

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

Лапига Ігор Васильович

УДК 378.016:57:004 (043)

ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ У СТУДЕНТІВ ВИЩИХ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ

13.00.02 – теорія та методика навчання (біологія)

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата
педагогічних наук

Науковий керівник:

Бровдій Василь Михайлович,
доктор біологічних наук,
професор

Київ – 2011

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ У СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА	14
1.1. Зміст знань з мікроеволюції органічного світу як складової еволюційного вчення	14
1.2. Проблема ефективності формування знань з мікроеволюції в теорії і практиці навчання.....	32
Висновки до першого розділу	46
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ У ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ	50
2.1. Комп'ютерні засоби навчання та дидактично-методичні можливості їх застосування в навчальному процесі	50
2.2. Психолого-педагогічні засади ефективного проектування і застосування педагогічних програмних засобів	70
2.3. Загальна характеристика педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”	82
2.4. Методика формування знань з мікроеволюції у студентів із застосуванням “Microevolution 1.0”	108
Висновки до другого розділу	140
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ “MICROEVOLUTION 1.0”	144
3.1. Загальна характеристика педагогічного дослідження і виявлення рівня адекватності оцінювання знань з	

мікроеволюції у студентів засобами “Microevolution 1.0” та традиційним методом контролю	144
3.2.....	Пе
ревірка ефективності методики формування знань з мікроеволюції у студентів із застосуванням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”	157
Висновки до третього розділу	168
ВИСНОВКИ	171
ДОДАТКИ	175
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	272

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВПНЗ – вищий педагогічний навчальний заклад

КЗН – комп’ютерні засоби навчання,
(синонім засобів автоматизації навчання)

ІТ – інформаційні технології

ППЗ – педагогічний програмний засіб

АНС – автоматизовані навчальні системи

МОН – Міністерство освіти і науки

НАН – Національна академія наук

ЗНЗ – загальноосвітній навчальний заклад

ВСТУП

Актуальність теми. Перед сучасними вищими навчальними закладами поставлено завдання підготовки фахівців, спроможних в умовах зростання складності і об'єму наукової та навчальної інформації активно застосовувати в практичній діяльності новітні педагогічні програмні засоби (ППЗ).

В дослідженнях В. В. Одетової [1], А. Г. Міхнушева [2], Р. Л. Балакіна [3], С. М. Яшанова [4], Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемії [5], Є. М. Смирнової-Трибульської [6], П. К. Гороль [7] обґрунтовано підвищення ефективності процесу формування знань студентів завдяки застосуванню новітніх комп'ютерних засобів навчання (КЗН).

Активному впровадженню КЗН на сучасному етапі розвитку вищої освіти в Україні сприяє державна програма “Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці”. Метою програми є “створення умов для розвитку освіти і науки шляхом розробки та впровадження конкурентоспроможних комп'ютерних програм як складової інформаційно-комунікаційних технологій” [8, с. 45].

В умовах фундаменталізації змісту вищої освіти і скорочення навчального часу, відведеного на лекційні і лабораторні заняття, у тому числі й з еволюційного вчення, значно зріс обсяг інформації з навчального розділу “Мікроеволюція” для самостійного опрацювання студентами біологічних спеціальностей вищих педагогічних навчальних закладів (ВПНЗ).

Це один із центральних і складних розділів еволюційного вчення, в якому розкриваються сутність і особливості початкових етапів еволюції органічного світу. Результатом мікроеволюції є утворення нових видів організмів. Основними проблемами мікроеволюційних перетворень, які необхідно пізнати студентам біологічних спеціальностей ВПНЗ, є біологічний вид, його ознаки і структура, природні механізми і способи утворення нових видів організмів.

Розуміння механізмів мікроеволюції лежить в основі знань про великомасштабні процеси еволюції (макроеволюцію) і тому є важливим для формування наукового світогляду майбутніх вчителів біології.

Складність навчального матеріалу зумовила появу у студентів труднощів в розв'язанні протиріч трактування наукових фактів і теорій, опануванні складними поняттями видоутворення, формуванні умінь виявляти фактори спрямування еволюції, моделюванні і поясненні на основі наукових фактів особливостей дії механізмів мінливості, спадковості, природного добору тощо. Це негативно впливає на якість освіти і актуалізує проблему підвищення ефективності формування у студентів знань з мікроеволюції.

Серед КЗН найпростішим і зручним засобом навчання є педагогічний програмний засіб, тому його застосовано в даному педагогічному дослідженні. Використання ППЗ, вносить істотні зміни в діяльність педагога, ставить нові вимоги до діяльності викладача у викладанні навчальних дисциплін, вимагає чіткої організації диференційованої та індивідуальної роботи з кожним студентом під час навчально-виховного процесу.

Сучасні КЗН надають студентам ВПНЗ зручні можливості для самостійного опанування складним навчальним матеріалом.

Недостатня кількість розробленого автоматизованого навчального програмного забезпечення з мікроеволюції ускладнює комп'ютеризацію навчального процесу з біології і розв'язання вище згаданих проблем. Це обумовлює необхідність створення україномовного комп'ютерно-орієнтованого засобу навчання і розробки на його основі педагогічно-обґрунтованої методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Отже, проблема застосування комп'ютерних засобів навчання для підвищення ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів є актуальною і потребує наукового дослідження.

Актуальність проблеми, її практична значущість, а також недостатня дослідженість в теорії і методиці навчання біології обумовили вибір *теми дослідження*: “Формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням комп’ютерних засобів навчання”.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження є складовою частиною комплексної теми кафедри зоології Інституту природничо-географічної освіти та екології Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова “Закономірності функціонування біологічних систем” (державний реєстраційний номер 0106U000903). Тема дослідження затверджена на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 9 від 26.05.2005 р.) та узгоджена в Раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки та психології в Україні (протокол № 10 від 26.12.2006 р.).

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні методики формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів біологічних спеціальностей із застосуванням комп’ютерних засобів навчання та експериментальній перевірці її ефективності.

Для досягнення поставленої мети визначено такі **завдання дослідження**:

1. На основі аналізу педагогічної теорії і практики виявити проблеми формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів та окреслити можливі шляхи їх усунення із застосуванням комп’ютерних засобів навчання з біології.

2. Спроекувати і створити педагогічний програмний засіб з мікроеволюції для майбутніх учителів біології.

3. Розробити і теоретично обґрунтувати методику формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням створеного педагогічного програмного засобу.

4. Експериментально перевірити ефективність методики формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням педагогічного програмного засобу.

Гіпотеза дослідження базується на припущенні, що підвищення ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів можливе за умови застосування в навчальному процесі комп'ютерних засобів навчання, зокрема педагогічного програмного засобу "Microevolution 1.0".

Об'єкт дослідження – навчально-виховний процес з біології у вищих педагогічних навчальних закладах.

Предмет дослідження – принципи, зміст, методи і засоби формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням комп'ютерних засобів навчання.

Теоретико-методологічною основою дослідження є сучасні психолого-педагогічні теорії, зокрема: теорія програмованого навчання Б. Ф. Скіннера [9], Н. А. Краудера [10] та ін.; теорія змісту освіти І. Я. Лернера, В. С. Ледньова [11] та ін.; теорія поетапного формування розумових дій П. Я. Гальперіна [12], Н. Ф. Талізінної [13]; теорія проблемного навчання І. Я. Лернера [11], М. М. Скаткіна [14] та ін.; теорія діяльнісного підходу до навчання О. М. Леонтєва [15], О. В. Запорожця [16], Л. С. Виготського [17] та ін.; теорія розвивального навчання Д. Б. Ельконіна [18], Л. В. Занкова [19] та ін.; результати досліджень відомих вітчизняних та зарубіжних психологів, дидактів, методистів про закономірності навчально-виховного процесу.

Основою при розв'язуванні поставлених завдань слугували: концепція логіко-психологічних основ використання комп'ютерних засобів у навчанні В. М. Монахова [20], Ю. І. Машбиця [21]; положення про підвищення ефективності навчально-пізнавальної діяльності Є. М. Кабанової-Меллер

[22], Н. Ф. Тализіної [23], З. І. Слєпкань [24]; концепція інформатизації освіти та формування інформаційної культури А. П. Єршова [25], М. І. Жалдака [26].

Увага зосереджувалась на основних нормативних документах, які визначають функціонування освіти: Закон України “Про вищу освіту”, Національна доктрина розвитку освіти України в XXI столітті, Державна програма “Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці” та іншим нормативним документам Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Для досягнення мети та розв’язання поставлених завдань були використані такі *методи дослідження*:

- *теоретичні* – теоретичний аналіз, систематизація і узагальнення наукової психолого-педагогічної літератури для з’ясування сучасного стану теорії і практики розв’язання проблем підвищення ефективності формування знань студентів та розкриття основних засад ефективного проектування і застосування педагогічного програмного засобу у навчальному процесі; узагальнення і моделювання інформації про досліджуваний об’єкт задля розробки методики застосування педагогічного програмного засобу у навчальному процесі;

- *емпіричні* – інтерв’ювання і опитування викладачів; педагогічне спостереження за процесом формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів та аналіз навчальних матеріалів застосовувалися для виявлення рівня підготовки студентів біологічних спеціальностей з мікроеволюції;

- *педагогічний експеримент* – (констатувальний, пошуковий і формувальний етапи) здійснювався для перевірки ефективності розробленої методики формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням педагогічного програмного засобу;

- *математичні методи* варіаційної статистики використані для опрацювання одержаних результатів дослідження кількісної і якісної оцінки

педагогічної ефективності запропонованої методики формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням педагогічного програмного засобу.

Під час створення ППЗ з мікроеволюції “Microevolution 1.0” використано результати анкетування і бесід з досвідченими викладачами кафедр біологічної спеціалізації ВПНЗ України, науково-обґрунтований теоретичний матеріал з еволюційного вчення, зокрема, навчальні посібники О. В. Яблокова, А. Г. Юсуфова “Эволюционное учение” [27], М. М. Іорданського “Эволюция жизни” [28], О. С. Северцова “Введение в теорию эволюции” [29], М. М. Воронцова “Развитие эволюционных идей в биологии” [30], В. М. Бровдія, К. П. Ільєнко, О. В. Пархоменко “Еволюція організмів” [31], засоби і методи мов комп’ютерного програмування JavaScript, HTML, ActionScript та інші.

Обґрунтованість і вірогідність одержаних результатів та основних висновків науково-педагогічного експерименту забезпечена застосуванням математичних методів варіаційної статистики, упровадженням результатів дослідження в практику вищої педагогічної освіти.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

- *вперше* обґрунтовано методику формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”. Обґрунтовано зміст і структуру педагогічного програмного засобу як експериментального чинника запропонованої методики;
- *удосконалено* засоби формування і контролю знань студентів з мікроеволюції створеним педагогічним програмним засобом “Microevolution 1.0”;
- *подальшого розвитку* набула методика навчання біології студентів вищих педагогічних навчальних закладів завдяки застосуванню в навчальному процесі комп’ютерних засобів навчання.

Практичне значення одержаних результатів визначається тим, що:

- розроблена і впроваджена в навчальний процес вищих педагогічних навчальних закладів методика формування знань з мікроеволюції з використанням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”. Застосування цього педагогічного програмного засобу сприяє не лише засвоєнню знань з мікроеволюції, а й розвиває уміння студентів використовувати комп’ютерні засоби навчання для якісного опанування знаннями;
- створені фото, відео унаочнення із звуковим супроводом для проведення лекційних, семінарських і лабораторних занять з мікроеволюції надають навчально-пізнавальній діяльності студентів дослідницького спрямування, підсилюють їх інтерес до проблем еволюції життя, прагнення набувати нових знань;
- рекомендований набір допоміжної навчальної літератури у вигляді створених електронних навчальних посібників з мікроеволюції забезпечує зручність доступу студентів до навчальної інформації;
- набір автоматизованих тестових завдань в педагогічному програмному засобі “Microevolution 1.0” забезпечує студентам об’єктивність самоконтролю рівня навчальних досягнень з мікроеволюції.

Результати наукового дослідження можна використати для розв’язання проблеми інтенсифікації формування у студентів знань з інших розділів курсу “Еволюційне вчення”.

Висвітлені в дисертаційній роботі теоретико-методичні положення формування знань з мікроеволюції і педагогічний програмний засіб “Microevolution 1.0” можуть застосовуватись на курсах підвищення кваліфікації викладачів, бути корисними для розробників комп’ютерних засобів навчання та систем штучного інтелекту.

Результати дослідження впроваджено в навчальному процесі Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (довідка № 07-10/204 від 24.05.2011 р.), Дрогобицькому державному педагогічному університеті імені Івана Франка (довідка № 1893 від

11.07.2011 р.), Переяслав-Хмельницькому державному педагогічному університеті імені Г. С. Сковороди (довідка № 507 від 27.05.2011 р.).

Апробація результатів дослідження. Основні положення і результати дослідження апробовані, обговорені та отримали схвалення на: *Міжнародних науково-практичних конференціях*: “Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність” (Умань, 2007); “Молодь та поступ біології” (Львів, 2007); “Применение новых технологий в образовании” (Троїцк, 2007); “Наука и образование без границ 2007” (Белград, 2007); “Впровадження сучасних інноваційних технологій в умовах інтеграції навчального простору України в Болонський процес” (Київ, 2008); “Науково-методичні засади управління якістю освіти в педагогічних вищих навчальних закладах” (Київ, 2008); “Інформаційно-комунікаційні технології навчання” (Умань, 2008); *Всеукраїнській науково-практичній конференції “Наукові та методичні основи викладання біологічних дисциплін у педагогічних вищих навчальних закладах України”* (Київ, 2006); *звітних наукових конференціях викладачів НПУ імені М. П. Драгоманова* (Київ, 2008-2011); *науково-практичному семінарі “Впровадження електронних навчальних засобів у навчальний процес”* (Київ, 2007), на *об’єднаних засіданнях кафедр теорії і методики навчання природничо-географічних дисциплін та зоології Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова* (2010, 2011).

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження відображено у 8 одноосібних наукових працях, серед яких: 4 статті у фахових виданнях з педагогічних наук, 1 стаття у іншому науковому виданні, 3 – у збірниках матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, 27 додатків (обсяг додатків 96 сторінок) і списку використаних джерел, що містить 220 найменувань. Основний текст складає 157 сторінок і містить 6 рисунків. Загальний обсяг дисертації 294 сторінки.

РОЗДІЛ 1
ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ У СТУДЕНТІВ
ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ
ЯК ПЕДАГОГІЧНА ПРОБЛЕМА

1.1. Зміст знань з мікроеволюції органічного світу як складової еволюційного вчення

На сучасному етапі розвитку суспільно-економічних відносин людство стурбовано негативними змінами, що відбуваються в біосфері під впливом антропогенних факторів. Недостатнє володіння знаннями закономірностей еволюції біосфери, і як наслідок, нерозумне втручання людини у розвиток природи, призвели до порушення рівноваги в природі, втрати за відносно нетривалий час значної кількості видів організмів. Подальше збідніння видового складу органічного світу згодом може поставити під загрозу і існування людства на Землі. У запобіганні загострення цієї проблеми важливе значення набуває професійна підготовка майбутніх учителів біології, зокрема, озброєння їх знаннями про закономірності утворення нових видів організмів (мікроеволюцію) і можливі шляхи подальшої еволюції біосфери. На основі цих знань учитель біології формує у підростаючого покоління матеріалістичний світогляд, спрямований на бережливе ставлення до видового різноманіття органічного світу. З огляду на це, є очевидною важливість постійного уточнення змісту знань з мікроеволюції органічного світу на основі досягнень сучасних наукових досліджень вчених в різних галузях природничих наук.

Уточнення змісту знань з мікроеволюції органічного світу ґрунтується на педагогічно спрямованому розумінні сутності поняття “знання”.

Поняття “знання”, за визначенням М. М. Верзіліна, трактується в педагогічній науці як система науково-обґрунтованих понять, про істотні ознаки, властивості речей, явищ і процесів та зв’язки між ними [32, с. 87].

Умовно знання поділяють на емпіричні і теоретичні. Емпіричні знання формуються в результаті безпосереднього контакту з предметами або явищами реального світу. Вони є, певною мірою, підґрунтям для побудови теоретичних знань, в яких розкриваються внутрішні зв’язки і закономірності об’єкту вивчення. При цьому, більшість науковців дотримуються погляду, згідно якого “до основних видів знань належать факти, поняття, закони і фундаментальні теорії” [33, с.108-109].

В дисертаційному дослідженні ми дотримуємось визначення поняття “знання” за А. В. Степанюк, яка зауважує що “знання є особливою формою духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, яка характеризується усвідомленням їхньої істинності. Це продукт пізнання людиною предметів, явищ, законів природи та суспільства, структури діяльності у вигляді уявлень і понять” [33, с. 108].

Знання з мікроеволюції органічного світу є фундаментальною складовою еволюційного вчення. Вивчення навчального курсу “Еволюційне вчення” у ВПНЗ України передбачено згідно “Стандарту вищої освіти” [34] і навчальних планів підготовки спеціалістів та магістрів за спеціальністю “Біологія”.

Теоретичні основи цього навчального курсу згруповано в трьох розділах: перший – історія розвитку еволюційних ідей, другий – мікроеволюція, третій – макроеволюція (додаток А.1).

Навчальний модуль “Мікроеволюція” містить значний обсяг науково-обґрунтованого фактичного матеріалу з зоології, ботаніки, генетики, екології, біохімії, фізіології та інших природничих наук, зокрема, вчення про “вид”, його структуру, критерії та загальні ознаки, генетичні основи еволюції, форми мінливості, мутації та їх класифікацію, популяції, боротьбу за існування, елімінацію, адаптації, механізми утворення нових видів

організмів, який повинні опанувати студенти біологічних спеціальностей ВПНЗ під час навчального процесу. Знання з мікроеволюції являють собою послідовно і логічно побудовану систему понять (додаток А.2).

Цілями навчального модуля “Мікроеволюція” є:

- *навчальна*: формувати знання про “біологічний вид”, його структуру і критерії, генетичні основи еволюції, основні форми мінливості організмів, мутації та їх класифікацію; фактори еволюції (мутаційний процес, популяційні хвилі, ізоляцію і природний добір); механізми адаптацій, способи видоутворення, вид як основний етап еволюції органічного світу; розкрити їх роль в еволюційному розвитку органічного світу;
- *виховна*: розвивати пізнавальні здібності і мислення для формування культури розумової праці студентів, здійснювати естетичне та екологічне виховання за допомогою педагогічних програмних засобів; формувати науковий світогляд;
- *розвивальна*: формувати наукове мислення, інтерес і мотиви до пізнання механізмів природних еволюційних явищ і процесів, факторів і рушійних сил еволюції організмів; розвивати вміння використовувати набуті знання з мікроеволюції в навчальній, педагогічній практиці, для дослідження загальнобіологічних явищ і процесів; вдосконалювати навички роботи з ППЗ.

Під час вивчення навчального модуля “Мікроеволюція”, відповідно до державного “Стандарту вищої освіти” [34], у студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ передбачено формування певного обсягу компетенцій (додаток А.3, табл. А.3.1). Згідно навчальних планів підготовки фахівців за спеціальністю “Біологія”, студенти повинні знати:

- історію концепції виду, критерії, загальні ознаки і структуру виду, проблеми виду, основні способи видоутворення;
- мікроеволюційні процеси, форми мінливості і мутацій, елементарні фактори еволюції і їх значення в еволюції;

- форми боротьби за існування;
- рушійні і спрямовуючі сили еволюції, основні форми природного добору та їх еволюційне значення.

Студенти повинні вміти:

- застосовувати набуті теоретичні знання в практичній діяльності;
- на основі знань з мікроеволюції робити наукові узагальнення щодо основних напрямів, тенденцій еволюційного розвитку живої природи та її окремих систематичних груп;
- характеризувати і пояснювати механізми еволюційних явищ та процесів на основі переконливих наукових фактів;
- формувати в собі науковий, матеріалістичний світогляд.

Розкриємо детальніше основний зміст знань з мікроеволюції органічного світу.

В результаті аналізу наукових джерел [35 – 42] встановлено, що протягом тривалого історичного часу погляди вчених на процеси походження та розвиток нових видів організмів залишаються суперечливими.

Уявлення про живу природу, як систему, що розвивається, існували ще з часів античної філософії, зокрема, у працях Геракліта Ефеського, Фалеса Мілетського, Анаксимена, Анаксимандра (VI – поч. V ст. до н. е.) та ін.. В епоху середньовіччя, під впливом церковної доктрини християнства, панувала концепція креаціонізму про незмінність створених Богом видів живих організмів, яка базувалась здебільшого на догматичних віруваннях, а не підтверджених фактах. Проте, у XVIII ст. вчені-трансформісти Е. Дарвін (Англія), Ж. Бюффон (Франція), А. Каверзнев (Росія), на основі науково-обґрунтованих фактів спільних ознак у більшості груп рослин і тварин та існуванні перехідних форм між спорідненими видами, відстоювали думку, що види тварин і рослин не були створені Творцем такими і в такій кількості, як вони спостерігаються сьогодні, а виникли один від одного [43, с. 4-12]. Незважаючи на прогресивність концепції трансформізму, її прихильники

тривалий час не могли пояснити механізми і причини мінливості видів організмів, тому позиції креаціонізму залишалися непохитними.

З виходом у світ в 1859 році основної праці Ч. Р. Дарвіна “Про походження видів шляхом природного добору або збереження сприятливих порід в боротьбі за життя” [44] ідей трансформізму набули підтвердження і подальшого розвитку. Зокрема, в запропонованій теорії еволюції органічного світу Ч. Р. Дарвін розкрив реально існуючі в природних умовах рушійні сили (фактори) еволюції, показав і на основі наукових фактів довів важливість невизначеної спадкової мінливості, боротьби за існування та природного добору для пояснення будь-яких змін організмів в процесі еволюції.

