.08 / Попова Галина Ивановна. – Краснодар, 2006. – 178 с.
198. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике / В.Г.Разумовский. – М.: Просвещение, 1966. – 381 с.
199. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій [Текст] : Дис... д-ра пед. Наук: 13.00.02 / Раков Сергій Анатолійович; Харківський національний педагогічний ун-т ім. Г.С.Сковороди. – Х., 2005. – 516 с.
200. Раков С.А. Відкриття геометрії через комп'ютерні експерименти в пакеті DG / С.А.Раков, В.П.Горох, К.О.Осенков та ін. – Харків: ХДПУ, 2000. – 202 с.

201. Рамський Ю.С. Про роль математики і деякі тенденції розвитку математичної освіти в інформаційному суспільстві / Ю.С.Рамський // Математика в школі. – 2007. – №7. – С.36–40.
202. Резіна О.В. Психолого-дидактичні особливості формування інформаційно-пошукових умінь / О.В.Резіна // Рідна школа. – 2004. – №1. – С.9-11.
203. Резниченко Л. А. Самостоятельная работа студентов как один из методов активного обучения / Л.А.Резниченко // Регион. научн.-метод. конф. 22 февраля 2001 г. - Харьков, 2001.- С. 197-199.
204. Романовский Ю.М. Математическая биофизика / Ю.М.Романовский, Н.В.Степанова, Д.С.Чернявский.- М.: Наука, 1984. - 304 с.
205. Романовский Ю.М. Математическое моделирование в биофизике / Ю.М.Романовский, Н.В.Степанова, Д.С.Чернявский. – М.: Наука, 1975. – 344 с.
206. Роменець В.А. Психологія творчості: Навч. посіб. 2-ге вид., доп. / В.А.Роменець. – К.: Либідь, 2001. – 288 с.
207. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л.Рубинштейн. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1958. – 147с.
208. Русанова Т.С. Застосування комп'ютерних евристичних програм при вивченні теми «Функції» / Т.С.Русанова, О.В.Хорольська // Асимптотичні методи в теорії диференціальних рівнянь: Тези Міжнар. конф. (16 грудня 2002 р., Київ). - К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2002. С.92.
209. Садыкова В.А. Психолого-педагогические особенности использования информационных технологий в подготовке специалистов в высшей школе: Дисс. ...канд. пед. наук: 13.00.08 / Садыкова Венера Акдысовна. – Казань, 2005. – 189 с.
210. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума / Ю.А.Самарин. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1962. – 148 с.
211. Саранцев Г.И. Методология методики обучения математике [Текст] / Г. И. Саранцев; Российская академия образования. Поволжское отделение. – Саранск: Типография «Красный Октябрь», 2001. – 140 с.

212. Саранцев Г. И. Методика обучения математике на рубеже веков / Г.И.Саранцев // Математика в школе. – 2000. - № 7. – С. 2-5.
213. Саранцев Г.И. Эвристики в обучении доказательству / Г.И.Саранцев // Эвристические методы в обучении математике: Труды международной дистанционной конференции. – Донецк: ТЕАН, 1997. – С.9-10.
214. Селевко Г.Г. Современные образовательные технологии / Г.Г.Селевко. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
215. Семенець С.П. Особливості реалізації концепції розвивального навчання у вищій школі / С.П. Семенець // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук.робіт. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2006. – Вип. 25. – С. 106-109.
216. Семенець С.П. Наукові засади розвивального навчання в системі методичної підготовки майбутніх учителів математики: Монографія / С.П.Семенець. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2010. – 500 с.
217. Семеріков С.О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі: монографія / С.О. Семеріков; науковий редактор академік АПН України, д.пед.н., проф. М. І. Жалдак. – Кривий Ріг: Мінерал; К.: НПУ ім.М.П. Драгоманова, 2009. – 340 с.
218. Сериков В.В. Образование и личность: Теория и практика проектирования педагогических систем / В.В.Сериков. – М.: Логос, 1999. – 271 с.
219. Свирежев Ю.М. Математические модели в экологии / Ю.М.Свирежев // В кн.: Число и мысль.- М.: Знание, 1982.- Вып.5. - С. 16-55.
220. Сидорова В.М. О подборе задач прикладного характера в курсе высшей математики / В.М.Сидорова, Н.Н.Лосева // Дидактика математики: проблемы і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт.- Донецьк: Фірма ТЕАН, 2000. – Вип.14. - С.44-52.
221. Скаткин М.Н. Методология и методика педагогических исследований / М.Н.Скаткин. – М.: Педагогика, 1986. – 150 с.