Результати сучасних наукових досліджень вчених-природодослідників підтвердили істинність основних положень еволюційної теорії Ч. Р. Дарвіна, проте, протистояння її супротивників сьогодні не зменшились. Чимало прихильників креаціонізму у своїх працях [45 – 52] і освітній діяльності відстоюють ідеї антидарвінізму про незмінність органічного світу створеного надприродною силою. При цьому, для доказу правомірності своїх поглядів вони здебільшого використовують деякі факти, висвітлюючи їх поверхнево і безсистемно.

Важливість еволюційної теорії як світоглядної системи є очевидною, адже в ній логічно, системно і переконливо пояснені механізми та процеси еволюції органічного світу. На нашу думку, глибинне і системне розуміння складних механізмів і процесів початкового етапу еволюції, зокрема, утворення нових видів організмів (мікроеволюції) є одною із важливих передумов формування наукового еволюційного світогляду у студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ. З огляду на це, розкриємо зміст вчення про мікроеволюцію та детальніше проаналізуємо на основі фактичного наукового матеріалу сутність процесу утворення нових видів організмів.

У науці, розуміння будь-якого природного процесу ґрунтується на виділенні в його межах елементарної системи – одиниці, в якій він

відбувається, елементарних змін або явищ, зумовлених дією цього процесу, елементарного матеріалу, з якого складаються зміни, та елементарних факторів – основних рушійних сил всієї системи [53, с. 207]. В теорії еволюції органічного світу наукове розуміння процесу утворення нових видів організмів ґрунтується на виділенні в його межах: елементарної одиниці системи – популяції; явищ, спричинених дією цього процесу – мутації, адаптації, ізоляції, елімінації; елементарного матеріалу, з якого складаються зміни – спадкової мінливості; рушійних сил еволюції – природного добору.

Поняття “мікроеволюція” вперше запропонував застосовувати у науці в 1927 році російський генетик Ю. О. Філіпченко, при дослідженні механізмів еволюційних перетворень в межах виду, на противагу еволюційним процесам великого масштабу (макроеволюції). В сучасному тлумаченні, за генетиками-еволюціоністами Ф. Г. Добжанським і М. В. Тимофєєвим-Ресовським, “цим поняттям охоплюються всі еволюційні процеси, що відбуваються в природних популяціях і можуть призвести до утворення нових видів” організмів [31, с. 91].

Сьогодні, в еволюційній теорії залишаються актуальними чимало проблем мікроеволюції. Поняття “проблема”, з науковій літературі [54, с. 44] трактується як складне теоретичне чи практичне питання, що потребує спеціального вивчення і позитивного розв’язання. Це суперечлива ситуація, яка має вигляд протилежних позицій під час пояснення будь-яких явищ, об’єктів і процесів, що потребує адекватної теорії для її вирішення. На відміну від відповіді на запитання, вирішення проблеми не міститься в науковому знанні, що вже існує, і тому не може бути здобуте шляхом простого перетворення наукової інформації. Сутністю проблеми є суперечності між науковими та їх теоретичним осмисленням, між науковими теоріями які конкурують. Одна з актуальних проблем мікроеволюції – точне визначення елементарної еволюційної одиниці. Після виходу у світ в 1859 році наукової праці Ч. Р. Дарвіна “Про походження видів шляхом природного добору або збереження сприятливих порід в боротьбі за

життя” [44] в еволюційній теорії панувала гіпотеза, згідно якої елементарною еволюційною одиницею є “вид” – сукупність особин з спільними морфофізіологічними ознаками, які займають спільну територію і об’єднані можливістю схрещуватися один з одним [27, с. 188]. Проте, в 70-х роках ХХ століття на основі результатів досліджень вчених генетиків і екологів було встановлено, що елементарною еволюційною одиницею є “популяція” – територіальна сукупність особин одного виду, об’єднана панміксією (можливістю вільного схрещування) і відокремлена протягом тривалого часу від подібних сукупностей особин тиском ізоляції. Саме популяція серед інших структурних одиниць видової системи, зокрема, сімей, стад, зграй, тощо є елементарною одиницею, оскільки вона має власну еволюційну долю, тобто здатна існувати ізолювано в середині виду протягом відрізка часу, відчутного у масштабах еволюційного процесу, який триває тисячі і мільйони років [53, с. 209]. За цих умов, вид постає не просто як група генетично близько споріднених особин, які можуть вільно схрещуватись одна з одною і давати плідних нащадків, але як група природних популяцій, які схрещуються і репродуктивно ізолювані від інших подібних угруповань.

Генетична гетерогенність зумовлена виникненням час від часу нових мутацій і більшою мірою комбінаторикою, рекомбінацією генотипів при статевому процесі. У 1926 році С. С. Четверіков [27] виявив на основі формули Харді, що мутації, здебільшого, виникають і зберігаються в рецесивному (прихованому) стані, не порушуючи загального вигляду популяції. Генетична гетерогенність надає можливість популяції (і виду в цілому) використовувати для пристосування зміни не тільки нещодавно утворені, але й ті, які виникли у давні часи і зберігаються в популяції у прихованому стані. У відносно сталих умовах існування популяцій, їх генетичний склад залишається в середньому статично незмінним. Проте, якщо популяція зазнає значного або незначного але тривалого і постійно спрямованого тиску зовнішніх факторів, неминуче відбувається елементарне еволюційне явище – стійка зміна генотипового складу популяції.

В природному середовищі постійно діє всезагальна мінливість органічного світу: двох однакових особин знайти неможливо, навіть серед нащадків однієї пари батьків особини завжди мають відмінності. Цей висновок Ч. Р. Дарвіна підтверджено фактичним матеріалом досліджень сучасної генетики. Зокрема, вченими виявлено, що на молекулярно-генетичному рівні організації життя на Землі немає двох статично незмінних і однакових молекул, атомів, електронів. Навіть при абсолютному нулі (-273^0 С) електрони не припиняють рухатися за своїми орбітами, не припиняється термічна флуктація атомів. Ця флуктація атомів статистично неминуче і спонтанно зумовлює появу час від часу порушення в молекулах, які шифрують код (ген) спадкової інформації. Внаслідок цього, під час здійснення процесу редуплікації виникає не абсолютна копія, а частково змінена молекула дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК). Завдяки матричному принципу, ці зміни (мутації) в будові спадкової матриці багаторазово відтворюються, за умови, якщо набуті зміни не знижуватимуть загальну життєздатність нових особин. В процесі матричного копіювання спадкових молекул відбуваються помилки у послідовності розташування нуклеотидів, які також зумовлюють спадкові зміни. Ці дві причини – спонтанний мутаційний процес і помилки копіювання є першопричинами спадкової мінливості ознак і властивостей органічного світу [27, с. 114].

Ч. Р. Дарвін на основі результатів своїх досліджень виділив спадкову і неспадкову форми мінливості органічного світу. Згодом, датський генетик В. Йогансен запропонував неспадкові зміни, що виникли під впливом факторів абіотичного середовища (температура, світло, вологість тощо) у межах реалізації однієї норми реакції, називати модифікаціями [53, с. 191]. Проте, за результатами сучасних досліджень генетиків, всі ознаки і властивості організмів спадково обумовлені. В процесі розмноження від покоління до покоління передаються не ознаки, а код спадкової інформації, який визначає можливість розвитку майбутніх ознак в певному діапазоні, тобто, успадковується не ознака, а норма реакції (комплекс можливостей розвитку)

особини на вплив (дію) зовнішнього середовища. Всю мінливість будь-якої ознаки, або властивості в межах норми реакції, прийнято називати фенотиповою. В загальній фенотиповій мінливості виділяють генотову і паратипову (зумовлену впливом зовнішнього середовища). При цьому, генотипова мінливість популяції характеризує спадковість ознаки [27, с. 114].

В еволюційній теорії на основі результатів аналізу ролі різноманітних сил, які впливають на популяції, виділено основні групи еволюційних факторів: мутаційний процес, популяційні хвилі, ізоляцію і природній добір. Мутації, як елементарний еволюційний матеріал, є основою для здійснення всіх змін в межах популяцій. Проте, для того щоб в популяції могли виникнути ті або інші елементарні еволюційні явища, тобто розпочатися процес еволюції, елементарний матеріал повинен зазнати впливу еволюційних факторів [27, с. 122].

За умови відсутності перешкод для здійснення схрещувань особин, в популяціях виникають нові сполучення алелей. При цьому, генетична комбінаторика може багаторазово змінювати локалізацію окремих мутацій: вони можуть входити до складу нових геномів, опинятися в різному генотиповому середовищі, поруч з новими мутаціями, забезпечуючи цим генетичну унікальність будь-якої особини. Комбінативна мінливість разом з механізмом розподілу хромосом в мейозі, випадковою зустріччю гамет при заплідненні і процесом кросинговеру є виключно важливим фактором посилення тиску мутаційного процесу в популяціях. Проте, безмежна мінливість була б шкідливою для організмів, оскільки не дозволяла б корисним комбінаціям генів закріплюватися, тому в еволюції виробились механізми, які зменшують генотипову мінливість. На рівні особини генетична стабільність підтримується механізмом мітозу і розподіленням генів в геномі за групами зчеплення в певних хромосомах. На рівні популяції, зменшення мінливості забезпечується обмеженням вільного схрещування особин. В природних умовах існує постійна рівновага сил, які зумовлюють

появу генетичної мінливості і сил, спрямованих на обмеження цієї потенційно безмежної мінливості [27, с. 124].

Важливість еволюційного значення мутаційного процесу в тому, що він підтримує високий ступінь гетерогенності природних популяцій, забезпечуючи постачання елементарного еволюційного матеріалу для дії інших факторів еволюції (здебільшого, природного добору). Спонтанність і непередбаченість мутаційного процесу не дозволяють вважати його спрямовуючим фактором еволюції в межах популяції. У відносно стабільних умовах існування популяції, мутаційний процес обумовлює появу “резерву” (надлишку) спадкової мінливості, що спричинює збільшення навантаження на генетичну систему, проте, таке навантаження є виправданим, оскільки при зміні умов навколишнього середовища, використанням мутацій з цього резерву забезпечується адаптація і виживання популяції [27, с. 128].

О. В. Яблоков та А. Г. Юсуфов зауважують, що популяційні хвилі (коливання чисельності особин) є основною загальною властивістю популяції, вони характерні для всіх без виключення видів живих організмів. Причини цих коливань різноманітні і належать до біотичних та абіотичних факторів середовища. На відміну від природного добору, дія хвиль коливань чисельності характеризується, здебільшого, не вибірковою, а випадковою загибеллю особин [27, с. 129].

В природних умовах діють різноманітні популяційні хвилі, серед яких основними є: періодичні і неперіодичні коливання чисельності, спалахи чисельності видів в нових районах заселення, де відсутні їх природні вороги, різкі неперіодичні коливання чисельності, зумовлені руйнуванням біогеоценозів або ландшафтів. Еволюційне значення популяційних хвиль полягає в тому, що вони обумовлюють появу випадкового коливання концентрацій різних генотипів і мутацій в популяції. Наприклад, якщо за певних несприятливих умов чисельність популяції різко зменшується, то від численної популяції можуть залишитися окремі особини. Частина цих особин може вижити за наявності ознак корисних в даних умовах, інша частина

випадково. В популяції, яка пережила катастрофічне скорочення чисельності особин, частота генів (точніше алелей) буде іншою, ніж у первинній популяції до початку спаду чисельності. Якщо слідом за скороченням чисельності настає нова хвиля різкого збільшення чисельності, то початок цьому надають нечисленні особини, які вижили. Їх генотиповий склад і визначатиме нову генетичну структуру всієї популяції у період наступного збільшення її чисельності. При цьому, мутації, які раніше існували в незначній кількості, можуть зникнути з популяції, а концентрація інших мутацій може різко підвищитися. За сприятливих умов таке випадкове і короткочасне коливання чисельності може зумовити появу елементарного еволюційного явища – зміну фенотипового складу популяції [27, с. 130].

Одним із факторів тривалої дії, який забезпечує здійснення процесу видоутворення, є ізоляція – виникнення різноманітних перешкод, які заважають вільному схрещуванню особин. Тривала ізоляція особин поділяє первинну популяцію на дві або більше частини і цим обумовлює збільшення та закріплення розбіжностей між популяціями та окремими частинами всіх особин виду. Згодом, новоутворена розбіжність може посилюватися дією природного добору аж до виникнення репродуктивної ізоляції, яка в кінцевому результаті обумовлює появу нового виду. Оскільки ізоляція спричинює елементарні еволюційні зміни в елементарних еволюційних одиницях, вона є важливим, але не провідним фактором. За проявом в природних умовах виділяють просторову і біологічну ізоляції. Просторова ізоляція може існувати як перешкода (річка – для сухопутних форм, гірський хребет – для долинних форм тощо) між частинами особин виду і як перешкода відстанню. На відміну від територіальної, біологічна ізоляція визначається відмінностями особин всередині виду. Біологічну ізоляцію забезпечують дві групи еволюційних механізмів. До першої групи належать механізми, які створюють перешкоди до початку схрещування (запобігають втраті гамет), до другої групи належать механізми, які створюють перешкоди під час схрещування (наприклад, морфологічні відмінності органів

розмноження). В природних умовах тиск дії цих механізмів на популяцію є тривалим і потужним. Дія ізоляції на еволюційний матеріал статична і неспрямована, в цьому вона схожа на інші фактори, зокрема, мутацію і популяційні хвилі [27, с. 132-140].

Популяційні хвилі, мутаційний процес, ізоляція навіть при спільній дії не можуть спрямувати еволюційний процес видоутворення. Єдиним рушійним і спрямовуючим еволюційним фактором є природний добір.

Результатом боротьби за існування є, з одного боку, виживання краще пристосованих організмів, з іншого, елімінація, тобто вимирання, або усунення від розмноження менш пристосованих. Цей природний процес вперше встановив та блискуче обґрунтував Ч. Р. Дарвін, назвавши його природним добром [27, с. 22]. Результати досліджень генетиків поглибили основні положення вчення Ч. Р. Дарвіна про природний добір, акцентували увагу на важливих генетичних наслідках дії добору.

За сучасними уявленнями, в процесі природного добору важливим є не стільки виживання або загибель особин, скільки їх диференціальне розмноження. Головне значення в еволюції має внесок кожної особини в генофонд популяції. Найбільший внесок в генофонд популяції робить особина, яка залишає найчисленніше потомство, тобто без розмноження вклад особини в генофонд популяції дорівнює нулю. Тільки успіх у поширенні і закріпленні певних алелей в популяціях зумовлює виникнення елементарного еволюційного явища, яке є основою будь-якого еволюційного процесу. У відповідності до цього, під природним добром розуміють вибіркоче (диференціальне) відтворення різних генотипів або генних комплексів. При цьому, природний добір здійснюється за фенотипами, тобто за результатами реалізації генетичної інформації у вигляді певної ознаки або властивості. Оскільки вплив дії добору можуть зазнавати окремі особини, популяції, групи популяцій і види, вчені-еволюціоністи розрізняють індивідуальну та групову форми добору [27, с. 144].

В еволюції органічного світу важлива творча роль належить природному добору, який, здійснюючи елімінацію частини первинних форм на основі закономірностей мінливості і спадковості обумовлює виникнення нових, раніше неіснуючих форм організмів [53, с. 244]. При цьому, природній добір об'єктивно визначає напрям утворення адаптацій, творчо відбираючи тільки ті, які є придатними за даних умов існування.

У сучасній біології проблема адаптації розглядається в двох напрямках: перший – виявлення адаптивного характеру певних особливостей будови організмів, другий – виявлення загальних рис розвитку адаптацій в процесі еволюції. Відповідно цим напрямкам, під адаптацією розуміють морфофізіологічні властивості організмів в певних умовах існування [27, с. 176]. Виникнення таких адаптацій можливе тільки за умови появи в популяції (виді) спеціалізованої ознаки до умов навколишнього середовища. Серед численних фактів пристосування живих організмів до умов навколишнього середовища умовно виділяють адаптації, які характеризують адаптивну роль засобів пасивного захисту, взаємного пристосування видів, будови складних органів та поведінки в житті тварин [27, с. 166]. До засобів пасивного захисту належать такі структури і особливості, які своєю наявністю визначають більшу вірогідність збереження життя особин в боротьбі за існування. Наприклад, колючки у рослин (кактусів, шипшини та ін.) ефективно захищають від травоядних тварин, а голки у тварин (їжаків, дикобразів) захищають від хижаків. Ефективними засобами пасивного захисту у організмів є наявність приховуючого (маскуючого) або застережного забарвлення, форми тіла та відповідної поведінки [27, с. 167].

Під час вивчення мікроеволюційних процесів значної уваги надається складним адаптаціям, до яких належать здатність до комахоїдності у рослин, виникнення взаємних (кoeволюційних) пристосувань у комах і квіткових рослин, тощо.

Хижацтво для квіткових рослин є явищем незвичайним, проте, в природному середовищі існує чимало видів комахоїдних рослин. Серед них,

наприклад, росянка (*Drosera rotundifolia* L.) використовує для лову і перетравлення комах, листки з чутливими волосинками та секреторними клітинами, які виділяють липку, приваблюючу комах ароматну рідину. Якщо приваблена ароматом комаха сідає на листок, вона прилипає до нього і після загортання листком перетравлюється за допомогою ферменту пепсину, який виробляється та зберігається у кулеподібних кінчиках волосків листка.

Характерним прикладом взаємного пристосування у комах і квіткових рослин є запилення бджолами квітки шавлії з родини губоцвітих. Квітка шавлії побудована так, що для отримання нектару, бджоли змушені глибоко занурювати голову всередину квітки, при цьому рухомі тичинки квітки б'ють бджолу по спині і залишають на ній пилок. Перелітаючи з квітки на квітку в пошуках нектару, бджола залишає пилок на приймочках інших квітів, здійснюючи перехресне запилення шавлії [31, с. 73].

Вище згадані форми адаптацій є лише окремими прикладами серед всіх існуючих в природі, проте, навіть на їх основі видно, що пристосування в природному середовищі виникають не раптово у готовому вигляді, а формуються тривалий час в процесі еволюції. Формування адаптацій здійснюється в результаті дії природного добору, який перетворює випадкові зміни генотипового складу популяції на ознаки і властивості необхідні для виживання виду в даних умовах навколишнього середовища [27, с. 177].

Мікроеволюційні зміни, що виникають під впливом спрямовуючої дії природного добору, можуть зумовлювати появу нового виду – найістотнішого етапу процесу еволюції. В умовах наявності значної різноманітності видів у природі і недостатньої повноти знань про них в біологічній науці залишається актуальною проблема точного формулювання поняття “вид”. За визначенням О. В. Яблокова і А. Г. Юсуфова, видом вважається “сукупність особин із спільними морфологічними ознаками, що займають спільний (суцільний або розірваний) ареал, об'єднаних можливістю схрещуватися один з одним та відокремлених від інших видів біологічною ізоляцією (несхрещуваністю)” [27, с. 183]. Таке формулювання

поняття “вид” є правомірним лише для форм організмів з перехресним заплідненням, а для агамних, партеногенетичних і самозапліднюючих форм прийнято вважати “видом” систему близькоспоріднених біотипів – групу фенотипно і генотипно схожих особин, які займають спільний мікроеарал. Проблеми застосування формулювання поняття “вид” виникають також і в палеонтології. Оскільки в палеонтологічній науці, форми організмів вивчаються не тільки в просторі, але і в часі, вчені застосовують для визначення відрізка філогенетичного стовбура поняття “фратрії” [27, с. 189].

В біологічній науці залишається актуальною проблема моделювання мікроеволюційних процесів, зокрема, утворення нових видів організмів. В природних умовах існування організмів складний процес видоутворення здійснюється алопатричним, симпатричним і філетичним способами. При алопатричному способі видоутворення поява нових видів може здійснюватись шляхом фрагментації, розпаданням ареалу широко поширеного батьківського виду (наприклад, поширення конвалії від Євразії до Далекого Сходу), або шляхом розселення батьківського виду з центру ареалу на периферійні ділянки, де згодом популяції і їх групи стають формами нових видів (наприклад, розселення по Земній кулі синиці великої – *Parus major* L.).

При симпатричному способі видоутворення новий вид виникає всередині ареалу батьківського виду шляхом екологічного видоутворення і поліплоїдією. Екологічне видоутворення здійснюється шляхом формування екологічних рас від батьківського виду, їх поява обумовлюється проявом екологічної (біотопічної), сезонної репродуктивної ізоляції. Для поліплоїдії характерним є виникнення нових видів в результаті подвоєння, потроєння і т. д., основного набору хромосом батьківських форм. В межах поліплоїдії виділяють алополіплоїдію і автополіплоїдію. Для алополіплоїдії характерним є видоутворення шляхом гібридизації з подальшим подвоєнням числа хромосом (наприклад, утворення культурної сливи *Prunus domestica* L. – $2n=48$ в результаті гібридизації терену *Prunus spinosa* L. – $2n=32$ з аличею

Prunus divaricata Ehrh. $2n=16$) [27, с. 198]. При автополіплоїдії видоутворення здійснюється на основі спонтанного, спадкового, кратного збільшення числа хромосом в клітинах організмів. Наприклад, у картоплі – 12, 24, 48, хромосом, у хризантем – 9, 18, 27, 36, ... 90 хромосом.

На відміну від алопатричного і симпатричного способів утворення нових видів, при філетичному видоутворенні батьківський вид, змінюючись в ряді поколінь, перетворюється на новий без поділу на дочірні. Такий новоутворений вид можна виділити на основі порівняння морфологічних характеристик груп різних поколінь (здебільшого, на основі палеонтологічного матеріалу) [31, с. 106].