222. 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: Вид-во ДонНУ, 2009. - 380 с.
223. Скафа Е. Конструйране на учебно-познавателна евристична дейност по решаване на математически задачи: Монографія / Е.Скафа, В.Милушев.- Пловдив, ПУИ „Паисий Хилендарски“, 2009. – 332 с.
224. Скафа Е. И. Эвристическое обучение математике: теория, методика, технология: Монографія / Е. И. Скафа – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2004. – 439 с.
225. Скафа О.І., Тутова О.В. Компютерно-орієнтовані уроки в евристичному навчанні математики: Навчально-методичний посібник / О.І.Скафа, О.В.Тутова. – Донецьк: Вид-во „VEPER”, 2009. – 320 с.
226. Скафа О.І. Евристико-дидактичні конструкції як засіб евристичного навчання математики / О.І.Скафа // Збірник наукових праць Бердянського університету (Педагогічні науки). – №1. – Бердянськ: БДПУ, 2003. – С.40-47.
227. Скафа О.І. Практичні заняття з вищої математики: сучасні технології навчання: Навчально-метод. посібн. / О.І.Скафа, Т.С.Максимова.- Донецьк: Вид-во Норма-ПРЕСС, 2005. – 116 с.
228. Скафа О.І. Теоретико-методологічний аспект адаптації студентів до навчання за кредитно-модульною системою / О.І.Скафа // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнародний збірник наук. робіт. – Донецьк: ДонНУ, 2007. – Вип.28. - С.21-24.
229. Слостенин В.А. Гуманитарная культура специалиста / В.А.Слостенин // Магістр. – 1991. – № 1. – С.16-25.
230. Слєпкань З.І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: Навч.посіб / З.І.Слєпкань. – К.: Вища шк., 2005. – 239 с.
231. Слєпкань З.І. Психолого-педагогічні та методичні основи розвивального навчання математики / З.І.Слєпкань.- Тернопіль.: Навчальна книга –Богдан, 2005. – 290 с.
232. Слєпкань З. І. Методика навчання математики: підручник / З. І. Слєпкань. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2006. – 582 с.

233. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности / С. Д. Смирнов.- М.: Издательский центр Academia, 2001. – 304 с.
234. Смит Дж. Модели в экологии (пер.с англ.) / Дж.Смит. - М.: Мир, 1976.- 184 с.
235. Соколенко Л.О. Методика реалізації прикладної спрямованості шкільної алгебри і початків аналізу: Дисс. ... канд. пед.наук:13.00.02 / Соколенко Лілія Олександрівна. – Київ, 1998. – 245 с.
236. Соколенко Л.О. Прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початків аналізу: практикум: Навч.посібник / Л.О.Соколенко, Л.Г.Філон, В.О.Швець.- К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2010. - 128 с.
237. Соколенко Л.О. Математичне моделювання біологічних, хімічних, медичних процесів і явищ у класах природничого профілю / Л.О.Соколенко // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. - Донецьк: ДонНУ, 2006.- Вип. 25. - С.99-105.
238. Соколов В.Н. Педагогическая эвристика / В.Н. Соколов. – М.: Издат. центр «Академия», 1995. – 204 с.
239. Співаковський О.В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Співаковський Олександр Володимирович; НПУ імені М.П.Драгоманова. – К., 2004. – 44 с.
240. Страшкраба М. Пресноводные экосистемы. Математическое моделирование (пер.с англ.) / М.Страшкраба, А.Гнаук. - М.: Мир, 1989. - 376 с.
241. Талызина Н.Ф. Теория поэтапного формирования умственных действий и проблема развития мышления / Н.Ф. Талызина // Сов. педагогика. – 1967. – №1. – С.28-32.
242. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений. – 3-е изд., стереотип. / Н.Ф. Талызина. – М.: Издательский центр "Академия", 2001. – 288 с.

243. Тарасенкова Н.А. Використання знаково-символічних засобів у навчанні математики: Монографія / Н.А.Тарасенкова. - Черкаси: „Відлуння-Плюс”, 2002. - 400 с.
244. Тарасенкова Н. А. Аналітична геометрія у таблицях: Навч. посіб. для студентів / Н. А. Тарасенкова, О. М. Коломієць. – Черкаси : Вид-во ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2007. – 76 с.
245. Тарасов Л.В. Геометрія навколишнього світу / Л.В.Тарасов. - Суми: Універсальна книга (Освітня модель „Екологія і розвиток”), 2003. - 186 с.
246. Терешин Н.А. Прикладная направленность школьного курса математики: Кн. для учителя / Н.А.Терешин. – М.: Просвещение, 1990. - 96 с.
247. Терещук Г.В. Педагогическая диагностика ценностных ориентаций молодежи в процессе ее социального и профессионального становления / Г.В.Терещук // Педагогика и психология. – 1996. – №3. – 260 с.
248. Тимошенко Е.В. Применение вероятностно-статистического аппарата к решению задач биологического содержания (системы тестовых заданий): Учебное пособие / Е.В.Тимошенко, О.И.Нескреба.- Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2008. - 265 с.
249. Тимошенко Е.В. Приемы формирования мотивации студентов-биологов в курсе высшей математики / Е.В.Тимошенко // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. – Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2010. - Вип. 33. – С. 42–49.
250. Тимошенко Е.В. Методика професійно-орієнтованого навчання вищої математики студентів-біологів / Е.В.Тимошенко // Евристичне навчання математики: Матеріали третьої міжнародної науково-методическої конференції (1-3 жовтня 2009г.), Донецьк: ДонНУ, 2009. - С. 294-295.
251. Тимошенко Е.В., Нескреба О.И. Формирование профессионально-ориентированных умений студентов в процессе решения задач прикладного характера / Е.В.Тимошенко, О.И.Нескреба // Актуальные вопросы теоретической и прикладной биофизики, физики и химии «БФФХ-2008»:

Матер. IV Всеукр. науч.-техн. конф., г.Севастополь, 21-26 апреля 2008 г.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. - С. 259-260.

252. Тимошенко Е.В. Использование профессионально-ориентированных задач в самостоятельной работе студентов-биологов / Е.В.Тимошенко // Педагогічні технології: Збірник статей та тез доповідей регіональної науково-практичної конференції Донецького національного університету / За редакцією проф. В.І.Сторожева.- Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2008. - С. 109-111.

253. Тимошенко Е.В. Моделирование как средство формирования биолога-исследователя / Е.В.Тимошенко // Проблемы математического образования (ПМО-2010): Материалы международной научно-методической конференции, г. Черкассы, 24-26 ноября 2010г. - Черкассы: Изд. отд. ЧНУ им. Б.Хмельницкого, 2010. - С. 294-295.

254. Тимошенко Е.В. Математическое моделирование как средство формирования исследовательских умений студентов биологических специальностей/ Е.В.Тимошенко // Вісник Черкаського університету. Серія Педагогічні науки. – Черкаси, 2010. – Вип. 191, ч.V. – С. 113 – 119.

255. Тимошенко О.В. Лабораторні роботи в курсі вищої математики як інтегрована форма навчання майбутніх біологів-дослідників / О.В.Тимошенко // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки).- Бердянськ: БДПУ, 2010. - №4. - С.253-257.

256. Тимошенко Е.В. Роль курса высшей математики в формировании будущего биолога-исследователя / Е.В.Тимошенко // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт. –Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2010. – Вип. 34. – С.39-48.