За О. В. Яблоковим і А. Г. Юсуфовим, загальна модель процесу утворення нових видів організмів є такою: під впливом тиску різноманітних елементарних еволюційних факторів всередині видового ареалу в популяціях можуть виникати елементарні еволюційні явища – зміни генотипового складу популяції. Згодом, за умови появи тривалої ізоляції, новоутворені зміни генотипового складу популяції можуть значно поглиблюватися і в кінцевому результаті обумовити появу нових підвидів – груп популяцій одного виду, які морфологічно відрізняються одна від одної. Якщо особини з різних популяцій всередині виду мають можливість хоч зрідка схрещуватися одні з одними і залишати плідних нащадків, вид залишається єдиною складною системою. Проте, під впливом значного тиску тривалої ізоляції потік генетичної інформації між популяціями може припинитися і накопичені зміни генетичної інформації обумовлять неможливість схрещування цих популяцій при подальших зустрічах. Виникнення такої репродуктивної ізоляції між різними частинами видового населення означає поділ (у часі і просторі) батьківського виду на два, тобто утворення нового виду [27, с. 190-192].

Узагальнюючи вище зазначене, можна зробити висновок, що протягом тривалого історичного часу погляди вчених-природодослідників на процеси початкового етапу еволюції (видоутворення) органічного світу ґрунтувались

на недостатньо підтверджених наукових фактах, тому були здебільшого суперечливими і помилковими. Сьогодні, в умовах інтенсивного розвитку біологічних наук, зокрема, генетики, молекулярної біології та ін., отримано чимало фактичного науково-обґрунтованого матеріалу, який розкриває істинний зміст процесів мікроеволюції. Проте, протистояння діалектичних і метафізичних поглядів вчених-природодослідників на проблеми мікроеволюції органічного світу триває.

В цих умовах невпинного протистояння поглядів вчених на проблеми мікроеволюції, особливого значення набуває політипова концепція виду, спрямована на формування матеріалістичного, еволюційного світогляду. Згідно цієї концепції вид розглядається як складна генотипова система, в якій особини на спільному (суцільному або частково розірваному) ареалі володіють спільними морфофізіологічними ознаками (спільним генофондом), мають можливість вільно схрещуватися одна з одною і захищені від проникнення генів іншого виду перешкодами ізоляції. Біологічний вид стійкий до змін навколишнього середовища і пристосований до оптимального використання розмаїття умов існування.

Високий рівень пристосувань виду до змін умов навколишнього середовища забезпечується наявністю елементарних еволюційних факторів, серед яких основними є мутаційна, комбінативна і модифікаційна форми мінливості, популяційні хвилі, ізоляція та природний добір. Проте, найважливішою передумовою для здійснення адаптивної і прогресивної еволюції (виживання і подальшої нормальної життєдіяльності організмів) є адаптація організмів до певних умов існування, яка формується під впливом дії природного добору.

Природний добір, як результат боротьби організмів за існування, є творчою, спрямовуючою і рушійною силою, яка векторизує і інтегрує окремі зміни в адаптації. Дія природного добору на кожний вид організмів визначається особливостями генетичної системи (генотипового складу)

даного виду, специфікою його характеру і взаємозв'язків з навколишнім середовищем.

Результат природного добору значною мірою залежить від умов, в яких він діє. В умовах функціональної взаємозалежності між різними сприятливими генотипами в межах однієї панміктичної (в умовах вільного схрещування особин) популяції під впливом дії природного добору виникає поліморфізм. Спрямовані зміни генофондів популяцій в різних частинах ареалу під впливом різноманітних факторів (динаміки чисельності, міграції, ізоляції тощо) можуть призводити до зниження панміксії між популяціями виду, що спричинює утворення двох або кількох видів від одного батьківського. З виникненням нових видів розпочинає діяти міжвидовий добір, який спрямовує їх подальшу еволюційну долю: або новоутворений вид розвиватиметься і стане батьківським для групи інших нових видів, або вимре.

Наукове розуміння механізмів і процесів початкового етапу еволюції (видоутворення), передбачає оволодіння студентами біологічних спеціальностей ВПНЗ умінням відстоювати свої погляди з проблем мікроеволюції на основі науково-обґрунтованого фактичного матеріалу, використовувати набуті знання у шкільній практиці.

У дослідженні ми виходимо з припущення, що застосування у навчальному процесі поруч з традиційними засобами унаочнення (статичними навчальними малюнками, таблицями, графіками, колекціями комах, гербаріями тощо) динамічних комп'ютеризованих моделей, відео і звукових фрагментів, як науково-обґрунтованого фактичного матеріалу, забезпечить формування у студентів стійких матеріалістичних переконань на вище згадані проблеми мікроеволюції органічного світу та сприятиме розвитку їх умінь трансформувати набуті знання у навчанні біології учнів загальноосвітніх навчальних закладів.

1.2. Проблема ефективності формування знань з мікроеволюції в теорії і практиці навчання

Розвиток і вдосконалення системи вищої освіти України в сучасних умовах її інтеграції у європейський освітній простір передбачає високу якість навчання й виховання студентської молоді, кращу теоретичну і практичну підготовку майбутніх спеціалістів до професійної діяльності, всебічний розвиток їх духовних та фізичних сил, формування національної самосвідомості [55, с. 66]. Успішність прискорення цього інтеграційного процесу залежить, насамперед, від розв'язання актуальних науково-освітніх проблем. Однією з яких є підвищення ефективності формування біологічних знань студентів ВПНЗ.

Збільшення обсягу навчального матеріалу, який студенти ВПНЗ повинні опанувати самостійно, загострило проблеми ефективності формування знань з багатьох фундаментальних біологічних дисциплін. З метою з'ясування актуальних проблем формування знань з навчальної дисципліни “Еволюційне вчення”, під час констатувального експерименту у ВПНЗ України було проведено анкетування 37 викладачів і 288 студентів. Анкети з переліком запитань показані у додатках Б.1 і Б.2. В результаті аналізу письмових відповідей викладачів, які брали участь в анкетуванні, встановлено що 78,4% з них вважають проблеми підвищення формування знань з навчального модуля “Мікроеволюція” найактуальнішими. Першочергового розв'язання потребують проблеми:

- розвитку понять з мікроеволюції;
- активізації навчальної діяльності студентів на заняттях з мікроеволюції;
- формування матеріалістичного світогляду у майбутніх вчителів біології;
- відповідності змісту знань з мікроеволюції і методів навчання.

Серед 288 студентів, які брали участь в анкетуванні, переважна більшість, зокрема 61,8% респондентів, вважають що серед проблем формування знань з мікроеволюції найактуальнішими є:

- суперечливість трактування наукових фактів і теорій;
- протиріччя між довільними уявленнями студентів про явища і науковими їх поясненнями;
- суперечливість між вже набутими знаннями студентів і новими науковими даними, які повідомляє викладач.

Результати проведеного анкетування є переконливим свідченням необхідності вирішення вище згаданих проблем. Їх розв'язання надасть можливість значно підвищити якість знань з навчального курсу “Еволюційне вчення”, як складової біологічної науки. З огляду на це, проаналізуємо детальніше проблеми ефективності формування знань з мікроеволюції в теорії навчання біології.

Сьогодні, формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ здійснюється в умовах скорочення навчального часу, передбаченого навчальними планами для курсу “Еволюційне вчення”. Згідно типової і робочої навчальних програм, затверджених Вченими радами НПУ імені М. П. Драгоманова і Інституту природничо-географічної освіти та екології, на вивчення тем навчального розділу “Мікроеволюція” відведено 44 години, тобто 2 кредити (8 – лекції, 14 – лабораторні заняття, 22 – самостійна позааудиторна робота). Тематика лекційних і лабораторних занять з навчального розділу “Мікроеволюція” згрупована у межах одного модуля.

Багаторічний досвід викладання курсу “Еволюційне вчення” педагогами біологічних кафедр ВПНЗ показує, що ефективність самостійного опанування студентами навчального матеріалу з мікроеволюції (структурними одиницями “популяція” і “вид”, факторів спрямування еволюції, моделювання механізмів мінливості, спадковості, природного добору, адаптації і видоутворення та ін.), має корелятивний зв'язок з теорією

розвитку біологічних понять [56, с.11]. Згідно цієї теорії, відбір навчальної інформації для ефективного засвоєння студентами, здійснюється за принципом системності розвитку (поступового ускладнення) біологічних понять.

Дослідженню актуальних проблем розвитку біологічних понять і можливих шляхів їх вирішення присвячені праці В. М. Корсунської, О. В. Казакова, Н. А. Рикова, М. М. Верзилина, І. Д. Зверева, Н. Л. Соколова [56, с. 11]. Вище згадані автори зауважують, що практична реалізація теорії розвитку біологічних понять у викладанні біології змушує переосмислити не тільки традиційні методи але і принципи навчання біології. Так, наприклад, потребує удосконалення застосування наочності, як одного з найважливіших засобів розвитку понять. Тривалий час засоби унаочнення застосовувались в навчальному процесі переважно для формування у студентів первинних уявлень, які сприяли формуванню лише знань про факти. Неправильне застосування засобів наочності і підбір навчального матеріалу обумовлюють неможливість переходу від уявлень до понять в мисленні.

Формування уявлень залежать від психологічного стану людини. Тому відміну від уявлень, які можуть відтворювати неістотні ознаки предмету, наукові поняття розкривають істотні ознаки, властивості предметів та явищ, зв'язки між ними на основі фактів [56, с. 26]. З огляду на це, для підвищення ефективності формування понять з мікроеволюції органічного світу, в навчальному процесі ВПНЗ застосовуються демонстраційні таблиці узагальнюючого спрямування. Наприклад, застосування в навчальному процесі демонстраційної таблиці “Підвиди синиці великої (*Parus major L.*)”, на якій зображено ареали поширення підвидів (різних форм) цього птаха на Азіатському континенті, допомагає студентам охопити подумки особливості механізму алопатричного способу видоутворення і краще його засвоїти.

Оскільки в навчальній діяльності, як зазначає М. М. Верзилин, людина оперує поняттями, вони розвиваються за законами мислення [56, с. 26].

Згідно теорії навчальної діяльності П. Я. Гальперіна, “поетапне формування розумових дій” [57, с. 236-278], зокрема, засвоєння знань (опанування розумової діяльності) є ефективним тільки за умови, якщо студент пройшов п’ять етапів формування розумових дій.

Перший етап характеризується формуванням орієнтувальної основи майбутньої дії. На цьому етапі здійснюється підготовка до виконання дії, ознайомлення з умовами її виконання, осмислення мети, об’єктів, системи орієнтирів і знань, на які необхідно спиратися під час виконання дії. Розкриваючи зміст орієнтувальної основи дії і особливості умов її виконання, викладач допомагає студентам скласти орієнтувальну основу нової дії на основі раніше сформованих дій. Студенти складають план дії (розв’язування проблеми) визначають порядок її виконання, склад і послідовність операцій. Кожний студент повинен зрозуміти логіку засвоєваної дії, оцінити можливості її виконання.

Другий етап формування розумових дій пов’язаний з її практичним засвоєнням. На цьому етапі дія виконується з використанням предметів та розгортанням усіх операцій, які її складають. У такий спосіб створюються можливості для студента засвоїти зміст дії, а для викладача – проконтролювати виконання кожної операції, що складає дію.

Третій етап пов’язаний з продовженням освоєння розумової дії, але вже без опори на реальні предмети. На даному етапі відбувається перенесення дії із зовнішнього, наочно-образного плану у внутрішній план. Головною особливістю цього етапу є формування мови на основі застосування розумових дій. Перенесення дії в мовний план означає уміння використовувати розумову дію в мовній формі, а не уміння розповісти як треба діяти. При цьому дія залишається практичною. Всі операції, що входять у розумову дію, повинні не тільки набути мовної форми, але й засвоюватись в ній.

На четвертому етапі освоєння розумової дії відбувається відмова від зовнішньої мови – це етап виконання мовної дії подумки. Особливість цього

етапу в тому, що студент, як і на попередньому етапі, промовляє весь процес розв'язування наукової проблеми подумки, без зовнішнього вияву, тобто беззвучно.

А. Маклаков [58, с. 329] зауважує що спочатку розумова дія за основними характеристиками нічим не відрізняється від мовної, але згодом починає швидко скорочуватися, доходячи до автоматизму. Скорочення і автоматизація розумової дії свідчать про те, що її формування переходить на п'ятий, заключний етап. На цьому етапі дія швидко скорочується й автоматизується, стає недоступною для самоспостереження. Поступово виконання дії переходить зі сфери свідомості у сферу інтелектуальних умінь та навичок.

Таким чином, застосування наочності у навчальному процесі можна вважати ефективним, лише за умови поєднання спостереження з активізацією розумових дій студентів.

Активізація навчальної діяльності студентів на заняттях з мікроеволюції, тобто поступовий розвиток їх самостійності в засвоєнні і відтворенні знань, потребує особливого підходу до застосування методів навчання у їх поступовому ускладненні та розвитку. Застосування викладачами системи методів, надає можливість передбачити процес навчання, систематизувати знання студентів.

В результаті багаторічного дослідження проблеми формування світогляду на заняттях з біології, В. М. Корсунська дійшла висновку, що розвиток самостійності мислення студентів є провідним чинником, який суттєво впливає не тільки на ефективність навчання, але й формування (виховання) світогляду. Вагомими недоліками ідеалістичних уявлень є слабка переконаність людей у своїх висловлюваннях, нездатність відстояти власну точку зору. Для вирішення цієї проблеми, вона пропонує викладачам заздалегідь виділяти основні поняття в навчальному курсі і протягом навчального року застосовувати їх на заняттях [56, с. 202].

Розвиток сучасних наукових досліджень вчених в різних галузях природничих наук, обумовлює необхідність постійного уточнення змісту біологічних знань. При цьому загострюється проблема відповідності змісту знань і методів навчання біології, тобто ускладнюється вибір методів, які б сприяли найкращому, найекономному засвоєнню студентами навчального матеріалу.

Дослідженню шляхів вирішення проблеми відповідності змісту і методів навчання біології присвячені праці К. П. Ягодовського, М. І. Мельникова, М. Ф. Балдаєва, В. Ф. Шалаєва [56, с. 11]. В наукових працях цих авторів запропоновано шляхи вирішення вище зазначеної проблеми з біології. Проте, проблема відповідності змісту знань і методів навчання з мікроеволюції, як складової біології, залишилась нерозкритою і тому потребує подальшого дослідження.

Крім вище згаданих проблем, актуальними залишаються проблеми формування знань з мікроеволюції, які виникають в практиці проведення лекційних і лабораторних занять у ВПНЗ. Проаналізуємо їх детальніше.

Згідно робочої навчальної програми з “Еволюційного вчення”, вивчення студентами ВПНЗ початкових стадій процесу еволюції (мікроеволюції) органічного світу розпочинається із засвоєння понять елементарної одиниці еволюції та її основних генетичних і морфологічних характеристик.

Практика проведення лекційних і лабораторних занять показує, що за довільним уявленням студентів, найменшою (неподільною) еволюційною одиницею для двостатевих форм з перехресним заплідненням є особина, вид, підвид або групи з кількох близько споріднених популяцій. Проте, за результатами сучасних наукових досліджень вчених-генетиків достеменно встановлено, що неподільною еволюційною одиницею для цих форм правомірно вважати популяцію, оскільки зміни окремо ізольованих особин не призводять до еволюційних змін, а вид, підвид або група близько споріднених популяцій не найменші еволюційні одиниці.

В природному середовищі, як відомо, існують також форми, які розмножуються шляхом поділу, брунькування, фрагментації, спороутворення (мікроорганізми, деякі тварини і рослини), партеногенетично (чимало безхребетних, деякі риби, рептилії), або за допомогою самозапилення (деякі рослини). В цих життєвих формах існують клони, чисті лінії, штами – сукупності індивідів, аналогічні популяціям. Під час точного формулювання і визначення поняття елементарної одиниці еволюції для такого різноманіття форм органічного світу, у частини студентів виникають труднощі в обґрунтуванні своїх відповідей на основі наукових фактів. На наш погляд, це може обумовлюватись недостатнім умінням студентів розв'язувати протиріччя між своїми уявленнями про елементарну еволюційну одиницю і її науковим поясненням.

Уміння студентів формулювати поняття елементарної еволюційної одиниці (популяції) і обґрунтовувати свою відповідь на науково підтверджених прикладах є підґрунтям для успішного опанування основними генетичними характеристиками популяції, якими є: норма реакції генотипу, постійна спадкова гетерогенність та внутрішня генетична єдність [27, с. 107].

Під час вивчення початкового навчального розділу “Історія розвитку еволюційних ідей”, студенти дізнаються, що з часів наукової діяльності Ч. Р. Дарвіна, всі ознаки організмів тривалий час було прийнято поділяти на спадкові і неспадкові. На заняттях з навчального розділу “Мікроеволюція”, у студентів, які відстоюють правомірність цього погляду, виникають суперечливості між вже набутими знаннями та сучасними науково-обґрунтованими фактичними даними, згідно яких “всі ознаки організмів є спадково обґрунтованими, тобто успадковуються власне не самі ознаки, а код спадкової інформації, який визначає комплекс можливостей прояву – норма реакції генотипу” [27, с. 101].

На відміну від поняття норми реакції генотипу популяції, яке пояснює можливості (межі) прояву коду спадкової інформації, поняття постійної спадкової гетерогенності та внутрішньої генетичної єдності розкривають

студентам особливості еволюційних процесів, які забезпечують генетичну гетерогенність (різноманітність) та єдність популяцій.

Спадкова гетерогенність популяцій, як зазначає С. С. Четверіков [27, с. 104], обумовлена появою час від часу нових мутацій (у організмів з безстатевим розмноженням) і рекомбінацій (у організмів з статевим розмноженням). Завдяки статевому процесу, комбінаторика спадкових ознак надає необмежені можливості для створення генетичного різновиду в популяціях. Генетична гетерогенність дозволяє популяціям використовувати нещодавні та давні (рецесивні) спадкові зміни для пристосування до умов навколишнього середовища.

Успішність опанування генетичними характеристиками популяцій передбачає розуміння студентами важливості ролі статевого процесу в забезпеченні не тільки генетичної гетерогенності, але й генетичної єдності популяцій. Роль статевого процесу в забезпеченні генетичної єдності популяцій виявляється найповніше на прикладах організмів, у яких природні ареали існування значно віддалені один від одного територіально (гірськими хребтами, річками тощо). За цих умов, організми з віддалених ареалів популяцій зустрічаються і схрещуються в природних умовах, як правило, зрідка. В умовах тривалої відсутності панміксії (вільного схрещування) організмів віддалених популяцій, їх генотипи можуть зазнати суттєвих змін. Ці зміни обумовлюють генетичну несумісність організмів і неможливість отримання плідних нащадків. Тому, є очевидним що саме завдяки статевому процесу в популяціях забезпечується внутрішня генетична єдність.

За традиційною формою навчання студентів ВПНЗ, вивчення основних генетичних характеристик здійснюється, здебільшого, на основі статичних малюнків і демонстраційних таблиць, які не надають можливість значно полегшити студентам опанування складним навчальним матеріалом. При цьому викладачам доводиться докладати чимало зусиль для зосередження уваги студентів на складному навчальному матеріалі. За свідченням психологів [33, с. 370] це може обумовлюватися мимовільним характером

уваги студентів (не сприйманням загальних фраз), автоматичним її “відключенням” кожні 15-20 хвилин. За цих умов, для підтримання уваги студентів і підвищення ефективності формування знань важливе значення мають ораторські здібності викладача і його майстерність забезпечувати безперервний зворотний зв’язок із студентами. Застосування на заняттях з мікроеволюції комп’ютерних засобів навчання, зокрема, ППЗ з фото і відео унаочненнями, сприятиме забезпеченню міцного зворотного зв’язку із студентами.

Знання студентів про елементарну еволюційну одиницю, їх уміння науково формулювати поняття генетичної гетерогенності і єдності популяцій, пояснювати на прикладах причини і умови її виникнення є підґрунтям для успішного опанування основними характеристиками елементарного еволюційного матеріалу – спадкової мінливості.

Успіхи класичної генетики надали можливість вченим виявити і класифікувати основні форми мутацій (мінливості), розкрити їх значення в еволюційному процесі. У студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ формування уявлення про мутації, розпочинається на четвертому році навчання під час вивчення курсу генетики. Згодом, на 5 заключному курсі навчання, під час вивчення навчального розділу “Мікроеволюція”, студентам розкривається еволюційне значення генних, хромосомних, геномних і позаядерних мутацій, як елементарного еволюційного матеріалу.

В широкому розумінні поняття мутації (елементарна спадкова зміна) розглядається в біологічній науці як елементарний еволюційний матеріал, у вузькому значенні, сам процес виникнення мутацій є постійно діючим елементарним еволюційним фактором. З огляду на багатозначність трактування поняття мутації, важливого значення у формуванні умінь студентів правильно пояснювати особливості мутаційного процесу набувають знання про еволюційні механізми: закріплення спадкових змін (мутацій) і обмеження генотипової мінливості (на рівнях особини та популяції). Стабільність генотипової мінливості, як зазначають

О. В. Яблоков і А. Г. Юсуфов [27, с. 124], на рівні особини забезпечується мітозом з подальшим розподілом генів в геномі за групами сполучень у певних хромосомах, а обмеження мінливості на рівні популяції забезпечується обмеженням панміксії. Складність вище згаданих еволюційних механізмів і використання у навчальному процесі, переважно, наочно-графічних методів (графіків, схематичних малюнків тощо), які на відміну від динамічних комп'ютерно-орієнтованих моделей, не здатні відтворити особливості дії механізмів динамічно (рухомо), обумовлюють появу у студентів труднощів в опануванні навчальним матеріалом.

Сформовані знання студентів про механізми закріплення (успадкування) мутацій і обмеження генотипової мінливості, вміння пояснювати особливості дії і значення цих механізмів в еволюції організмів, є підґрунтям для успішного засвоєння поняття “популяційні хвилі” і особливостей дії механізму ізоляції.