257. Тимошенко О.В. Інтегровані лабораторні роботи з вищої математики для майбутніх біологів: Метод. розробка для студентів біол. спец-тей / О.В.Тимошенко.- Донецьк: ДонНУ, 2010. - 20 с.

258. Токарь Н.Ф. Динамика мотивации в процессе профессиональной подготовки / Н.Ф.Токарь // Педагогика и психология. – 1997. – №4. – 350 с.

259. Торнли Дж.Г.М. Математические модели в физиологии растений (пер.с англ.) / Дж.Г.М. Торнли. - Киев: Наук.думка, 1982. - 310 с.
260. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики: Монографія / Ю.В.Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.
261. Тутова О. В. Методична система формування професійної готовності майбутнього вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в евристичному навчанні математики: Автореф. дис. ...канд.. пед. наук: 13.00.02 / Тутова Ольга Василівна.- Київ, 2010. – 20 с.
262. Фалько М.І. Формування дослідницьких умінь майбутніх учителів музики у вищих педагогічних закладах освіти: Автореф. дис. ...канд.. пед. наук: 13.00.02 / М.І.Фалько.- Київ, 2005. – 20 с.
263. Філімонова М.О. Математичне моделювання в курсі математики основної школи: зміст і вимоги до підготовки учнів / М.О.Філімонова, В.О.Швець // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наукових робіт.- Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2010. - Вип.34.- С.72-76.
264. Фомкіна О.Г. Особливості планування занять з математики в економічному вузі / О.Г.Фомкіна // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. –Донецьк: Фірма ТЕАН, 2001. – Вип. 15.– С.63-68.
265. Фридман Л.М. Проблемная организация учебного процесса: Методическая разработка / Л.М.Фридман, В.И.Маху. – М., 1990. – 36 с.
266. Хорольська О.В. Одновимірний градієнт: фрагмент системи завдань з теми "Похідна" / О.В.Хорольська // Евристика та дидактика точних наук: Зб. наук. робіт.- Донецьк, 1994.- Вип.2.- С.36-37.
267. Хорольская Е.В. Эвристико-дидактические конструкции для факультатива "Математические модели в биологии" / Е.В.Хорольская, Е.Г.Войтусик // Евристика та дидактика точних наук.- Зб. наук. робіт.- Донецьк, 1996.- Вип. 4.- С. 17-20.
268. Хорольская Е.В. Эвристико-дидактическое конструирование и его роль в формировании творческого потенциала будущего учителя биологии /

Е.В.Хорольская // Матеріали вузівської наук. конф. проф.-викл. складу за підсумками наук.-досл. роботи: біологія (Донецьк, квітень 1997 р.).- Донецьк: ДонДУ, 1997. - С. 133-137.

269. Хорольская Е.В. Эвристический тренажер «Функции, их свойства, графики, приложения» (Ч.І) / Е.В.Хорольская // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт.- Донецьк: ТЕАН, 1999. - Вип.1(11).- С.73-76.

270. Хорольская Е.В. Эвристический тренажер «Функции, их свойства, графики, приложения» (Ч.ІІ) / Е.В.Хорольская // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт.- Донецьк: ТЕАН, 2000. - Вип.2(12). - С.71-76.

271. Хорольская Е.В. Системы профессионально-ориентированных задач для студентов-биологов: технология создания и обучения / Е.В. Хорольская, О.И.Нескреба // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. збірник наук. робіт. –Донецьк: ТЕАН, 2006. - Вип. 26. – С.109–112 .

272. Хорольская Е.В. Формирование профессионально-ориентированной деятельности студентов-биологов при изучении математических дисциплин / Е.В. Хорольская // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт. –Донецьк: ТЕАН, 2007. - Вип. 27. – С. 41–45.

273. Хорольська О.В. Принцип максимальної наочності та евристичні конструкції у навчанні основам аналізу / О.В. Хорольська // П'ята міжнар. наук. конф. ім. акад. М.Кравчука (16-18 травня 1996 р., Київ): Тези допов.- Київ: 1996. - С. 467.