Коливання чисельності (або “популяційні хвилі”) є характерною властивістю усіх без винятку живих організмів. В природних умовах зустрічається чимало різновидів популяційних хвиль, серед них основними вважаються: коливання чисельності організмів з нетривалим часом життя; спалахи чисельності видів в нових районах, де відсутні природні вороги; різкі коливання чисельності, спричинені природними катастрофами та ін.. Еволюційне значення популяційних хвиль полягає у спричиненні різкої зміни концентрацій різноманітних генотипів і мутацій в популяції, що забезпечує при подальшому збільшенні чисельності в умовах ізоляції радикальне оновлення її генетичної структури. Механізм дії популяційних хвиль найповніше розкривається студентам на модельних прикладах. Проте, ці приклади на заняттях з традиційною формою навчання демонструються, здебільшого, із застосуванням статичних малюнків і таблиць, які не надають можливість студентам побачити в динаміці дію механізму популяційних хвиль.

На відміну від популяційних хвиль, одним із факторів, який не забезпечує постачання елементарного еволюційного матеріалу, а підсилює генетичні відмінності між групами організмів є ізоляція – “виникнення будь-яких перешкод, які порушують вільний обмін генетичною інформацією між організмами” [27, с. 132]. За проявом в природних умовах, виділяють просторову і біологічну форми ізоляції. Характерними прикладами просторової ізоляції є рельєфні перешкоди (річки, гори, низини тощо). Біологічна ізоляція визначається відмінностями організмів в середині виду. Еволюційне значення ізоляції полягає у підсиленні і закріпленні початкових стадій генотипічного диференціювання популяцій, що спричинює в подальшому появу нових форм організмів. Під час вивчення особливостей вище згаданого еволюційного фактору, у студентів, здебільшого, виникають проблеми пояснення механізму дії різних форм ізоляції.

Знання студентів про коливання чисельності популяцій, просторову і біологічну форми ізоляції, уміння виявляти причини виникнення популяційних хвиль і пояснювати на основі науково обґрунтованого фактичного матеріалу особливості дії механізмів біологічної ізоляції, є підґрунтям для успішного опанування особливостями спрямовуючого фактора еволюції – природного добору.

З вивченого на попередніх заняттях навчального розділу “Історія розвитку еволюційних ідей”, студентам вже відомо, що у 1859 році, в своїй праці “Про походження видів шляхом природного добору”, Ч. Р. Дарвін вперше обґрунтував поняття природного добору. За його визначенням природним добром є “збереження особин з корисними і загибель з шкідливими відхиленнями – виживання найпристосованіших” [27, с. 143]. Оскільки це визначення не розкриває важливі генетичні наслідки природного добору, увага студентів на заняттях з навчального розділу “Мікроеволюція” спрямовується на результати сучасних наукових досліджень вчених-генетиків, завдяки яким достеменно встановлено що “головне значення в еволюції організмів має не виживання особин, а внесок кожної з них в

генофонд популяції”. Лише успіх в розмноженні різних особин, поширенні і закріпленні певних алелей або генних комплексів в популяціях є об’єктивним генетико-еволюційним критерієм природного добору. Тому, за сучасним визначенням природний добір це не виживання найпристосованіших, а вибіркоче (диференційоване) відтворення різних генотипів [27, с. 144].

Під час вивчення доказів провідної ролі природного добору у виникненні нових ознак організмів, студенти опиняються перед проблемою розв’язання суперечливості між вже набутими знаннями і вище згаданими новими науковими даними, які повідомляє викладач. Розв’язання цієї проблеми ускладнюється недостатньою кількістю динамічного унаочнення механізмів дії стабілізуючого, рушійного, дизруптивного та інших форм природного добору.

Природний добір – єдиний рушійний і спрямовуючий фактор, який обумовлює появу усіх форм адаптацій (пристосувань) організмів до умов навколишнього середовища. В сучасній біології адаптацією організмів прийнято вважати “спеціальні морфофізіологічні властивості, здатні забезпечити виживання і розмноження організмів в конкретних умовах існування” [27, с. 176]. Опанування студентами особливостями механізму адаптацій, передбачає формування умінь: науково-обґрунтовано пояснювати поняття адаптації; класифікувати їх за походженням, масштабом, приналежністю до різних умов середовища; на прикладах розкривати зміст явищ мімікрії, мімізії та інших складних форм пристосування організмів. Вище згадані уміння необхідні студентам для здійснення аналізу суперечливих поглядів природодослідників і філософів різних епох на проблему доцільності органічного світу (гармонію організму і навколишнього середовища), формування філософського розуміння важливості значення явища адаптації в еволюції органічного світу.

Якісно сформовані знання студентів про механізми індивідуальної і групової форм природного добору, адаптаційні механізми пасивного захисту, взаємних пристосувань і поведінки організмів, вміння обґрунтовано

доводити спрямовуючу дію природного добору і пояснювати доцільність органічного світу є підґрунтям до опанування механізмами утворення нових видів організмів.

Формування уявлень студентів про механізми дії процесу утворення нових видів організмів в еволюції органічного світу, згідно навчальної програми, розпочинається з порівняльного аналізу поглядів природодослідників (Джона Рея, Карла Ліннея, Ж. Б. Ламарка) і сучасних вчених на проблеми визначення поняття “вид”, реального існування виду, як біологічної структури. В своїх працях вище згадані вчені відстоювали погляди, згідно яких види в природних умовах існують і розмножуються у вигляді незмінних форм, наданих Творцем. Протилежної, матеріалістичної думки дотримувався в своїй праці “Про походження видів шляхом природного добору” Ч. Р. Дарвін – засновник вчення про “динамічність виду, який перебуває в процесі становлення” [59, с. 232]. Відповідно до цього вчення, новий вид виникає, досягає повного розвитку і згодом при зміні умов навколишнього середовища зникає, або змінюючись дає початок новим формам. Розвиваючи це вчення, К. А. Тімірязев у своїй праці “Історичний метод в біології”, наголошував на суперечливості поняття вид. Він обґрунтовує свою думку, згідно якої, з одного боку, вид як категорія, строго визначена і незмінна в природних умовах не існує, а з іншого боку, види організмів реально існують в момент їх безпосереднього спостереження. Ця точка зору на реальність існування видів як мінливих форм живої матерії, що виникають протягом історичного розвитку, є загальноприйнятою в сучасній біології. Незважаючи на те, що результати сучасних наукових досліджень вчених-генетиків підтвердили правомірність концепції реальності існування виду як динамічної біосистеми, сьогодні чимало прихильників креаціонізму у своїх працях [45 – 52] продовжують пропагувати ідеї незмінності форм організмів, створених Творцем. Плюралізм поглядів вчених на концепцію мінливості всіх форм організмів ускладнює студентам аналіз і розв’язання суперечливості трактування

наукових фактів. Внаслідок недостатнього застосування динамічного унаочнення (динамічних комп'ютерних моделей, відео фрагментів тощо) науково-обґрунтованого навчального матеріалу, проблема формування у студентів матеріалістичних поглядів на вище згадану концепцію залишається актуальною.

Знання студентів про здатність всіх організмів до мінливості є підґрунтям для успішного формування уміння класифікувати (визначати таксономічні одиниці) представників тваринного і рослинного світу. Оскільки в сучасній систематиці вид вважається основною таксономічною одиницею, від студентів вимагається навчитися безпомилково визначати видову приналежність тварин і рослин за їх морфологічними, фізіолого-біохімічними, географічними та генетичними відмінностями. З цією метою на лабораторних заняттях застосовуються, зазвичай, заздалегідь виготовлені муляжі, колекції тварин і гербарії рослин, які зберігаються протягом навчального року в спеціально обладнаних аудиторних шафах. Обмеженість доступу студентів до цих унаочнень після проведення аудиторних занять, загострює проблему підвищення якості формування уміння визначати видову приналежність представників фауни і флори.

Важко переоцінити важливість застосування на заняттях з мікроеволюції науково-обґрунтованого унаочнення, зокрема, муляжів, колекцій тварин і гербаріїв рослин для полегшення студентам розуміння внутрішньої суперечливої сутності процесу утворення нових видів організмів, як якісного еволюційного етапу. Ця суперечлива, діалектична сутність виду проявляється в тому, що з одного боку “вид як результат еволюції є цілісним, пристосованим до умов навколишнього середовища, генетично відокремленим від усіх інших видів, а з іншого боку, вид як етап еволюційного процесу немає чітких меж і є динамічним” [27, с. 201].

Формування у студентів наукових поглядів на внутрішню суперечливість сутності процесу утворення нових видів організмів передбачає опанування знаннями про основні способи видоутворення:

алопатричний, симпатричний і філетичний. Механізм дії цих складних способів видоутворення розкривається студентам на лекційних і лабораторних заняттях із застосуванням статичного унаочнення (здебільшого, схематичних малюнків, таблиць, діаграм, колекцій комах, тощо). Проте, вище згадані традиційні засоби унаочнення є недостатньо ефективними, оскільки не надають можливості відтворити особливості дії механізмів видоутворення засобами динамічних моделей.

Отже, під час вивчення складних процесів мікроеволюції органічного світу, у студентів ВПНЗ виникають труднощі в розв'язанні протиріч і суперечливостей трактування наукових фактів і теорій. Зокрема, в умовах недостатньої кількості розробленого унаочнення процесів мікроеволюції, залишається актуальною проблема підвищення успішності опанування студентами складними поняттями структурних одиниць “популяція” і “вид” (для організмів з різним способом запліднення), формування умінь виявляти фактори спрямування еволюції, моделювати і пояснювати на основі наукових фактів особливості дії механізмів мінливості, спадковості, природного добору, адаптації та видоутворення.

Вважаємо, що застосування у навчальному процесі ППЗ з інтерактивним унаочненням сприятиме вирішенню вище згаданих проблем і підвищенню ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Висновки до першого розділу

1. На сучасному етапі розвитку суспільно-економічних відносин, недостатнє володіння знаннями закономірностей еволюції біосфери, і як наслідок, нерозумне втручання людини у розвиток природи, призвели до порушення рівноваги в природі, втрати за відносно нетривалий час значної кількості видів організмів. Поступове збідніння видового складу органічного

світу згодом може поставити під загрозу і існування людства на Землі. У запобіганні загострення цієї проблеми важливу роль відіграє професійна підготовка майбутніх учителів біології, які покликані виховувати у учнів (підростаючого покоління) матеріалістичний світогляд, спрямований на збереження видового розмаїття органічного світу. Формування бережливого ставлення до видового розмаїття органічного світу ґрунтується на постійному уточненні змісту знань з мікроеволюції, як фундаментальної складової еволюційного вчення.

2. В результаті аналізу історичної наукової літератури виявлено, що протягом тривалого історичного часу зміст знань про еволюцію органічного світу зазнавав значних змін. Уявлення про живу природу як систему що розвивається та постійно змінюється, існує ще з часів античної філософії. В епоху середньовіччя, під впливом церковної доктрини християнства, панувала концепція креаціонізму про незмінність створених Творцем видів живих організмів, яка базувалась здебільшого на догматичних віруваннях, а не підтверджених наукових фактах. У XVIII ст. вчені-трансформісти – Е. Дарвін в Англії, Ж. Бюффон у Франції А. Каверзнев в Росії, на основі науково-обґрунтованих фактів існування перехідних форм між спорідненими видами, відстоювали думку про те, що всі види рослин і тварин є мінливими. Незважаючи на прогресивність концепції трансформізму, її прихильники тривалий час не могли пояснити механізми і причини мінливості видів організмів, тому позиції креаціонізму залишалися непохитними. Лише з виходом у світ в 1859 році основної праці Ч. Р. Дарвіна “Про походження видів шляхом природного добору або збереженні сприятливих порід в боротьбі за життя” ідеї трансформізму набули підтвердження і подальшого розвитку. Зокрема, в запропонованій теорії еволюції органічного світу Ч. Р. Дарвін, пропагуючи ідею саморозвитку живої природи, розкрив реально існуючі в природних умовах рушійні сили (фактори) еволюції, показав і на основі наукових фактів довів важливість процесів мінливості, боротьби за

існування, природного добору та адаптацій для пояснення механізму утворення нових видів організмів.

3. Результати сучасних наукових досліджень вчених-природодослідників підтвердили істинність основних положень еволюційної теорії Ч. Р. Дарвіна, проте, сила протистояння її супротивників сьогодні не зменшилась. Чимало прихильників креаціонізму й досі відстоюють ідеї антидарвінізму, стверджуючи погляд про незмінність органічного світу, створеного надприродною силою. При цьому, для доказу правомірності своїх поглядів вони здебільшого ігнорують наукові факти, висвітлюючи їх поверхнево і безсистемно. Формування у студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ матеріалістичного світогляду, наукових поглядів на біосферу як динамічну планетарну систему, неможливе без глибинного, системного розуміння еволюційної теорії, зокрема, складних механізмів і процесів утворення нових видів організмів. З огляду на це, є очевидною важливість вчення про мікроеволюцію як фундаменту світоглядної системи, в якій логічно, послідовно і переконливо розкриті механізми та процеси початкової стадії еволюції органічного світу – видоутворення.

Сьогодні у ВПНЗ України, в умовах зменшення навчального часу, відведеного навчальними планами для вивчення еволюційної теорії, збільшилась частина навчального матеріалу, яку студенти біологічних спеціальностей повинні опанувати самостійно. Це загостило проблеми ефективності формування у студентів знань з еволюційного вчення, зокрема мікроеволюції органічного світу. В результаті проведеного анкетування 37 викладачів і 288 студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ України, виявлено що (78,4% опитаних викладачів вважає) в підвищенні ефективності формування знань з еволюційного вчення першочергового розв'язання потребують проблеми: розвитку понять з мікроеволюції; активізації навчальної діяльності студентів на заняттях з мікроеволюції; формування матеріалістичного світогляду студентів; відповідності змісту знань з мікроеволюції і методів навчання. Найактуальнішими проблемами

формування знань з мікроеволюції (61,8% опитаних студентів вважають) є суперечливість трактування наукових фактів і теорій; протиріччя між довільними уявленнями студентів про явища і науковими їх поясненнями; суперечливість між вже набутими знаннями студентів і новими науковими даними, які повідомляє викладач.

4. Розв'язання вище згаданих проблем та підвищення успішності опанування студентами складними поняттями структурних одиниць “популяція” і “вид” (для організмів з різним способом запліднення), формування умінь виявляти фактори спрямування еволюції, моделювати і пояснювати на основі наукових фактів особливості дії механізмів мінливості, спадковості, природного добору, адаптації та видоутворення, ускладнено недостатньою кількістю розробленого унаочнення процесів мікроеволюції та обмеженістю можливостей доступу до нього в позааудиторний час навчання. Застосування сучасних КЗН на заняттях з мікроеволюції надасть можливість вирішити вище згадані проблеми і підвищити ефективність формування у студентів знань з еволюційного вчення.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ У ВИЩИХ ПЕДАГОГІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

2.1. Комп'ютерні засоби навчання та дидактично-методичні можливості їх застосування в навчальному процесі

В результаті історичного аналізу процесів удосконалення освітнього простору вченими-педагогами виявлена тенденція домінування перманентності, тобто безперервного оновлення всіх складових системи освіти [54, с. 178-180]. Традиційна система навчання, як зазначають Н. О. Ситникова [60], В. Т. Дорофєй [61] та інші дослідники [62 – 64], обмежена в можливостях підвищення ефективності рішення дидактичних завдань, тому успішність удосконалення навчального процесу у ВПНЗ України на сучасному етапі комп'ютеризації навчання, значною мірою, залежить від вибору та реалізації КЗН. У тлумачному словнику з основ інформаційної діяльності поняття “комп'ютерні засоби” (або його синонім “засоби автоматизації”) трактується як “сукупність апаратних і програмних засобів, які забезпечують автоматизацію будь-якого процесу” [65, с. 88]. З огляду на це, комп'ютерними засобами навчання (або засобами автоматизації навчання), ми вважатимемо сукупність апаратних і програмних засобів, які за допомогою інформаційних та комунікаційних технологій забезпечують автоматизацію навчального процесу.

Складовими КЗН є автоматизовані навчальні системи (АНС) і авторські програмні продукти (англ. мовою *Authoring Packages*), які в педагогічній науці отримали назву педагогічні програмні засоби. АНС прийнято називати

“Комплекс програмних і технічних засобів, які призначені для автоматизованого діалогового навчання та підвищення ефективності навчального процесу. Складовою АНС є набір навчальних курсів з однієї або кількох навчальних дисциплін” [65, с. 83], тому, вона є засобом для реалізації методики навчання на рівні цілісного навчального курсу, а на рівні розділу навчального курсу засобом для реалізації методики навчання є ППЗ (додаток В.1). Згідно порядку (наказу) МОН України [66], ППЗ прийнято називати “програмну продукцію, яка використовується у комп’ютеризованих системах освіти як засіб навчання чи виховання учнів і студентів”.

Підмножина ППЗ є “Ядром” АНС. З точки зору дидактики, АНС, керуючи підмножиною ППЗ, використовує потужні можливості комп’ютера для забезпечення підвищення активізації засвоєння навчального матеріалу, інтенсифікації самостійної аудиторної і позааудиторної роботи студентів.

Основними типами АНС є системи:

- управління навчанням (Learning Management Systems - LMS);
- управління контентом (Content Management Systems - CMS);
- управління навчальним контентом (Learning Content Management Systems – LCMS) (див. додаток В.1).

Адміністративні функції систем управління навчанням (LMS) охоплюють кілька напрямів, серед яких основним є керування діяльністю студентів. Цей вид керування передбачає реєстрацію і контроль доступу користувачів до навчального контенту, організацію груп студентів відповідно до спеціалізації курсів і інтеграцію практичних занять, лабораторних робіт, тестів тощо. Найважливішим елементом систем управління навчанням є контроль і звітність про успішність студента (групи) у вивченні навчального матеріалу, формуванні навичок застосування знань в практичній діяльності.

Основними функціями систем управління контентом (CMS) є розподіл і використання навчального контенту. В цих системах надаються ефективні засоби пошуку каталогів курсів, механізми цільового надання навчального

контенту, підтримка синхронних і асинхронних режимів взаємодії студентів з викладачами.

На відміну від LMS, системи управління навчальним контентом (LCMS) призначені для управління змістом навчальних програм, а не процесом навчання. Вони спрямовані не на адміністраторів і студентів, а розробників контенту, спеціалістів з методичного наповнення курсів і керівників проектів навчання. В основу цих систем управління покладено уявлення про зміст освіти як сукупність навчальних об'єктів багаторазового застосування, спрямованих на цільову аудиторію студентів.

Авторські програмні продукти, або ППЗ, здебільшого застосовуються для подолання труднощів, розв'язання актуальних проблем проектування занять (лекцій, лабораторних робіт тощо) і підтримки швидкого зворотного зв'язку з студентом під час навчального процесу. Поруч з перевагами основним їх недоліком є відсутність можливості зберігання інформації про навчальний процес за довготривалий час, проте, вони дозволяють викладачу самостійно розробляти навчальний контент за допомогою засобів комп'ютерного візуального програмування.

Ідея застосування комп'ютера, зокрема КЗН, в навчальному процесі для підвищення ефективності навчання, виникла в рамках концепції програмованого навчання. У колишньому СРСР перші КЗН із застосуванням комп'ютерів були розроблені у 60-ті роки в наукових центрах Києва, Москви, Риги та інших містах. Ці системи були призначені для навчання основам комп'ютерного програмування. За своїми дидактичними можливостями вони майже не відрізнялися від найпростіших технічних засобів навчання [67]. В основі перших КЗН використовувались переписані з підручників навчальні тексти, які супроводжувалися контрольними запитаннями. Студентам пропонувалось читати навчальний текст з дисплея комп'ютера, а для перевірки якості засвоєних знань розв'язувати тести з контрольними запитаннями за допомогою клавіатури. При такому підході методика

навчання була здебільшого спрямована на дії викладача, а дії студента ігнорувалися.

У 80-х роках, у зв'язку з стрімким розвитком комп'ютерних технологій і появою потужніших комп'ютерів, розпочався новий етап їх застосування в освітній галузі [68].

Висока роздільна здатність кольорових моніторів, вдосконалення програм комп'ютерної графіки сприяли стрімкому розвитку проектування автоматизованих навчальних систем, в яких надавалась можливість використовувати колір, анімацію і звук на якісно новому рівні. Розробники КЗН здебільшого зосереджували увагу на вирішення проблем підвищення якості унаочнення навчальної інформації. Проте, створені програми з високоефективним унаочненням на навчальний процес істотно не вплинули, оскільки їх основним змістом залишалися знання, а діяльності опрацювання цих знань надавалось другорядне значення.

З середини 80-х років в наукових працях Н. Ф. Тализіної [69, 70], О. К. Тихомирова [71, 72], Ю. І. Машбиця [73], Е. К. Марченко [74], В. Графа, І. І. Ільсова, В. Я. Ляудиса [75], О. Є Денисова [76, 77] на основі критичного аналізу, узагальнення зарубіжного та вітчизняного досвідів застосування комп'ютерів у навчальному процесі, акцентувалась увага на психолого-педагогічні і дидактичні проблеми комп'ютеризації навчання.

Починаючи з 90-тих років чимало педагогів дотримувались загальноприйнятого положення, згідно якому застосування КЗН у навчальному процесі повинно впливати на всі його компоненти. При цьому, зміни в навчальному процесі розглядалися відповідно до розуміння терміну "інформаційні технології навчання" (ІТН). В галузі науково-інформаційної діяльності, інформаційними технологіями (ІТ) прийнято називати систему методів і способів пошуку, збору, зберігання, обробки і видавання інформації [65, с. 91]. Відповідно до вище вказаного визначення, ІТН розглядалась як система методів і способів пошуку, збору, зберігання, обробки і представлення інформації в процесі навчання.

Сьогодні, в умовах комп'ютеризації навчання у ВПНЗ України є всі підстави вважати комп'ютери невід'ємною частиною навчального процесу, оскільки вони надають зручні і потужні можливості реалізації КЗН для підвищення якості засвоєння знань студентами.

Характерною особливістю застосування КЗН є те, що вони виконують роль засобу навчально-методичного забезпечення навчального процесу (який надає можливість пошуку і вибору необхідного обсягу навчальної інформації, розвиваючи навички самостійності) і засобу керування навчально-пізнавальною діяльністю (що визначає, які навчальні завдання будуть запропоновані студентам, які пізнавальні дії вони мають виконати, які узагальнення і висновки сформулювати).

На необхідності застосування КЗН у навчальному процесі акцентують увагу в своїх наукових працях Є. Сапогов [78], Г. Н. Олександров [79], Н. А. Омельченко, В. Я. Ляудіс [80], В. В. Одегова [1], О. Г. Міхнушев [2], Б. С. Гершунський [81], Н. В. Осетрова, О. І. Смірнов, О. В. Осін [82], Н. Д. Черкасов, О. І. Посторонко, В. В. Стешенко [83], В. Т. Дорофей, [61], К. В. Корсак [84]. Вище згадані автори зазначають, що в умовах комп'ютеризації навчання важливого значення набувають міцні фундаментальні знання викладачів, їх здатність оперативно поповнювати свій інтелектуальний доробок новою науково-достовірною інформацією і максимально ефективно застосовувати новітні КЗН для розв'язання проблеми підвищення ефективності управління навчальним процесом.

С. М. Яшанов [4, 85], О. П. Крюкова, І. Н. Розіна [86], М. М. Німатулаїв [87], Р. Л. Балакін [3], В. Ляшко [88], Х. П. Тірас [89], О. М. Царенко [90] зазначають, що традиційна система навчання обмежена у можливостях підвищення ефективності вирішення дидактичних проблем, крім того більшість викладачів не керуються в своїй роботі досягненнями психолого-педагогічної науки.

Можливості застосування АНС в управлінні навчальним процесом досліджувались О. В. Трайневим [91], В. В. Ішуткіним [92] та іншими

вченими [7, 93 – 97]. Проте, в наукових працях вищезгаданих авторів недостатньо розкрито можливості застосування сучасних комп'ютерів для формування знань з фундаментальної навчальної дисципліни “Еволюційне вчення”. М. І. Жалдак [98], І. Ю. Сліпчук [99], С. Ю. Мариньчак [100], О. Христіанінов [101] вважають застосування в навчальному процесі новітніх АНС необхідною умовою досягнення дидактичних цілей навчання і підвищення ефективності формування знань студентів.

Шляхи впровадження розроблених АНС у навчальний процес обґрунтовані в наукових працях О. О. Гокуня, М. І. Жалдака, Ю. І. Машбиця [102], Є. С. Полат, М. Ю. Бухаркіної, М. В. Моїсеєва [103], Г. М. Коджаспірова, К. В. Петрова [104], К. Нагоака [105], Т. Рокліна [106]. Проте, вищезгадані автори недостатньо уваги надають розкриттю шляхів впровадження розроблених АНС у практиці навчання біологічних дисциплін у ВПНЗ.

Ми поділяємо погляди вітчизняних і зарубіжних вчених О. Ф. Явоненко [107], І. Є. Костенко [108], О. Я. Савельєва, В. А. Новікова, Ю. І. Лобанова [109], А. Кушнір [110], С. І. Переверзева [111], Н. В. Котова, І. І. Жукова [112], Б. Я. Советова, С. Я. Яковлева [113], Л. В. Зайцевої, Л. П. Новицького, В. А. Грибкова [114], Р. С. Гуревича, М. Ю. Кадемії [5], які в своїх працях акцентують увагу на важливості застосування сучасних комп'ютерних технологій для створення високоякісних АНС, здатних значно полегшити контроль за послідовністю і повнотою дій навчальної діяльності студентів.

В результаті аналізу наукових праць [115 – 119] виявлено, що в педагогічній теорії розкрито здебільшого переваги застосування АНС у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів, а проблеми застосування АНС у навчальному процесі вищих навчальних закладів, як зазначають П. В. Стефаненко [120], О. В. Соловійов [121] та інші вчені [122 – 125], залишаються актуальними і потребують пошуку ефективних шляхів їх розв'язання.

Сьогодні, найпоширенішими АНС, які застосовуються у світовій освітній практиці для підвищення ефективності керування навчальним процесом є: “Moodle” (укр. мовою Мудл), “WCB”, “HM-Card”, “Learning Space” (IBM) та інші (додаток В.2). Переважна більшість вищих навчальних закладів України надають перевагу АНС “Moodle”, тому розкриємо більш детально її характеристику, проаналізуємо можливості та проблеми застосування в навчальному процесі ВПНЗ.

АНС Moodle (модульна, об’єктно-орієнтована, динамічна навчальна система) є програмним засобом для створення і підтримки навчального курсу в умовах стаціонарного та дистанційного навчання [126]. Вона вільно (безкоштовно) поширюється в освітньому просторі як проект Open Source на основі ліцензії GNU GPL) [127] і поєднує в собі переваги традиційного навчання та сучасних інформаційних технологій які спрямовані на автоматизацію взаємодії викладача з студентами.

Вищезгадана АНС має гнучку систему редагування і адміністрування навчального курсу, надає можливість обирати різноманітні режими викладання та здійснювати облік результатів успішності роботи студентів.

АНС Moodle надає зручні засоби для розміщення навчально-методичних матеріалів, проведення теоретичних та практичних занять, організації самостійної, інтерактивної або колективної форм навчання студентів в локальних і глобальних інформаційних мережах. При цьому, викладач може здійснювати контроль за активністю відвідування студентами навчальних web-сторінок та їх часом роботи в мережі.

Керування навчанням в системі Moodle здійснюється за допомогою команд блоку “Адміністрування”, які спрямовані на обслуговування учасників навчального процесу:

- адміністратора (якому надано право робити все на сайті та в будь-якому курсі);
- автора курсу (якому надано право розробляти курс і навчати на його основі студентів);

- викладача (якому надано право редагувати навчальні матеріали курсу);
- викладача (якому не надано право редагувати навчальні матеріали курсу, тобто дозволяється тільки вчити та оцінювати студентів);
- гостя (якому надано дозвіл гостьового доступу до навчальних матеріалів).

Повноцінне функціонування системи Moodle передбачає дотримання основних вимог до обладнання, зокрема, наявність вільного місця (160 Мбайт) на жорсткому диску комп'ютера та мінімального об'єму 256 Мбайт (рекомендовано 1 Гбайт) оперативної пам'яті. Основними вимогами до програмного забезпечення є наявність серверів баз даних (наприклад, MySQL, PostgreSQL, Oracle) та Web-серверів з підтримкою PHP (наприклад, Apache2). Платформою для функціонування АНС Moodle є операційні системи Windows (XP/2000/2003) або Mac та багатьох різновидах Linux (наприклад, Red Hat, Debian GNU тощо).

Основними складовими АНС Moodle є набір ресурсів (“Текстова сторінка”, “Web-сторінка”, “Посилання на файл або web-сторінку”, “Посилання на каталог файлів”, “Пояснення”) і елементів (“Лекція”, “Семінар”, “Форум”, “Чат”, “Глосарій” “Завдання”, “Опитування”, “Тести”, “Робочий зошит”) (додаток Д). Кількість елементів може сильно варіювати залежно від змісту навчального курсу. Вище зазначені ресурси забезпечують мовну підтримку і дозволяють застосовувати шаблони створення (оформлення) навчального курсу.

Ресурс “Текстова сторінка” надає можливість використовувати кілька видів форматування тексту і легко перетворювати його засобами мови програмування JavaScript у естетично оформлену web-сторінку.

“Web-сторінка”, як гіпертекстовий документ, є основним ресурсом який найчастіше застосовується в АНС Moodle. Вбудований HTML редактор забезпечує зручність оформлення тексту, імпортування графіки та електронних таблиць для створення високоякісних навчальних Web-сторінок.

“Посилання на файл або Web-сторінку” є ресурсом який надає можливість створювати посилання на будь-яку Web-сторінку, інший файл, які розміщені на персональному комп’ютері або в мережі Internet.

Ресурс “Посилання на каталог файлів” забезпечує відтворення змісту каталога, підкаталогів і розміщених в них файлів з навчальною інформацією. Студентам надається можливість завантажувати каталоги і файли з мережі Internet на свій комп’ютер і переглядати їх зміст.

“Пояснення”, на відміну від інших видів ресурсів, розміщується безпосередньо на головній сторінці навчального курсу і надає можливість за допомогою тексту і графіки пояснювати призначення будь-якої навчальної теми або розділу.

У процесі роботи з АНС Moodle, викладач (якому надано право редагувати навчальні матеріали) може не тільки редагувати зміст навчального курсу, але й додавати вище згадані елементи системи під час навчального процесу. При цьому, надається можливість шляхом варіювання сполучень різноманітних елементів системи Moodle організувати вивчення навчального матеріалу таким чином, щоб форми навчання були відповідними цілям і завданням занять.

Функціональні можливості елементів АНС Moodle охоплюють чимало важливих напрямів, спрямованих на удосконалення навчального процесу. Одним із цих напрямів є підвищення ефективності контролю якості засвоєння студентами лекційного матеріалу. Лекція є провідною формою навчання у вищих навчальних закладах. Її головна дидактична мета – формування орієнтовної основи для подальшого засвоєння студентами навчального матеріалу [54, с. 124]. Застосований в системі Moodle елемент “Лекція” надає можливість викладачу розміщувати лекційний матеріал на html-сторінках. При цьому, в кінці кожної лекційної html-сторінки викладач може розміщувати контрольні запитання. Залежно від результату (правильної або помилкової) відповіді студента на запропоновані запитання, йому дозволяється відкрити наступну або тільки попередні сторінки лекції.

На лекційних заняттях з мікроеволюції органічного світу, викладач, шляхом критичного аналізу складних наукових положень і суперечливих концепцій, які їх пояснюють, формує у студентів основу для подальшого засвоєння процесів макроеволюції. Проте, під час самостійного вивчення лекційного матеріалу, у студентів здебільшого виникає проблема отримання консультації від викладача. Для розв'язання цієї проблеми в системі Moodle передбачена можливість застосування внутрішньої електронної пошти. За допомогою зручних засобів електронної пошти студенти можуть оперативно звертатись в письмовій формі до викладача із запитаннями на будь-яку навчальну тему. При цьому, кількість запитань кожного студента автоматично протоколюється АНС, а їх зміст зберігається в базі даних. Це надає зручності викладачу в оцінюванні активності навчальної діяльності студентів та удосконаленні змісту лекції.

На відміну від лекцій, традиційна форма проведення семінарських занять передбачає організацію викладачем дискусії зі студентами із завчасно визначених проблемних тем (найбільш суперечливих проблем) навчального курсу. У процесі підготовки до семінару студентам необхідно самостійно опрацювати наукову літературу, підготувати тези доповідей або реферат. Семінарські заняття сприяють поглибленому засвоєнню студентами навчального матеріалу, спонукають студентів до колективного творчого обговорення, оволодіння науковими методами аналізу явищ і проблем, формують навички самоосвіти [54, с. 133].

Найефективнішим засобом АНС Moodle для проведення семінарських занять в мережі Internet є елемент "Форум". Застосування цього елемента надає можливість учасникам семінару не вербально обмінюватись інформацією за допомогою електронних письмових повідомлень. Під час проведення семінару в мережі Internet студентам пропонується надати письмові відповіді на запропоновані запитання. Отримані відповіді студентів відтворюються для спільного огляду на всіх моніторах комп'ютерів учасників семінару. При цьому, викладач може коментувати відповідь

студента в письмовій формі. По завершенню семінара результати оцінювання знань студентів зберігаються у відповідній базі даних.

Застосування на семінарському занятті елемента “Семінар” надає можливість студентам оцінювати результати роботи всіх учасників семінару.

Одна із форм підсумкового контролю результатів засвоєння студентами навчального матеріалу лекційних і семінарських занять, виконання практичних і лабораторних робіт у вищих навчальних закладах є залік. Традиційно заліки проводять як співбесіди [55, с. 224]. В АНС “Moodle” зручним засобом для отримання інформації про успішність засвоєння навчального матеріалу студентами і проведення заліку є елемент “Чат”. Він забезпечує безперебійний і синхронний обмін повідомленнями (зокрема, під час дискусії між викладачем і студентами) в реальному часі.

Якісне засвоєння знань ґрунтується на планомірному формуванні у студентів наукових понять під час навчання. Застосований в АНС Moodle елемент “Глосарій”, надає можливість викладачам і студентам створювати статті з детальним поясненням значень понять навчального курсу, що сприяє полегшенню їх усвідомленого засвоєння.

Вивчення навчального матеріалу передбачає обов’язкове виконання кожним студентом різноманітних навчальних завдань. За допомогою елемента “Завдання” системи Moodle, результати виконання завдань у вигляді файлів завантажуються на відповідний сервер. Цей елемент надає можливість викладачу здійснювати оперативну перевірку отриманих від студента текстових файлів, коментувати їх та при необхідності відсилати студенту на доопрацювання для досягнення навчальної мети. Всі завантажені студентом файли зберігаються в портфолію.

Елемент “Опитування” надає можливість викладачу проводити оперативне голосування серед студентів з будь-якої дослідної теми для виявлення спільної думки, стимулювання їх мислення.

Зручним засобом для створення наборів тестових запитань закритого і відкритого типів є елемент “Тести”. Кожна спроба проходження студентами

тесту автоматично фіксується у відповідному програмному блоці системи. Рівень знань студентів автоматично оцінюється за результатами першої, останньої спроб або як середнє арифметичне усіх дозволених спроб тестування. Відповіді студентів на тестові запитання і статистику проходження тесту викладач може переглядати і зберігати у файлах формату електронних таблиць, що полегшує їх подальший аналіз. Крім можливостей введення тестових запитань та автоматичного оцінювання проходження студентами тестів, у системі передбачено надання більш детальних звітів щодо тестування студентів. [128].

Для повнішого відображення діяльності студентів, в АНС “Moodle” застосовується елемент “Робочий зошит”. За допомогою цього елемента, викладач може пропонувати студентам висловити свій погляд на будь-яку навчальну проблему. Висловлювання кожного студента конфіденційні, тому коментувати і оцінювати їх в АНС дозволяється тільки викладачу.

Поступово наповнюючи навчальною інформацією вище охарактеризовані елементи АНС, викладач презентує навчальний курс на головній Web-сторінці системи. При цьому, йому надається можливість організувати тематичну або календарну структуру навчального курсу. При тематичному структуруванні курс поділяється на модулі за темами, а при календарному структуруванні кожний тиждень вивчення курсу планується як окремий модуль.

Тематична (модульна) структура навчального курсу є найзручнішою для студентів, оскільки в ній передбачена можливість розпочати вивчення навчального матеріалу з будь-якого окремого елемента курсу на вибір, наприклад, з дискусійного форуму, словника понять тощо.

Будь-який навчальний курс супроводжується електронною сторінкою перегляду оновлень. При цьому, викладач визначає режим доступу студентам (користувачам) до надісланої на платформу Moodle оновленої навчальної інформації (окремих файлів або каталогів, об’єм яких не перевищує 2Мб).

Особливості застосування системи Moodle в навчальному процесі вищих навчальних закладів проаналізовано у працях О. О. Сичова [129], А. Х. Гімутдинова [130], А. В. Королькова [131] та інших вчених [6, 132 – 135].

Дослідники О. О. Сичов і І. Г. Жукова [129] зазначають що систематичне застосування АНС Moodle для організації самостійної роботи і тестового контролю знань студентів на початковому етапі проведення лабораторних робіт підвищує якість їх підготовки до занять. Проте, на думку авторів, недоліком застосування АНС “Moodle” для організації тестування знань є обмеженість можливостей об’єктивного оцінювання засобами АНС (без залучення викладачів) творчих відповідей студентів на тестові запитання відкритого типу.

Перевагою застосування АНС Moodle в навчальному процесі, А. Х. Гільмутдинов, Р. А. Абрагімов, І. В. Цивільський [130, с. 11-12] вважають надання викладачу можливості більше уваги концентрувати на викладанні складного навчального матеріалу, а інформацію нескладного змісту залишати на самостійне опрацювання студентам. Це сприяє підвищенню гнучкості навчального процесу. На думку авторів, основним недоліком застосування АНС є жорстка “цифрова” логіка аналізу подій і прийняття рішення, яка на відміну від людської логіки є обмеженою, оскільки не враховує емоційні фактори, етичні правила тощо. Надмірне і неадекватне використання АНС в навчальному процесі сприяє розвитку у студентів механічного мислення, тому, з метою уникнення цього негативного впливу, необхідно застосовувати АНС лише в інтеграції з традиційними формами навчання.

А. В. Королькова, Д. С. Кулябов і Ю. Ю. Сьомкін [131] акцентують увагу на засобах АНС “Moodle”, які надають можливість викладачам створювати і зберігати портфоліо кожного студента. Збережена в портфоліо інформація (всі виконані за період навчання контрольні завдання, оцінки, повідомлення у форумах тощо) характеризує активність навчальної

діяльності студента, ширше розкриває його здібності викладачу. На думку авторів, основним недоліком застосування вищезгаданої АНС у вищих навчальних закладах, є її курсоцентрична спрямованість. Тобто керування, спрямоване на навчальний курс, як основну одиницю, а не на академічні групи (які є основою навчального процесу у вищих навчальних закладах України).

В результаті аналізу вище згаданих АНС, виявлено що застосування системи Moodle є педагогічно ефективним для розробки цілісних навчальних курсів за умови доступу до мережі Internet або Intranet (в on-line режимі), використання серверів баз даних (наприклад, MySQL) та Web-серверів з підтримкою PHP (наприклад, Apache2), які потребують залучення потужних комп'ютерних ресурсів. Керування (адміністрування) АНС є складним для малодосвідчених користувачів комп'ютерної техніки, тому для забезпечення безперебійності функціонування комп'ютерного програмного забезпечення АНС вимагається залучення кваліфікованого обслуговуючого персоналу – “тьютерів” (адміністраторів). Крім навчальної системи “Moodle”, яка поширюється безкоштовно, переважна більшість АНС є ліцензійними (коштовними) і їх повноцінне функціонування можливе тільки за умови обов'язкової інсталяції відповідного програмного забезпечення на комп'ютері достатньої потужності, що обумовлює виникнення відповідних незручностей.

На відміну від автоматизованої навчальної системи, ППЗ повноцінно функціонують на персональних комп'ютерах і смартфонах не тільки в мережі Internet (on-line режимі), але і без залучення значних ресурсів, серверів баз даних, Web-серверів та обов'язкової наявності доступу до мережі Internet або Intranet (в off-line режимі). Це надає студентам зручності в доступі до навчальної інформації, самостійному опануванні та перевірці знань з навчального предмету. Тому вважаємо, що застосування новітніх ППЗ у навчальному процесі ВПНЗ є найефективнішим засобом підвищення ефективності формування знань з навчального модуля “Мікроеволюція”.

Основними складовими будь-якого ППЗ є навчальні матеріали (текст, фото, відео, звук) і спеціальна комп'ютерна програма (оболонка) керування, яка забезпечує послідовність їх надання студентам (користувачам).

У ППЗ, призначених для підтримки й розвитку навчального процесу, навчальний матеріал розміщується систематизовано, відповідно до навчальної програми. У цих КЗН розробниками передбачається підтримка основних видів навчальної діяльності: здобуття інформації, закріплення знань на лабораторних заняттях, контроль якості сформованих знань [33, с. 340]. ППЗ спрямовані на полегшення роботи викладача та підвищення ефективності самостійної роботи студентів.

Існує чимало різноманітних підходів до класифікації розроблених ППЗ, проте, жодна з них не є загальноприйнятою в педагогічній науці.

Наприклад, В. П. Волинський пропонує в науково-педагогічних дослідженнях дотримуватись класифікації ППЗ на основі виконуваних завдань. Згідно з цією класифікацією виокремлюють ППЗ, які допомагають:

- відтворювати навчальну інформацію про явища і процеси;
- керувати пізнавальною діяльністю;
- моделювати природні явища і процеси;
- організувати і проводити навчальні ігри;
- контролювати якість засвоєних знань;
- забезпечити комплексну підтримку навчального процесу [136, с. 44-45].

Ю. І. Машбиць [137], О. І. Бугайов і В. С. Коваль [138] дотримуються такої класифікувати ППЗ:

- за основною методичною метою (тренувальні, наставницькі, імітаційно-моделюючі, проблемні, ігрові);
- за характером їх використання на заняттях різних типів (адаптивні, демонстраційні, комп'ютерні моделі, комп'ютеризовані лабораторні роботи, контролюючі) тощо.

Тренувальні ППЗ, як зазначає Ю. І. Машбиць, призначені для формування стійких вмінь і навичок учнів, тому їх доцільно застосовувати для закріплення навчального матеріалу, засвоєного на попередніх заняттях. *Наставницькі ППЗ* містять цілісний фрагмент автоматизованої навчальної програми і застосовуються в навчальному процесі для підвищення ефективності засвоєння нового навчального матеріалу. За допомогою цих засобів забезпечується покрокове підведення студента до набуття нових знань.

Основною особливістю *імітаційно-моделюючих ППЗ* є використання імітації та педагогічного моделювання в навчальному процесі.

ППЗ проблемного навчання ґрунтуються на ідеях і принципах когнітивної психології, тому за допомогою цих засобів здійснюється опосередковане управління навчальною діяльністю. Вважаємо, що застосування в ППЗ різноманітних проблемно-навчальних завдань, спонукатиме студентів до самостійного їх розв'язування.

Ігрові ППЗ надають можливість під час навчального процесу в умовах невимушеної ігрової ситуації ефективніше формувати навички і уміння.