274. Хорольская Е.В. Эвристика в основах анализа / Е.В. Хорольская // Проблемы теории и методики преподавания математики, физики и информатики: Тез. докл. междунар. конф.- 27-29 октября 1998 г. – Минск, 1998. - С.55-56.

275. Хорольская Е.В. Эвристика моделирования в задачных системах / Е.В. Хорольская // Математическое образование: современное состояние и

перспективы (к 80-летию со дня рождения профессора А.А.Столяра): Тез. докл. междунар. конф.-18-20 февраля 1999 г. - Могилев: 1999. - С.180.

276. Хорольська О.В. Фрагмент евристично-орієнтованої системи задач по темі «Графіки раціональних функцій» / О.В.Хорольська // Евристичні методи у навчанні математики: Міжнар. наук.-метод. конф. (3-5 жовтня 2000 р.).- Донецьк: ДонНУ, 2000. - С.29-30.

277. Хорольская Е.В. Технологии внедрения профессионально-ориентированных курсов для студентов-биологов / Е.В. Хорольская // Математична освіта в Україні: минуле, сьогодні, майбутнє: Тези міжнар. наук.-практ. конф. (16-18 жовтня 2007 р., Київ).- К.: НПУ ім.М.П.Драгоманова, 2007.- С.120-121.

278. Хорольская Е.В. Прикладная направленность курса математики для естественно-научных специальностей / Е.В.Хорольская // Застосування та удосконалення методики викладання математики: Матер. VI регіон. наук.-метод. семінару.- Донецьк: 2000. - С.65-67.

279. Хорольская Е.В. О прикладной направленности курса высшей математики для биологов / Е.В.Хорольская // Застосування та удосконалення методики викладання математики: Матер.VIII регіон. наук.-метод. семінару (17-18 травня 2002 р.). - Донецьк, 2002.- С.67-69.

280. Хорольская Е.В. Эвристические задания в курсе высшей математики для биологов / Е.В.Хорольская // Застосування та удосконалення методики викладання математики: Матер. IX регіон. наук.-метод. дистантного семінару (29-30 травня 2003 р.). - Донецьк, 2003. - С. 111–113.

281. Хорольская Е.В. К вопросу о мотивации в теме “Интеграл” / Е.В.Хорольская // Застосування та удосконалення методики викладання математики: Матер. XI регіон. наук.-метод. дистантного семінару (20–21 травня 2005 р.). - Донецьк, 2005. - С.133–135.

282. Хорольская Е.В. Совершенствование организации самостоятельной работы студентов-биологов при изучении математических дисциплин / Е.В.Хорольская, О.И.Нескреба, Н.В.Татарец // Застосування та удосконалення

методики викладання математики: матеріали XII регіонального науково-методичного дистантного семінару (25-26 травня 2006 р.). - Донецьк, 2006. - С.56-58.

283. Хорольська О.В. Морфологічне конструювання та оптимізація тестових завдань / О.В.Хорольська, Є.В.Єрмоєнко, К.Б.Філахтов // Тези доп. IV Міжвузівська наук.-практ. конф. "Нові інформаційні технології в навчальному процесі загально-освітньої школи та вузу" (Київ, 15-18 листопада 1995 р.).- Київ, 1995.- С.99-100.

284. Хорольская Е.В. Эвристическая линия в изложении темы «Функции и их графики» для студентов естественно-научных специальностей / Е.В.Хорольская // Праці наук. конф. Донецького національного університету за підсумками наук.-дослідної роботи за період 1999-2000 р. (секція біологічних наук).- Донецьк: ДонНУ, 2001.- С.85-87.

285. Хуторской А. В. Дидактическая эвристика: Теория и технология креативного обучения / А. В. Хуторской. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 416 с.

286. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов / А. В. Хуторской. – СПб: Питер, 2001. – 544 с.

287. Шамова Т.И. Активизация учения школьников / Т.И.Шамова. – М.: Педагогика, 1982. – 208 с.