О. І. Бугайов і В. С. Коваль [138] зауважують, що *адаптивні ППЗ*, завдяки можливості змінювати способи подання навчального матеріалу, допомагають досягти високого рівня індивідуалізації формування знань учнів в залежності від рівня їх пізнавальних можливостей. При цьому, структура навчального матеріалу, кількість, зміст і тип тестових завдань в ППЗ змінюються залежно від результатів проведеного тестування знань і умінь (адаптація за пізнавальними можливостями) та від характеру зроблених помилок (адаптація за помилками). Адаптивні ППЗ варто застосовувати в навчальному процесі ВПНЗ для ознайомлення з новим навчальним матеріалом, засвоєння основних понять та контролю набутих знань студентів.

За допомогою *демонстраційних ППЗ* відтворюються, або імітуються природні явища і процеси для полегшення їх розуміння. Вважаємо, що

застосування цих ППЗ на заняттях з мікроеволюції для демонстрування дії складних механізмів коадаптацій полегшить студентам опанування складним навчальним матеріалом.

А. П. Єршов [25, с. 11], акцентуючи увагу на засобах унаочнення ППЗ, зазначає що вони надають можливість користувачеві комп'ютера під час навчального процесу “вийняти із статичної упаковки розвиток динамічного процесу як у часі, так і у просторі”. Це наближує навчальний процес до дослідження та експерименту в природних умовах.

Комп'ютерні моделі – це ППЗ, призначені для імітації складних природних явищ і процесів шляхом побудови засобами мов програмування їх ідеалізованих моделей. В. Г. Разумовський, досліджуючи педагогічні можливості застосування комп'ютерів у навчальному процесі, наголошує на тому, що під час моделювання стає зрозумілішою сутність, тобто розвивається науково-теоретичне мислення [139].

На нашу думку, застосування комп'ютерних моделей на заняттях з мікроеволюції, надасть можливість викладачам створювати абстрактні моделі механізмів еволюційних процесів, наприклад, природного добору, утворення нових видів організмів та ін., які традиційно описуються словесно і є складними для опанування студентами.

Комп'ютеризовані лабораторні роботи – це ППЗ, в яких застосовуються імітаційні моделі дослідження певних природних явищ і процесів засобами комп'ютерних технологій. Складовими частинами цих ППЗ є: блок зберігання результатів експериментальних досліджень, підпрограми побудови графіків і діаграм залежності величин досліджуваних явищ і процесів, блок опрацювання результатів експериментального дослідження, електронні таблиці для внесення результатів діяльності студента.

О. Лещинський [140], на основі результатів дослідження впливу комп'ютера на структуру і зміст навчального експерименту, констатує підвищення ефективності формування абстрактних понять під час

проведення лабораторних робіт із застосуванням відображення інформації досліджуваного експерименту на моніторі комп'ютера. Прості у користуванні обладнання і матеріали комп'ютерних віртуальних лабораторій допомагають учням самостійно проводити дослідження складних природних явищ. Вважаємо, що розробка віртуальних експериментів є перспективним напрямом удосконалення формування знань студентів ВПНЗ природничих спеціальностей. Останнім часом спостерігається тенденція переходу від розробки готових віртуальних комп'ютерних лабораторій до створення експериментально-моделюючих навчальних середовищ, в яких надається можливість проектувати різноманітні експерименти відповідно до інтересів і рівня знань студентів.

Контролюючі ППЗ – це експертні комп'ютерні тестові програми з контрольними завданнями, які призначені для поточного або підсумкового контролю знань і умінь учнів. Під час тестування знань, як правило, учням надається можливість вибору правильних відповідей серед запропонованих. Результати проведеного тестування знань учнів автоматично опрацьовуються в ППЗ методами математичної статистики, що сприяє підвищенню об'єктивності оцінювання якості опанування студентами навчальним матеріалом.

В результаті аналізу існуючих класифікацій ППЗ виявлено, що запропонована Ю. І. Машбицем, О. І. Бугайовим і В. С. Ковалем класифікація є найзручнішою для застосування в нашому дослідженні, оскільки допомагає під час проектування і розробки ППЗ виявити його різнобічну педагогічну спрямованість.

В обґрунтуванні доцільності застосування КЗН у навчальному процесі ВПНЗ, ми погоджуємося з поглядами М. С. Мансурова [141]. Він акцентує увагу з позицій психологічної науки на основних *позитивних сторонах ППЗ*, якими, зокрема, є:

- новизна роботи з комп'ютерними ППЗ підвищує інтерес і підсилює мотивацію навчання учасників навчального процесу;

- надається можливість будування індивідуального навчання на основі моделі учня з урахуванням історії його навчання та індивідуальних особливостей пам'яті, мислення тощо;
- більше уваги надається формуванню творчого мислення і дедуктивного способу пізнання, який є більш економним, продуктивним, ніж індуктивний, тому що веде до засвоєння суті природних процесів, їх закономірностей, головних ідей;
- використання комп'ютера дає можливість значно активізувати навчально-пізнавальну діяльність, зосередити увагу на найбільш важливих аспектах навчального матеріалу;
- урізноманітнюються типи навчальних та прикладних завдань, які можна розв'язувати за допомогою комп'ютерних ППЗ моделюючого типу;
- колір, звук, мультиплікація – розширюють можливості подання інформації;
- комп'ютеризовані тестові програми забезпечують учасників навчального процесу зручними засобами оцінювання засвоєних знань в умовах відсутності викладача;
- завдяки новим ППЗ, підвищуються можливості використання більшого обсягу навчальної інформації [141, с. 153-167].

Негативними (слабкими) сторонами ППЗ, як зазначає М. С. Мансуров [141], є не в повній мірі реалізовані можливості комп'ютера у навчальному процесі. Це стосується способів інтерактивного спілкування, розпізнавання причин помилок та шляхів їх усунення.

Під час науково-педагогічного дослідження нами не виявлено в освітньому просторі України розробленого ППЗ з мікроеволюції, адаптованого для застосування в навчальному процесі ВПНЗ. Проте, сьогодні, існує ряд розробок ППЗ з біології: “Бібліотека електронних наочностей. Біологія 6-11 клас” [142], дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 кл.” [143], “Віртуальна біологічна лабораторія, 10-11 клас”

[144] (додаток Е, табл. Е.1), які призначені для застосування у загальноосвітніх навчальних закладах.

Вище згадані ППЗ з біології успішно застосовуються у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів України. Це підтверджується результатами наукових досліджень М. М. Сидорович [145], Л. І. Олійник [146], В. Е. Лунячек [147], Б. І. Шуневич [148]. Критичний аналіз цих ППЗ з позицій дидактично-методичних можливостей їх застосування в навчальному процесі ВПНЗ для підвищення ефективності навчального процесу, дозволив нам констатувати обмеженість їх засобів розміщення, пошуку і перегляду навчальної інформації. Розміщені в ППЗ навчальні матеріали (текстові, фото, відео і звукові файли) подаються на недостатньо високому науковому рівні. Так, наприклад, у представників фауни і флори, які зображені на фото та відео матеріалах, відсутні підписи латинською мовою, інформація про них не містить поглибленого наукового змісту, який необхідно опанувати студентам ВПНЗ.

Вважаємо, що виявлені недоліки вище проаналізованих ППЗ обумовлюють можливість лише вибіркового, несистематичного їх використання у навчальному процесі ВПНЗ. Зокрема, відібрані окремі фото і відео файли викладачі можуть використовувати в навчальному процесі для унаочнення заздалегідь самостійно підготовленої наукової інформації з мікроеволюції (додаток Ж, табл. Ж.1). Результати досліджень [149 – 153] свідчать про те, що в умовах відсутності ППЗ з мікроеволюції, адаптованого до застосування у ВПНЗ, проблема підвищення ефективності формування знань студентів з мікроеволюції залишається актуальною.

Створення і впровадження у навчальний процес ВПНЗ нового україномовного ППЗ з мікроеволюції, надасть можливість засобами комп'ютерної технології реалізувати наукове вирішення вище згаданої проблеми.

2.2. Психолого-педагогічні засади ефективного проектування і застосування педагогічних програмних засобів

В сучасних умовах комп'ютеризації навчання, успішність удосконалення засобів пошуку і оброблення інформації залежить від забезпеченості інформаційною навчальною продукцією, зокрема, ППЗ, які ґрунтуються на застосуванні засобів комп'ютерної технології. Поняття “комп'ютерна технологія” або його синонім “нова інформаційна технологія” передбачає застосування усього різноманіття сучасних засобів оброблення інформації (мов комп'ютерного програмування), а також електронно-обчислювальних машин з їх периферійним обладнанням (принтери, пристрої для редагування і відтворення графічної і звукової інформації) [55, с. 191-192].

Проблема недостатнього забезпечення вищих навчальних закладів педагогічними програмними засобами обумовлена складністю творчого процесу їх проектування і створення. Зазвичай, для проектування і створення ППЗ залучаються експерти (викладачі, вчені-педагоги) з тієї чи іншої навчальної дисципліни і фахівці з фізико-математичною освітою, які досконало володіють навиками комп'ютерного програмування. В проектуванні і створенні ППЗ, фахівці-програмісти надають перевагу здебільшого дисциплінам фізико-математичного і технічного спрямування, оскільки при цьому вони здатні виконувати одночасно і роль експертів. Проектування і створення ППЗ з біологічних дисциплін ускладнюється тим, що фахівці-програмісти не володіють достатньо глибокими знаннями з навчальних дисциплін цього спрямування, тому не можуть самотійно, без залучення експертів відібрати потрібну навчальну інформацією для наповнення автоматизованого програмного продукту. Під час співпраці фахівців-програмістів з експертами, між ними нерідко виникають розбіжності у поглядах на справедливість розподілу частки авторських прав,

оплати інтелектуальної власності тощо, які здатні значно уповільнити процес створення ППЗ. Проте, як зауважує Ю. І. Машбиць [154], навіть плідна співпраця експертів і фахівців-програмістів не може гарантувати успішності проектування і створення ефективного ППЗ без врахування відповідних психолого-педагогічних засад.

Дослідженню психолого-педагогічних засад комп'ютеризації навчання присвячені праці Ю. І. Машбиця [154], Н. Ф. Тализіної [13], В. Я. Ляудиса, В. Я. Варнеке [155], В. І. Каган [156], Є. К. Марченко [157], Ф. Якушевича [158], А. В. Петровського і Н. Н. Нечаєвої [159].

Розкриваючи особливості комп'ютеризації навчання, Ю. І. Машбиць [154] виділив два основні напрями її здійснення. Метою першого напрямку є забезпечення всезагальної комп'ютерної грамотності. Метою другого – застосування комп'ютера як засобу підвищення ефективності навчання, який радикально змінює зміст, структуру, мотиви діяльності студентів і викладачів. Психологічні засади в межах вище вказаного другого напрямку, визначаються аналізом ППЗ як засобу керування навчальною діяльністю.

Ефективне застосування комп'ютера в навчальному процесі, як засобу керування навчальною діяльністю, передбачає дотримання основних психолого-педагогічних засад проектування і застосування ППЗ. Розкриємо їх детальніше.

Дослідженню психолого-педагогічних засад проектування ППЗ присвячено наукові праці М. А. Медведевої [160], О. Ю. Нестерова [161], О. О. Гокуня [162], О. Ю. Комісарової [163], В. М. Каптелініна [164], Т. В. Корнілової [165]. Вищезгадані автори в своїх працях науково обґрунтували важливість врахування психолого-педагогічних засад для досягнення успішності проектування і застосування ППЗ.

Розглядаючи ППЗ з традиційних психолого-педагогічних позицій як з'єднуючу ланку між теорією навчання і її практичним застосуванням, Ю. І. Машбиць [154], констатує значні труднощі проектування ППЗ на основі лише самої теорії навчання. Для усунення цих труднощів він пропонує

розглядати ППЗ з інших позицій, зокрема, як проекцію теорії навчання на діяльність учасників навчального процесу. При цьому акцентує увагу на тому, що продукт проектування ППЗ, після впровадження (реалізації) не повинен розглядатися як остаточний. По завершенню апробації проект є основою для створення наступних, ефективніших ППЗ. В ході реалізації проекту отримуються нові знання з педагогіки і психології, тому під час проектування, ППЗ вважається не тільки складовою АНС, але й як засіб дослідження психолого-педагогічних засад навчання. Ідея безперервного проектування висуває певні вимоги до проектування ППЗ, зокрема, вони повинні будуватися таким чином, щоб у максимально зручній формі дозволяти здійснювати модифікацію різноманітних параметрів, від заміни певних навчальних впливів до способу взаємодії користувача і комп'ютера. Проектування можна вважати психолого-педагогічним тільки в тому випадку, якщо проектується процес навчання і всі елементи ППЗ аналізуються у їх взаємозв'язку. Істотною особливістю такого проектування є програмування в ньому двох видів діяльності – навчання і учіння.

За визначенням К. Д. Ушинського, поняття “навчання” тривалий час трактувалось як спільна діяльність учителя і учня. О. В. Скрипченко, О. С. Падалка зауважують, що за сучасними уявленнями вчених-педагогів, під поняттям “навчання” у загальноосвітньому навчальному закладі розуміють – “доцільно організований процес цілеспрямованого формування у учнів знань, умінь і навичок. Навчання розглядається як керування процесом формування знань учнів, виявлення у них можливостей розумової активності” [166, с. 76].

У вищих навчальних закладах, на відміну від навчання, учіння є провідною діяльністю студентів, активним процесом, що відбувається завдяки здатності студента свідомо визначати мету, спрямовану на засвоєння знань та умінь, формування навичок. Учіння може бути якісним і не якісним, формальним або механічним засвоєнням знань [166, с. 81].

Подібного погляду дотримується і М. М. Фіцула [55, с. 79], який зауважує що у навчальному процесі вищих навчальних закладів “беруть

участь два діючі суб'єкти – викладачі і студенти, отже складовими навчання є викладання і учіння”. На його думку учіння є “заснований на мотивації, цілеспрямований процес засвоєння студентами знань, умінь і навичок, регламентований навчальними планами і програмами”.

Ми поділяємо думку американського психолога Р. Глейзера [154], який зауважує, що для забезпечення ефективності розробки ППЗ, насамперед, необхідно спроектувати процес навчання, а потім його комп'ютерну (програмну) реалізацію на надійному психолого-педагогічному фундаменті. При цьому, важливо передбачити не тільки діяльність того хто навчає (делегування навчальних функцій комп'ютеру), але і тих хто навчається (студентів).

Характеризуючи проектування ППЗ як складний і багаторівневий процес, Ю. І. Машбиць [154, с. 7] пропонує виділяти в ньому наступні рівні: концептуальний, технологічний, операційний і реалізаційний. Кожний із зазначених рівнів, на його думку, має ряд засад, які необхідно враховувати при проектуванні ППЗ. Для концептуального рівня проектування найважливішим є встановлення психологічних механізмів взаємодії викладача і студента у навчальному процесі. На цьому рівні розглядаються психологічні механізми і принципи навчання, які є його теоретичним фундаментом. Для технологічного рівня проектування є важливим передбачення взаємодії різноманітних компонентів засобу керування навчальною діяльністю. Для операційного рівня найістотнішим є визначення тих функцій і засобів реалізації, які покладаються на комп'ютер. Для рівня педагогічної реалізації, під час написання сценарію ППЗ, правильний вибір шляхів втілення психолого-педагогічних принципів і засобів керування в певні навчальні дії. Дотримання цих засад здійснюється на основі психологічно обґрунтованої моделі навчальної діяльності, яка дозволяє за результатами відповідей студентів співвідносити зовнішню діяльність з внутрішньою, порівнювати реальну діяльність з нормативною. Рівень реалізації ППЗ має два підрівні: педагогічний і програмний. Перший з них

містить систему навчальних впливів. Проект ППЗ на цьому рівні описується у вигляді сценарію, в якому зазначається, як діє ППЗ в кожний момент навчального процесу і як він повинен реагувати на ті чи інші дії студента. Проектується розташування інформації на дисплеї комп'ютера, зокрема, співвідношення графіки, тексту, способи виділення окремих фрагментів графічної і текстової інформації, часові інтервали появи інформації на дисплеї тощо. На програмному підрівні реалізації ППЗ здійснюється переклад сценарію на мову зрозумілу для комп'ютера. При цьому, застосовуються такі мови програмування як, наприклад, HTML, JavaScript, MaxScript тощо.

Аналіз вище згаданих психолого-педагогічних засад проектування ППЗ, як засобу підвищення ефективності навчання, показав що на кожному з зазначених рівнів проектування існують певні приписи (нормативи), які за своїм змістом різноманітні. На концептуальному рівні вони торкаються загальних, фундаментальних характеристик процесу навчання, які описують його психологічні механізми. На технологічному рівні приписи перекладаються на мову методів навчання, на рівні педагогічної реалізації – навчальних впливів, а на технічному рівні реалізації – на алгоритмічну мову у вигляді комп'ютерних програм. Істотною ознакою застосування комп'ютера як навчального засобу є виконання ним функції керування навчальною діяльністю з врахуванням цілей навчання. Потужні можливості комп'ютера доцільно застосовувати у навчанні в міру, тобто, коли це необхідно з позицій психології і дидактики.

Дослідженню психолого-педагогічних засад застосування ППЗ в умовах комп'ютеризації навчання присвячено наукові праці Г. М. Ховрича [167], І. О. Васильєвої [168], Т. Мацея [169], Є. М. Томашевої [170], О. О. Прохорова [171], С. Бодкера [172], В. Імбера [173]. Вчені-психологи С. Л. Рубінштейн [174, 175], Л. С. Виготський [17], А. Н. Леонтьєв [15, 176], П. Я. Гальперін [12], О. М. Кабанова-Меллер [22, 177], Н. Ф. Тализіна [178], Ю. К. Бабанський [179 – 181]. Педагоги В. М. Осинська [182], Л. В. Занков

[19], В. Ф. Паламарчук [183] в своїх наукових працях зазначають, що успішність застосування комп'ютера в навчальному процесі значною мірою залежить від врахування традиційних психолого-педагогічних засад навчання, зокрема, формування пізнавальних процесів (уваги, мислення, пам'яті тощо). Зважаючи на важливість врахування особливостей формування згаданих пізнавальних процесів, розкриємо їх зміст детальніше.

Поняття “мислення” трактується у педагогічному словнику за редакцією В. І. Войтка, як процес опосередкованого й узагальненого пізнання людиною предметів і явищ об'єктивної дійсності в їх істотних властивостях, зв'язках і відношеннях [184, с. 91]. А. В. Петровський, А. В. Брушлинський зазначають, що мислення, зароджуючись у чуттєвому пізнанні і спираючись на нього, виходить за його межі. Мислячи, людина пізнає те, чого вона не може безпосередньо відчутти й уявити, доходить до розуміння суті природних явищ світу, формує поняття про них і практично оволодіває ними. При цьому важливо пам'ятати, що мислення – це пошук і відкриття нового. В умовах відсутності проблемної ситуації, коли для розв'язання будь-якого завдання використовуються старі, вже відомі способи дій, попередні знання і навички – мислення залишається незадіяним [185, с. 335].

Подібні погляди на процес мислення і у Ф. Енгельса [5332, с. 87], який зауважує, що мислення це оперування поняттями.

А. В. Петровський запропонував виділяти два основні види мислення – емпіричне і теоретичне [185, с. 342].

Емпіричне (наочно-образне) мислення, спрямоване на пізнання і класифікацію предметів за їх зовнішніми ознаками. Психологічний аналіз цього виду мислення зводиться, здебільшого, до виділення конкретних розумових процесів (прийомів): абстракції і узагальнення, порівняння і конкретизації.

Теоретичне (абстрактне) мислення відображає істотне у явищах і об'єктах, зв'язках між ними на рівні закономірностей, теорій, законів тощо. Цей вид мислення пов'язаний з узагальненням абстрактних понять на основі

їх попереднього аналізу і синтезу [166, с. 339]. Так, наприклад, під час вивчення теми “Природний добір”, у студентів, шляхом узагальнення наукових фактів і абстрактних понять інтенсивності розмноження організмів, перенаселення і форм боротьби за існування, поступово формується розуміння що природний добір є наслідком боротьби за існування.

На основі результатів дослідження особливостей процесу мислення, Є. М. Кабанова-Меллер зауважує, що процес мислення здійснюється за допомогою прийомів розумової діяльності. Прийомами розумової діяльності прийнято називати сукупність логічних операцій, які спрямовані на розв’язання завдання певного рівня складності. Кожний такий прийом є способом дії з двома компонентами: знанням як треба діяти при розв’язуванні завдання і умінням володіти (користуватися) цим знанням [177, с. 7].

В психологічній науці існує чимало класифікацій прийомів розумової діяльності. Ми поділяємо погляди В. М. Осинської, яка пропонує класифікувати прийоми розумової діяльності умовно об’єднавши їх у дві групи: прийоми алгоритмічного та евристичного типу. До першої групи належать прийоми, які в повній мірі відповідають законам формальної логіки, зокрема, алгоритми розв’язування проблемних завдань, правило-орієнтир класифікації та інші [179].

Евристичні прийоми, як зазначає М. В. Морзе, стимулюють пошук шляхів розв’язування нових проблемних ситуацій, розвивають творчу діяльність і продуктивне мислення. До таких прийомів належать: різні види аналізу, синтезу, абстрагування, конкретизація, порівняння і узагальнення. Їх активно використовують при розв’язуванні навчальних завдань різного рівня складності [186, с. 7]. Розкриємо сутність вищезгаданих евристичних прийомів.

Аналіз є логічним прийомом розчленування предмету дослідження на складові частини, кожна з яких потім окремо досліджується для того, щоб виділені елементи поєднати за допомогою синтезу – в ціле збагачене

знаннями. Для людини є властивою вища форма аналізу – логічний аналіз, за допомогою якого утворюються судження і поняття про істотні властивості речей і явищ матеріального світу [187, с. 13].