288. Швець В.О. Математичне моделювання як змістова лінія шкільного курсу математики / В.О.Швець // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт.- Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2009.- Вип.32.- С.16-24.

289. Швець В.О. Еволюція математичного моделювання як методу пізнання і навчання / В.О.Швець, М.О.Філімонова // Математика в школі.- 2010.-№4.- С.22-25.

290. Швець В.А. О прикладной направленности школьного курса математики / В.А.Швець // Дидактика математики: проблеми і дослідження: Міжнар. зб. наук. робіт.- Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2008.- Вип.30.- 248 с.

291. Швець В.О. Оновлення методичної системи навчання математики / В.О.Швець // Тези доп. наук.-метод. конф. математичного факультету

"Проблеми навчання математики в університеті й школі".- Донецьк: ДонДУ, 1994.- С.3-6.

292. Швець В.О. Теорія та практика прикладної спрямованості шкільного курсу стереометрії /В.О.Швець, А.В.Прус.- Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2007.-156 с.

293. Шенон Р.Ю. Имитационное моделирование систем - искусство и наука /Шенон Р.Ю.; [пер. с англ.] / под ред. Е.К.Масловского. - М.: Мир, 1978. - 418 с.

294. Шкіль М.І., Колесник Т.В. Вища математика: Підручник: У 3 кн. / М.І.Шкіль, Т.В. Колесник. - К.: Либідь, 1994. - 320 с.

295. Штофф В. А. Роль моделей в познании / Штофф В.А. - Л.: ЛГУ, 1963. - 128 с.

296. Шульга Н.В. Методика реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики студентів вищих навчальних закладів економічного спрямування: Автореф. дис. ...канд.. педагог. наук: 13.00.02 / Н.В.Шульга.- Черкаси, 2010. – 20с.

297. Щукина Г.И. Проблема познавательного интереса в педагогике / Г.И.Щукина. – М.: Педагогика, 1971. – 178 с.

298. Эльконин Д.Б. Избранные педагогические труды / Под ред. В.В. Давыдова, В.П. Зинченко / Д.Б.Эльконин. - М.: Просвещение, 1989. – С. 56-61.

299. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач / А.Ф.Эсаулов. – М.: Высш. шк., 1972. – 216 с.

300. Якиманская И.С. Развивающее обучение / И.С.Якиманская.–М.: Педагогика, 1979. – 144с.

301. Якубовский М.А. Математическое моделирование профессиональной деятельности учителя: Монография / М.А.Якубовски. – Под ред. И.М.Козловской. – Львів : Євросвіт, 2003. – 428 с.

302. Якунин В.А. Психология учебной деятельности студентов / В.А.Якунин. – М. Просвещение, 1994. – 156 с.

303. Barnett R.A., Ziegler M.R. Essentials of College Mathematics-3rd. ed. Macmillan College Publishing Company. New Jersey, 1995.- 773р.

304. Berry T.J. Walbert M.S. A Pollution Control Strategy Came // The Journal of Environmental Education. – 1981. –Vol.18. – №4.
305. Driver R., Bell B. Student's thinking and the learning of science: A constructivist view // Science in science education, 1993. – Vol.13. – P.443-455.
306. Jonson T. Inclusive education. – Geneva: UN, 1994. – 158p.
307. Keitel Ch. (Ed). Mathematics, Education and Society. UNESCO. Paris, 1989.
308. Larson L.C. Problem-Solving Through Problems. Springer-Verlag. New-York. Berlin. Heidelberg. Tokyo,1993.-344 p.
309. Osborn A.F. How to become more creative. – New York, 1964.
310. Spade J.Z., Columbo L., Vanfossen B.E. Tracking in mathematics and science: Courses and course-selection procedures //Sociology of education.- Wash., 1997.- Vol. 70, N 2.- P. 108-127.
311. Zwicky F. The morphological approach to discovery, invention, research and construction. – In: Zwicky F., Wilson A.G. New methods of thought and procedure. – Berlin, 1967.