Для найповнішого і правильного вивчення предметів, явищ дійсності, як правило, з аналізом завжди поєднується *синтез* – одна з основних ознак свідомості людини [187, с. 170]. Розумовий прийом синтезу здійснюється на основі мисленого, або практичного сполучення розчленованих в результаті аналізу частин предмета, встановлення їх взаємодії і зв'язків для пізнання цього предмета як цілого. Аналіз і синтез, як зазначав С. Л. Рубінштейн [166, с. 344], є основними розумовими операціями, на їх основі розвиваються інші розумові операції (абстрагування, порівняння, узагальнення).

Абстрагування здійснюється на основі результатів застосування розумових прийомів аналізу і синтезу об'єктів дослідження. В психологічній науці під поняттям абстрагування розуміють один із моментів пізнання, процес мисленого виділення, ізолювання одних ознак, властивостей, зв'язків і відношень конкретного предмета або явища від інших численних ознак [187, с. 4]. С. Л. Рубінштейн [166, с. 347] вважає абстрагування похідною від аналізу. Вироблення понять, моделей, суджень, теорій і вміння оперувати ними свідчать про здатність людини до абстрактного мислення.

Сходження від абстрактного до конкретного є основою теоретичного мислення. В психології розумову операцію, пов'язану з переходом від більш загальних понять до більш часткових, прийнято називати *конкретизацією* [166, с. 350]. Формуванню прийому конкретизації у студентів присвячено наукові праці І. С. Булах [188], Т. М. Лисянської [189].

На думку І. С. Булах [188], прийом конкретизації в своїй основі має наступний алгоритм дій: спочатку необхідно засвоїти загальне, абстрактне, а потім від цього переходити до реального, конкретного (принципів, законів тощо). Процеси сходження від абстрактного до конкретного і зведення конкретного до абстрактного корелятивно між собою пов'язані, при цьому основним є сходження, яке виражає теоретичне мислення.

Результати процесу мислення, отримані за допомогою прийомів аналізу, синтезу, абстрагування і конкретизації підлягають порівнянню.

Порівняння – є найпростішим прийомом емпіричного мислення, який належить як до розумових, так і до навчальних прийомів. В значенні розумового прийому, порівняння є різновидом розумової операції, результатом якої є встановлення ознак схожості і відмінності між певними предметами або явищами. При здійсненні порівняння виявляються дві його основні форми: зіставлення і протиставлення [182, с. 15], які є основою для синтезу.

Результати порівняння використовуються як основа для *узагальнення*, завдяки якому у студентів до наявних знань доповнюються нові. Л. Я. Федченко [190] наголошує, що узагальнення – це одночасно результат, процес, метод і розумовий прийом. Якщо розглядати узагальнення в значенні розумового прийому, то, за визначенням С. Л. Рубінштейна [166, с. 348], розумовий прийом узагальнення є вищим рівнем розумової операції, який допомагає на основі окремих ознак об'єднувати об'єкти дослідження в єдине ціле.

Для узагальнення, як процесу, характерним є перехід від опису властивостей окремого предмета до їх знаходження і виділення в цілому класі подібних предметів. Узагальнення є основою, навколо якої групуються і якій підпорядковуються інші розумові прийоми. Узагальнення, за О. Б. Ельконіним [18], є коморою навчальної діяльності. Так наприклад, під час вивчення теми “Критерії та загальні ознаки виду”, студенти вчаться класифікувати і порівнювати морфологічний, фізіолого-біохімічний, екологічний, географічний та генетико-репродуктивний критерії виду та його загальні ознаки (дискретність, цілісність, чисельність тощо). В подальшому міркуванні, студенти шляхом аналізу і синтезу, абстрагування і узагальнення цих знань, поступово приходять до висновку, що в еволюції органічного світу, найдрібнішою групою, яка здатна до самостійної еволюції є популяція. Тому популяція вважається елементарною еволюційною одиницею.

В працях С. Л. Рубінштейна [175] і В. В. Давидова [191, 192], присвячених дослідженню розумового прийому узагальнення, розглядаються його особливості на емпіричному і теоретичному рівнях мислення.

З розумовим прийомом узагальнення пов'язаний прийом *систематизації*. В психологічній науці під розумовим прийом систематизації розуміють [166, с. 352] розміщення у певному порядку (послідовності) предметів або явищ.

Абстрактне (понятійне) мислення у студентів певною мірою “ґрунтується на емпіричному пізнанні (чуттєвому сприйнятті) аналізі, синтезі, абстрагуванні від другорядного та їх узагальненні. В результаті цих складних розумових операцій формуються наукові поняття, в яких відбиваються необхідні і суттєві властивості, ознаки предметів і явищ природи” [187, с. 5].

Зважаючи на вище зазначене, ми поділяємо думку О. О. Леонтєва [193], який зауважує що сучасний комп'ютер, оснащений АНС, здатний моделювати педагогічне спілкування, при якому створюються найкращі умови для розвитку мотивації і творчого мислення.

Прийоми узагальнення і систематизації корелятивно між собою пов'язані, вони є основою для формування теоретичних знань (системи понять, суджень, концепцій тощо), розумових навичок і умінь студентів.

В психології *навичкою* прийнято називати психічне новоутворення, завдяки якому студент спроможний виконувати певну дію раціонально з належною точністю і швидкістю, без істотної участі свідомості в її регулюванні [187, с. 98]. Володіння складною системою психічних і практичних дій, необхідних для доцільної регуляції діяльності наявними у студента знаннями та навичками, називають *умінням* [187, с. 196].

Досліджуючи розумові навички і уміння, Н. Ф. Тализіна [194] і Л. Я. Федченко [190] наголошують, що вони виявляються у готовності студента виконувати дії, які виробились у нього на основі засвоєння способів навчально-пізнавальної діяльності. Способи пізнавальної діяльності міцно

пов'язані з теоретичними знаннями, без яких неможливе їх свідоме виконання. Проте, щоб способи діяльності стали навичками і уміннями недостатньо мати лише теоретичні знання, необхідно шляхом цілеспрямованих планомірних вправлянь засвоїти досвід застосування їх на практиці. При цьому, важливо пам'ятати, що формування навички здійснюється в умовах одноманітного повторення відповідної, переважно неконтрольованої свідомістю операції, а для уміння характерним є свідоме виконання дії (виконання сукупності операцій навичок) в умовах варіювання умов тренування.

На наш погляд, під час проектування нового ППЗ з мікроеволюції, важливо передбачити надання студентам зручних засобів для навчального вправляння, що сприятиме формуванню навичок і вмінь. З цією метою доцільно запропонувати комп'ютерні тестові завдання із запитаннями до кожної навчальної теми. Приклад тестового завдання із запитаннями закритого типу на виявлення рівня засвоєння понять з теми "Генетичні основи та елементарні фактори еволюції" показано у додатку 3.

Н. Ф. Тализіна і Т. В. Габай [195] вважають доцільним розглядати психолого-педагогічні засади ефективного застосування ППЗ у навчальному процесі, з позицій тих функцій діяльності, які делегуються комп'ютеру.

На думку А. В. Брушлінського [196], найістотнішою психолого-педагогічною засадою ефективного застосування ППЗ в навчальному процесі є врахування особливостей побудови діалогу користувача з комп'ютером. Автор зазначає, що якщо за основну ознаку діалогу брати не обмін мовними повідомленнями між співрозмовниками, а наявність декількох позицій, то поруч із зовнішнім діалогом варто розглядати діалог внутрішній, коли різноманітні позиції розробляються однією особою як перед уявним партнером, так і перед самим собою. З цієї точки зору, мислення і рефлексія являють собою діалогічні процеси. При цьому внутрішній діалог може бути зверненим не тільки до самого себе, але й до співрозмовників, а монологічна за формою мова викладача виглядатиме як діалогічне повідомлення, що

залучає користувачів в хід міркувань викладача, стимулює їх внутрішній діалог з самими собою.

Виходячи із зазначеного вище, очевидним є те, що навчання – це діалогічний процес, в якому внутрішній і зовнішній діалоги мають однаково важливе значення, тому їх можна вважати передумовою ефективного формування знань з мікроеволюції у студентів.

Е. Г. Скибицький і О. В. Шкабура [187, с. 11-18] зазначають, що діалог студента з ППЗ повинен будуватися на основні психологічних принципів, які висуваються до спілкування, з обов'язковим врахуванням факту, що один із співрозмовників (розробник ППЗ) спілкується з іншим учасником діалогу (студентом) не безпосередньо, а за допомогою комп'ютера. Проектуючи ППЗ, важливо враховувати обмеження в реалізації діалогу, які обумовленні технічними можливостями і особливостями комп'ютера. При цьому, взаємодія студента з комп'ютером повинна максимально наближено нагадувати спілкування між людьми і не викликати у студентів напруження нервової системи.

С. Пейперт [198] зауважує, що в умовах застосування традиційної методики навчання, як правило, діалогом “студент – викладач” керує викладач, тому йому належить вирішальна роль у продовженні або припиненні діалогу. Досвідчений викладач робить це по відношенню до студента тактовно, намагаючись не порушувати нормальних стосунків із студентом. В методиках навчання із застосуванням комп'ютерів тільки студент повинен визначати необхідність припинення або продовження діалогу. Правильним підходом до вирішення цієї проблеми є визначення моменту доцільності припинення або продовження ходу міркувань, надання студенту допомоги.

На нашу думку, з цією метою, під час розробки ППЗ з мікроеволюції, важливо передбачити можливість застосування наочних засобів реагування комп'ютера на дії студентів. Наприклад, при розв'язуванні тестових завдань реагуванням комп'ютера на отримані відповіді студента (натискання

курсором маніпуляційної миші на обраних варіантах відповідей) може бути показ АНС відповідного малюнка, за зображенням якого визначатиметься правильність розв'язання завдання. Зокрема, якщо студент дав повну відповідь на запитання тесту (обрано всі правильні із запропонованих варіантів відповідей), то у контрольному вікні програми показується малюнок (знак) зеленого кольору (додаток И, рис. И.3), а при неправильній відповіді студента (обрано не всі правильні із запропонованих варіантів відповідей) показується знак червоного кольору (додаток И, рис. И.4).

Отже, в умовах комп'ютеризації навчального процесу у ВПНЗ, проблема недостатнього забезпечення педагогічними програмними засобами, обумовлена складністю творчого процесу їх проектування і створення.

В результаті критичного аналізу науково-методичних праць з'ясовано, що ефективність проектування застосування ППЗ як засобу керування навчальною діяльністю, залежать від врахування психолого-педагогічних засад їх проектування, традиційних психолого-педагогічних засад навчання (формування уваги, мислення, пам'яті тощо) і сучасних психолого-педагогічних теорій пізнання, розвивального навчання, поетапного формування розумових дій та інших.

Врахування вище проаналізованих психолого-педагогічних засад під час розробки ППЗ з мікроеволюції сприятиме успішності його впровадження у навчальний процес ВПНЗ. Розкриті особливості психолого-педагогічних засад проектування і застосування ППЗ можуть бути корисними також для розробників комп'ютерних засобів навчання з інших біологічних дисциплін.

2.3. Загальна характеристика педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”

З метою підвищення ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів біологічних спеціальностей і вирішення педагогічних проблем

(розкритих в підрозділі 1.2 дисертації), на кафедрі зоології НПУ імені М. П. Драгоманова нами спроектовано і створено ППЗ “Microevolution 1.0”, адаптований для застосування у навчальному процесі ВПНЗ.

Запропонований ППЗ “Microevolution 1.0” з мікроеволюції за функціональним призначенням є комбінованою навчальною програмою.

Функціональна структура ППЗ “Microevolution 1.0” забезпечує досягнення таких педагогічних цілей:

- створення комфортних умов комп’ютерної підтримки традиційних і інноваційних методик навчання студентів ВПНЗ мікроеволюції органічного світу;
- структуризації навчальної інформації з мікроеволюції органічного світу та активізації опорних знань студентів;
- підтримки фронтальних, групових та індивідуальних форм навчання студентів мікроеволюції органічного світу в умовах організації навчального процесу ВПНЗ.

В ППЗ “Microevolution 1.0” підтримуються такі режими роботи:

- а) проведення викладачем лекційних, лабораторних та семінарських занять з мікроеволюції органічного світу в умовах застосування новітніх ІТ;
- б) самостійного вивчення студентами навчального матеріалу лекційних, лабораторних і семінарських занять з мікроеволюції органічного світу, а також здійснення самоконтролю своїх знань з цього навчального розділу;
- в) колективного навчання мікроеволюції органічного світу студентів в умовах використання засобів комп’ютерних мереж Intranet та Internet.

В режимах лекційного, лабораторного та семінарського занять з мікроеволюції органічного світу ППЗ дозволяє здійснювати:

- вибір розміщеного на html-сторінках навчального матеріалу з мікроеволюції (тексту, фото, відео і звуку);

- відтворення фрагментів занять (з фото, відео і звуковим супроводом) на дисплеї комп'ютера, інтерактивній дошці або проекторі (за наявності відповідного апаратного забезпечення).

В режимі самостійної роботи студентів ППЗ забезпечує:

- перегляд вмісту навчальних сторінок та динамічних моделей, відеофрагментів, розміщених в базі навчальної інформації ППЗ;
- навігацію (переходи на початок і кінець тексту, на наступну і попередню сторінки та ін.).

За допомогою засобів комп'ютерних мереж Intranet та Internet в режимі групового навчання студентів основам мікроеволюції ППЗ надає можливість:

- вибирати із запропонованого переліку лекційних, лабораторних та семінарських занять потрібну навчальну інформацію на сервері комп'ютерної мережі;
- шляхом активації застосованих гіперпосилань здійснювати перехід на навчальні сторінки (сайти) розміщені в Internet і переглядати їх зміст у повному обсязі.
- здійснювати контроль за якістю засвоєння студентами навчального матеріалу з мікроеволюції;
- зберігати у файлах (формату *.html або *.xml) і при потребі виводити на екран комп'ютера результати тестування знань студентів з мікроеволюції.

ППЗ “Microevolution 1.0” працює у такій мінімальній конфігурації апаратних засобів:

а) системний блок:

- корпус АТХ з блоком живлення;
- материнська плата (на базі чипсета Intel);
- процесор типу Intel Pentium III 1100 MHz;
- ОЗП 256 Мб;
- жорсткий диск (HDD) 40 Gb;

- CD-ROM 48-speed;
 - відеокарта AGP 16 Мб + TVOut;
 - звукова карта 16 bit;
 - мережна карта Ethernet card PCI 10/100;
- б) відеомонітор SVGA 17” LRNI, 85 Hz, TCO-99;
- в) клавіатура PS/2 укр/рос/лат;
- г) маніпулятор “миша”;
- д) звукові колонки або навушники.

Системним програмним забезпеченням (платформою) для реалізації ППЗ “Microevolution 1.0” обрано операційну систему Microsoft Windows 98 (RUS), яка поширена на комп’ютерах низької потужності. Застосовані в цій операційній системі алгоритми оптимізації доступу до пам’яті і “жорсткого диску” дозволяють максимально використовувати і розподіляти ресурси між прикладними програмами. Крім зазначеної платформи, для ефективної роботи ППЗ “Microevolution 1.0” на потужних комп’ютерах передбачено використання також найпоширенішої операційної системи Microsoft Windows XP (RUS), яка забезпечує безперебійну і якісну роботу прикладних програм з мультимедійними файлами значного об’єму.

Структура ППЗ дозволяє використовувати його в процесі формування знань з мікроеволюції у студентів для підтримки фронтальних, групових та індивідуальних форм навчання.

В структурі ППЗ “Microevolution 1.0” можна виділити дві групи його складових компонентів: базу навчальної інформації з мікроеволюції і комп’ютерне програмне забезпечення (комп’ютерна програмна оболонка керування базою навчальної інформації) (рис. 2.1).

В базі навчальної інформації (див. рис. 2.1) зберігаються файли з навчальним матеріалом: текст (32262 слова), фотозображення (172), фрагменти відеофільмів (25), звукових записів (33), призначені для використання на лекційних і практичних заняттях, в іграх, тестуванні знань.

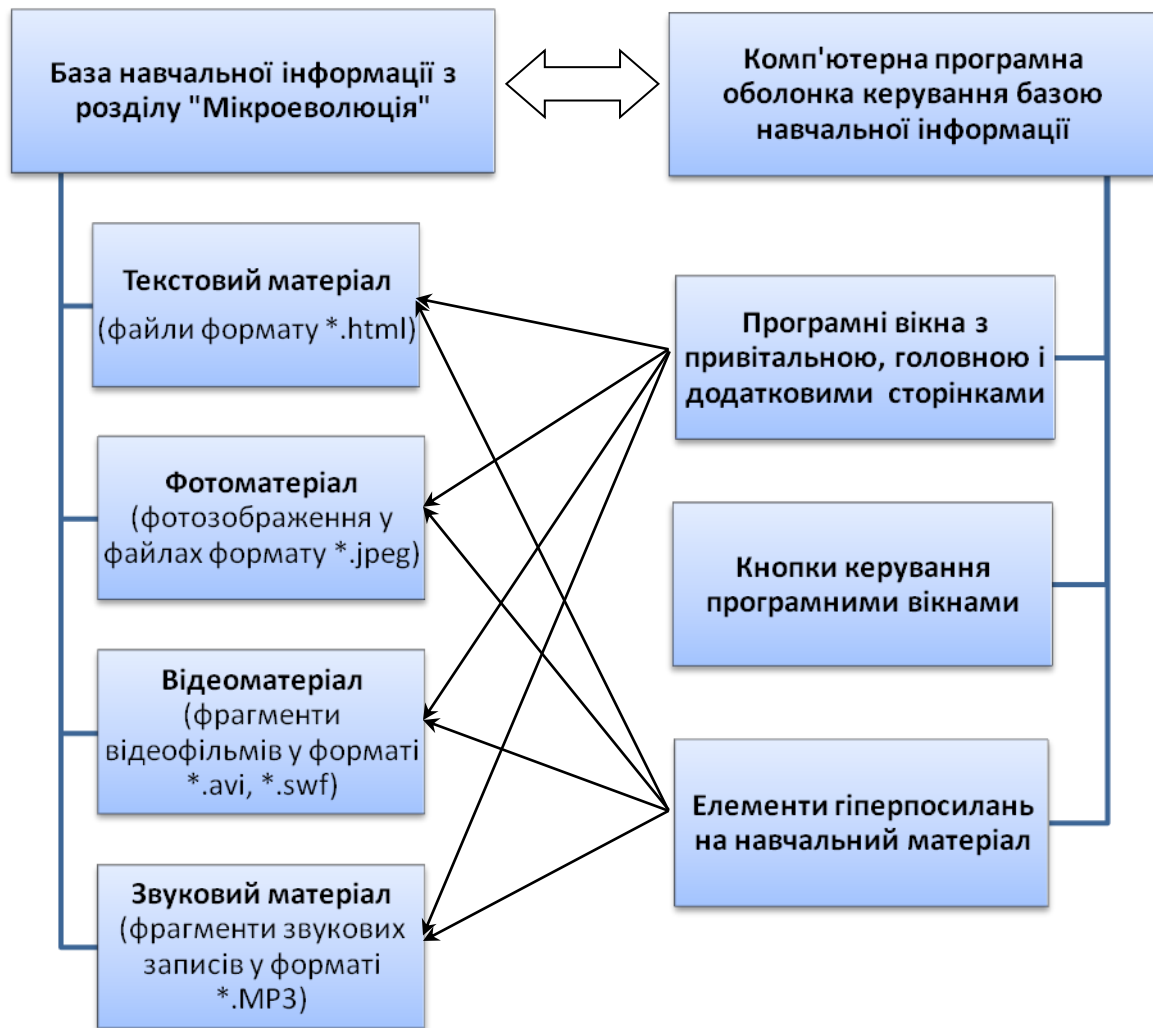


Рис. 2.1. Схема структури ППЗ “Microevolution 1.0”.

Проектування бази навчальної інформації ППЗ здійснювали на основі науково-обґрунтованого теоретичного матеріалу з мікроеволюції, передбаченого навчальними планами. При цьому були використані навчальні посібники О. В. Яблокова, А. Г. Юсуфова “Эволюционное учение” [22], М. М. Іорданського “Эволюция жизни” [28], О. С. Северцова “Введение в теорию эволюции” [29], М. М. Воронцова “Развитие эволюционных идей в биологии” [30], В. М. Бровдія, К. П. Ільєнко, О. В. Пархоменко “Еволюція організмів” [31], та ін., навчальні демонстраційні таблиці, гербарії, колекції та багаторічний педагогічний досвід викладачів ВПНЗ.

Для створення, редагування і збереження навчального тексту, фото, відео, звукових матеріалів застосовувались засоби комп'ютерних технологій – прикладні програми “Блокнот”, “Adobe Photoshop CS”, “Macromedia Flash Professional 8.0”, та інші (рис. 2.2).

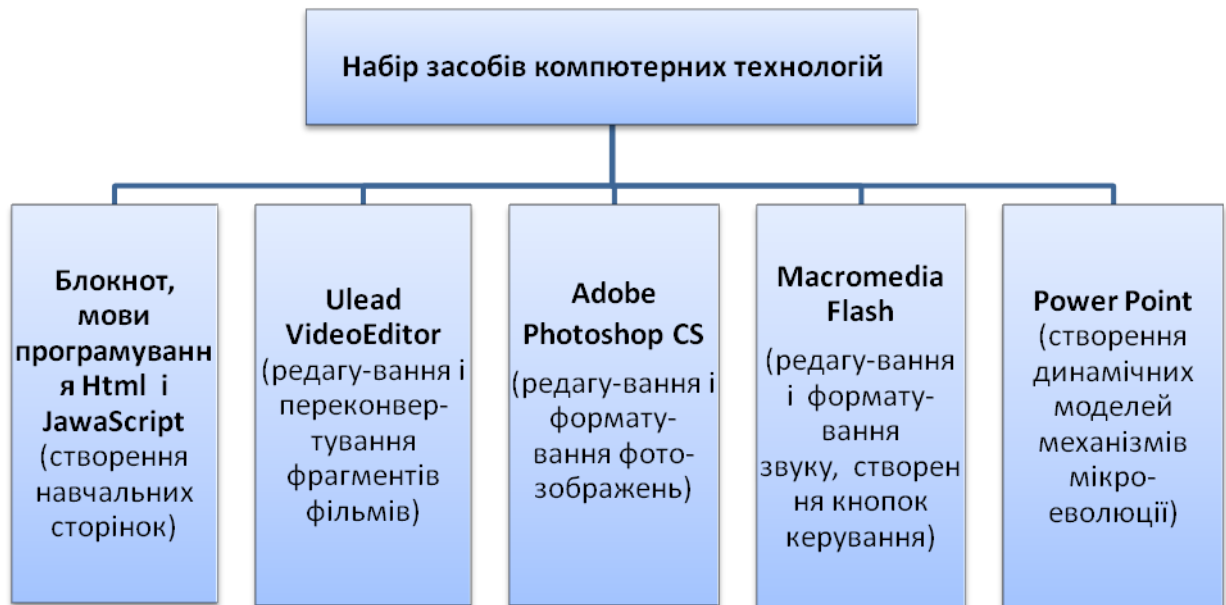


Рис. 2.2. Схема набору засобів комп'ютерної технології для створення ППЗ “Microevolution 1.0” з мікроеволюції.

Розробка комп'ютерного програмного забезпечення (комп'ютерної програмної оболонки керування базою навчальної інформації) здійснювалась з використанням прикладної програми “Блокнот” і зручних засобів комп'ютерних мов програмування HTML та JavaScript.

Проаналізуємо детальніше вище зазначені засоби комп'ютерних технологій (див. рис. 2.2) з позиції основних можливостей їх використання для проектування ефективних ППЗ.

Основою структури “бази навчальної інформації” (див. рис. 2.1) в ППЗ “Microevolution 1.0” є текстовий навчальний матеріал з мікроеволюції, який згруповано у тематичні блоки, розміщені в логічній послідовності, відповідно до модульної структури навчального курсу “Еволюційне вчення”

та типової і робочої навчальної програми (див. додаток А.1). Навчальна інформація в ППЗ не містить закадрового словесного супроводу коментатора, що сприяє прояву творчості викладача при плануванні занять з мікроеволюції.

З метою створення, редагування і збереження навчального тексту в “базі навчальної інформації”, застосовувалась прикладна програма “Блокнот”, яка є складовою частиною операційної системи Microsoft Windows XP. В програмі “Блокнот” надається можливість за допомогою засобів мови комп’ютерного програмування HTML створювати, редагувати і зберігати текст у файлах HTML-формату.

М. Е. Хольцшлаг характеризує *HTML (Hypertext Markup Language)* як мову гіпертекстової розмітки, за допомогою якої створюються документи (файли *.html) з різноманітним інформаційним змістом для розміщення в мережі Інтернет [199, с. 44]. Мова HTML надає зручні і потужні засоби для структурування тексту (заголовків, абзаців, списків) та його подання (визначення кольору, розміру і гарнітури). За допомогою гіперпосилань можна здійснювати перехід від одного до іншого місця (частини тексту або рисунка) всередині html-документа та за його межами.

Безпосередній перегляд таких файлів, їх обмін в мережі Інтернет забезпечується програмами-броузерами (“Internet Explorer”, “Netscape Navigator”, “Opera” тощо). Документи у форматі HTML є базовими для створеного нами ППЗ “Microevolution 1.0” і броузерів, оскільки в них детально описується порядок (розмітка) розташування об’єктів (тексту, фото, відео) на екрані комп’ютера при активуванні файла. Броузери відтворюють на екранах комп’ютерів текстові поля, кнопки, перемикачі і списки у відповідності з атрибутами html-дескрипторів, які їх визначають.

Макетування HTML-документів здійснювалось на основі, так званих, “таблиць розмітки”. Вони є зручним засобом для розміщення малюнків, керування кольором і створення структурованих фрагментів тексту в HTML-документі.

Для розміщення в HTML-документах статичних і динамічних об'єктів ми застосовували “фрейми” – потужні засоби створення решітки, на якій базується дизайн HTML-сторінки. Фрейми без рамок забезпечили поділ сторінки на розділи з подальшим керуванням їх параметрів. На відміну від звичайних таблиць, які застосовуються тільки в межах однієї сторінки, фрейми дозволяють відтворювати інформаційний матеріал різних HTML-сторінок.

Найбільшій ступені інтерактивності в html-документах можна досягти застосуванням керованих форм введення даних, тому для збільшення функціональних можливостей html-файла, як зазначає Д. Гудман [200, с. 41], доцільно застосовувати об'єктну мову комп'ютерного програмування *JavaScript*. Застосовані в нашому дослідженні засоби мови *JavaScript* надали можливість здійснити:

- реалізацію прямої або зворотної реакції html-сторінки на дії користувача під час керування елементами форми (полями, текстовими областями, кнопками, перемикачами, елементами списку, списками меню) і гіперпосиланнями;
- формування набору даних (баз даних) в певних структурах і надання для керування ними дружнього інтерфейса;
- керування багатофреймовими документами, надбудовами або Java-аплетами, в залежності від бажань розробника і налаштування броузера;
- внесення швидких динамічних змін до змісту документа і стилі, які застосовуються у броузерах, у відповідь на дії користувача.

В базі навчальної інформації крім текстової навчальної інформації розміщуються фотозображення комах, рептилій, птахів, які застосовуються під час лекційних і лабораторних занять для унаочнення складних процесів еволюції органічного світу).

Фотозображення зберігаються у файлах jpg-формату (*.jpg). Цей формат забезпечує відносно високу якість зображення при його стисненні,

тому він використовується для збереження фотозображень в цифрових фотоапаратах.

Оскільки фотозображення, у порівнянні з текстовим матеріалом, займають більше місця на комп'ютерному магнітному диску, нерідко після розміщення кількох фотозображень розмір html-файлу значно збільшується, що обумовлює загострення проблеми швидкості відтворення зображення у браузері. Розв'язання цієї проблеми під час проектування ППЗ "Microevolution 1.0" здійснювалось шляхом оптимізації (зменшенням) розмірів первинних фотозображень, отриманих цифровим фотоапаратом та сканером. Зручними засобами для оптимізації (редагування і форматування) фотозображень є прикладні програми "Paint", "XnView", "Adobe ImageReady", "Adobe Photoshop" та інші. На нашу думку, серед них найпотужнішою є програма "Adobe Photoshop CS".

Д. Мак-Клелланд характеризує *Adobe Photoshop CS* як прикладну комп'ютерну програму, призначену для редагування зображень на професійному рівні [201, с. 25]. Засоби цієї програми використовувались нами для ретушування зображень і перенесення деталей одного знімка на інший, вставляння тексту, змінювання співвідношення кольорів та додавання кольорів у чорно-білі зображення. Під час малювання та редагування векторних малюнків, використання об'єктно-орієнтованих шарів ("слоїв") надало можливість розмістити на них стислий пояснювальний навчальний текст та фігури у вигляді окремих об'єктів, що сприятиме полегшенню засвоєння студентами навчального матеріалу.

На окремих html-сторінках бази навчальної інформації, поруч з текстовим матеріалом і фотозображеннями, розміщуються також і фрагменти відеофільмів, які надають можливість студентам побачити в динаміці дію механізмів складних еволюційних процесів. Так, наприклад, для полегшення засвоєння студентами особливостей дії механізму коєволюції комах і рослин, передбачено застосування відеофрагментів "Запилення Бальзамника джмелями", "Запилення губоцвітих рослин бджолами" "Запилення квітів

Дуріану кажанами з острова Борнео”, “Запилення квітів птахами” та ін.. Проте, у порівнянні з фотозображеннями фрагменти відеофільмів займають на магнітному диску набагато більше місця, оскільки відеоматеріал, це не що інше як певна лінійна послідовність набору фотозображень. При значних розмірах фрагменту відеофільма, розташованого на навчальній сторінці програми, значно збільшується час завантаження html-файла, що призводить до загострення проблеми “зависання” (значного гальмування роботи) броузера. Для розв’язання зазначеної проблеми ми використовували прикладні програми “Ulead MediaStudio Pro 7.0” та “Macromedia Flash 8.0”.

За допомогою засобів програми “Ulead MediaStudio Pro 7.0” всі фрагменти фільмів первинних відео-файлів формату *.avi нами обрізалися, монтувалися і форматовувалися. В результаті цих дій розмір отриманих avi-файлів значно зменшився, зросла швидкість завантаження і відтворення відео-фрагментів програмами-броузерами. Як правило, avi-файли відтворюються програмами-броузерами в режимі безперебійного відео-потoku, при цьому, користувач позбавлений можливостей повноцінного керування режимом перегляду відео-фрагменту.

Створення засобів керування режимом перегляду відео-фрагменту здійснювалось застосуванням засобів *Macromedia Flash Professional 8.0*, які призначені для розробки інтерактивних прикладних програм і векторної анімації.

Технологія Flash надає можливість створювати комп’ютерні інтерактивні навчальні програми, які за допомогою Flash Player – основної програмної надбудови броузерів Internet Explorer, Netscape Navigator і Opera можна використовувати в мережі Internet.

Macromedia Flash Professional 8.0 має вбудовану скриптову мову ActionScript. Під час проектування ППЗ “Microevolution 1.0”, за допомогою потужних засобів цієї мови, що дозволяють програмувати складні анімації, нам вдалося анімувати об’єкти екологічного способу видоутворення організмів, цим самим зробити навчальний матеріал з мікроеволюції

динамічним. Зокрема, статичні таблиці і схеми екологічного видоутворення, які традиційно використовуються на заняттях з мікроеволюції, ми замінили на динамічні моделі, в яких об'єкти процесу видоутворення набули можливості здійснювати рух вздовж зазначеної траєкторії з прискоренням або уповільненням. Засоби цієї мови програмування ми використовували також для створення елементів керування об'єктами динамічної моделі процесу видоутворення організмів [151, с. 104-106]. Так, наприклад, на лабораторному занятті під час вивчення процесу видоутворення у жуків-листоїдів, створена керована анімація надає студентам можливість самостійно змінювати параметри експеримента і досліджувати отримані при цьому результати на якісно новому рівні. Це сприятиме підвищенню якості самостійних форм навчання [151, с. 105].

Характерною особливістю технології Flash є можливість створення векторних анімаційних SWF-файлів невеликого розміру, які швидко завантажуються і якісно відтворюються в броузерах.

За допомогою засобів Flash ми переформатували вихідні відео файли avi-формату на swf-формат, що сприяло розв'язанню проблеми підвищення зручності керування відео-потокком. У файлах swf-формату, поруч з відео-матеріалом, розміщуються засоби (програмна оболонка з кнопками) керування відтворенням відео-потокку. Оскільки swf-файли мають значно менший розмір, ніж вихідні AVI-файли, відео-фрагменти завантажуються і відтворюються програмами-броузерами на html-сторінках значно швидше. Тому, користувач може здійснювати повноцінне керування відео-потокком (розпочинати перегляд з будь-якого кадру фільма, зупиняти відтворення фільму в будь-який момент часу тощо).

Застосування в ППЗ "Microevolution 1.0" SWF-файлів з фрагментами кольорових відеофільмів, надало можливість збільшити кількість розміщеного відео навчального матеріалу на одиницю об'єму носія інформації (CD-диска).

Технологія Flash MX надає багатофункціональні засоби для реалізації доступу до баз даних в on-line і off-line режимах, використання попередньо вбудованих шаблонів, забезпечує інтеграцію відео і аудіо інформації.

Основою технології Flash є процедура малювання. Комп'ютери підтримують графіку у двох форматах: векторному і растровому. Растрове зображення на дисплеї комп'ютера побудоване з дискретних елементів, так званих, "пікселів" (крапок на дисплеї комп'ютера). Кожному пікселю відповідає певне значення кольору. Зображення створюється об'єднанням пікселів різного кольору. Растрові зображення ми застосовували для якісного відтворення великої гами кольорових відтінків (наприклад, на кольорових фотографіях із зображеннями механізмів коєволюції серед комах і квіткових рослин).

Поруч з растровою графікою існує векторна, в якій зображення створюються за допомогою ліній, кривих та збережених команд. Ці команди називаються "векторами", вони обумовлюють атрибути ліній і кривих, зокрема, їх товщину, спрямування, колір, розташування, які обробляються комп'ютером. Процедура редагування векторної графіки полягає у зміні атрибутів ліній і кривих. Векторна графіка краще підходить для відтворення нескладних зображень (наприклад, логотипів, піктограм, мальованої анімації).

Растрові зображення завантажуються у пам'ять комп'ютера попівсельно, тобто розмір файла і час його завантаження безпосередньо залежать від розмірів зображення. Векторні зображення завантажуються процесором у пам'ять комп'ютера шляхом передавання інструкцій, тобто розмір файла і час його завантаження визначаються складністю інструкцій, а не розміром зображення.

Намальовані за допомогою Flash-засобів зображення складаються з штрихів і "заливання". При цьому штрихи є контуром, всередині якого розміщується "заливання" з "градієнтним заповненням" лінійного або радіального типу. Лінійне градієнтне заповнення являє собою безперервний

перехід від одного кольору до іншого у діапазоні між цими кольорами. Радіальне градієнтне заповнення являє собою кольоровий діапазон в коловій діаграмі з спрямованістю від центру окружності. Цей тип заповнення надає коловим об'єктам вигляд тривимірної глибини.

Штрихи і заливання не залежні один від одного, це дозволяє створювати різноманітні ефекти. Наприклад, зображення, накладенні один на одного взаємодіють в межах одного шару. Зображення, яке намальоване над іншим, замінює собою ті ділянки, зображення яких воно затуляє. При доторканні двох зображень однакового кольору їх кольори змішуються, а при доторканні двох різнокольорових зображень їх кольори залишаються відокремленими, навіть при заміщенні їх ділянок. Лінії, намальовані за допомогою інструментів Pencil (укр. мовою Олівець), Line (укр. мовою Лінія), Brush (укр. мовою Пензель), Oval (укр. мовою Овал) або Rectangle (укр. мовою Прямокутник), розбиваються на сегменти, які можуть перетинати інші зображення або розрізати зображення розташовані під ними. Вище зазначені властивості застосовувались нами для створення, так званих, “негативних” зображень.

В Macromedia Flash MX існує палітра “безпечних кольорів“, які з однаковою якістю відтворюються броузерами (Internet Explorer і Netscape Navigator) у відповідних двох операційних системах Windows і Macintosh. В палітрі розміщено 216 кольорів, проте, за допомогою засобу Color Mixer (“Кольоровий мікшер”) ми створювали власні кольори і відтінки, змінювали коефіцієнт їх прозорості.

Хоча Flash є векторною програмою, в неї можна імпортувати файли інших форматів, зокрема, растрових зображень (наприклад, файл *.bmp). Імпортований файл, як правило, має великий розмір, тому для його зменшення використовуються, так звані, “альфа-канали” – шари, що додаються до растрових зображень з метою створення ефекту прозорості.

В програмі Flash існує чимало засобів для створення і редагування статичного, стилізованого або анімаційного тексту. При цьому текст можна

редагувати глобально (тобто впливати на текстові блоки), або окремо редагувати літери і слова всередині текстових блоків.

Літери унікальної форми для застосування їх в анімації, ми створювали шляхом розбивання тексту на символи з подальшим їх перетворенням на криві Безьє.

В програмі Flash надаються засоби для вмонтування звуків у відео-файл, створених за допомогою інших прикладних програмах. Для вмонтування звуків у файл, ми використовували об'єкт Sound (укр. мовою Звук) і засоби мови ActionScript. Об'єкт Sound дозволяє включати і відключати звук, змінювати його гучність або панорамування, розпочинати відтворення одного звука після завершення іншого. Імпорт звуків ми здійснювали в спеціальну бібліотеку, де вони зберігаються. Flash надає декілька засобів (інструментів) для розміщення і редагування звуку у відео файлах. Наприклад, за допомогою інструменту Effect (укр. мовою Ефект) можна зміною параметрів Fade Left to Right (укр. мовою Затухання зліва направо) або Fade Right to Left (укр. мовою затухання справа наліво) переміщати один звуковий канал в інший, тобто створювати ефект панорамування.

Оскільки вмонтований звук істотно впливає на розмір відео файлу, в програмі Flash передбачені зручні засоби для його оптимізації (стискання). Ми застосовували технологію Flash для розміщення звуку на окремому шарі ("слоє") відео файлу, що забезпечило відокремлене стискання звуку і отримання файлів з мінімальним розміром. Найпоширенішим типом стискання звуку, який забезпечує найкращу якість звуку при мінімальному розмірі файлу, є формат MP3. Цей тип стискання звуку є найефективнішим для тривалих і потокових звукових файлів.

В Macromedia Flash MX забезпечується повноцінна підтримка відеофільмів, зокрема, надається можливість їх монтування та відтворення (за допомогою Flash Player) без необхідності підключення допоміжних прикладних програм.

За допомогою програми Macromedia Flash MX можна створювати Flash-фільми, в яких відео матеріал вбудовується у файл або зв'язується з файлом. Для перегляду Flash-фільму з вбудованим відеоматеріалом не потрібні жодні допоміжні програми-плеєри.

Об'єкти вмонтованого відео можна по-різному перетворювати: нахилити, обертати, маскувати, застосовувати кольорові ефекти та ін..

У Flash-фільмах з вмонтованим відео надаються зручні засоби для керування відтворенням відеоматеріалу. Наприклад, під час редагування і подальшого стискання відеоматеріалу, ми застосовували засоби для створення коментарів до відеокліпів, якими користувач при перегляді може керувати.

По завершенні проектування і розробки Flash-фільмів, здійснювалось їх тестування, тобто моделювалось відтворення змістовного відео потоку в умовах мережі Internet. У програмі Macromedia Flash MX для здійснення якісного тестування Flash-фільму, тобто досягнення максимальної якості при мінімальному розмірі файла ми застосовували засіб “Профайлер смуги пропускання” (Bandwidth Profiler).

На кінцевому етапі створення Flash-фільма, тобто після його тестування, здійснювалась публікація. Процедура публікації фільма дозволяє створювати відео файли наступних форматів: Flash, GIF, JPG, PNG, Windows Projector, Quick Time.

Створену за допомогою програми Adobe Macromedia Flash анімаційну графіку (170 файлів), ми відтворювали за допомогою програм Shockwave Flash Object і Adobe Macromedia Flash Player.

В базі навчальної інформації ППЗ “Microevolution 1.0”, поруч з фотозображеннями і відеоматеріалом, розміщуються також динамічні моделі (у вигляді презентації) механізмів мікроеволюції органічного світу.

Комп'ютерні навчальні динамічні моделі, на відміну від інших їх різновидів, надають зручні можливості не тільки для розкриття зв'язків між компонентами досліджуваної системи, але й імітації віртуального

уповільнення чи прискорення часу, змін простору, складних природних явищ.

Для створення, форматування і збереження навчальних динамічних моделей (презентацій) ми використовували прикладну програму *Microsoft Power Point 2007*.

Зручні засоби вище зазначеної програми надали можливість, шляхом розміщення в навчальній презентації різноманітних фігур, форматованого супровідного тексту, таблиць, діаграм і фотозображень, створити візуальну (динамічну) модель механізму утворення нових видів організмів (додаток К, рис. К.1). Під час відтворення цієї динамічної моделі на дисплеї комп'ютера, супровідний текст синхронізується в автоматичному режимі (враховуються переходи між слайдами і анімацією) з первинним варіантом презентації. Модельне подання складних механізмів мікроеволюції активізує у студентів теоретичного мислення, розвиває здібності до конструювання і прогнозування можливих ситуацій в умовах природного експерименту.

Програма *Power Point 2007* забезпечує, як правило, збереження (публікацію) готових презентацій у файлах формату *.ppt. Проте, під час проектування ППЗ “*Microevolution 1.0*”, ми скористались можливістю збереження презентації у іншому вигляді, зокрема, у файлах формату HTML трьох різновидів. В першому варіанті, презентація оптимізується для перегляду в броузерах *Internet Explorer 4.0* та більш нових версіях. У другому варіанті презентація сумісна з більш старими версіями броузерів, наприклад, *Netscape Navigator 3.0* і *Internet Explorer 3.0*. Третій варіант передбачає збереження презентації у html-файлі подвійного формату із сценаріями, які перевіряють тип броузера і завантажують відповідну інформацію. Цей варіант найефективніший, він значно підвищує продуктивність перегляду презентації, оскільки необхідні для редагування дані завантажуються лише за умови, якщо користувач збирається внести зміни у презентацію.

Під час проведення лабораторного заняття з мікроеволюції на тему “Критерії та загальні ознаки виду” в ППЗ “*Microevolution 1.0*” передбачено

застосування фрагментів звукових записів (голосів птахів, земноводних), які зберігаються у файлах формату MP3 в базі навчальної інформації. Первинні звукові записи у файлах цього формату, подібно до відео-фрагментів, займають багато місця на магнітному комп'ютерному диску, тому при розміщенні значної їх кількості загострюються проблеми якості і безперебійності відтворення звукового потоку. З метою запобігання появи зазначених проблем всі фрагменти звукових записів ми редагували і форматували за допомогою потужної прикладної програми "Nero Wave Editor". В результаті редагування і форматування звукових записів засобами цієї прикладної програми значно зменшився розмір вихідних MP3-файлів, при цьому висока якість звуку залишилася незмінною, що надало можливість розміщувати в базі навчальної інформації більшу кількість інформації.

В навчальному процесі вищих навчальних закладах традиційно використовується індивідуальна, фронтальна і підсумкова форми контролю знань студентів [55, с. 223].

За допомогою засобів програми *Microsoft Office Excel 2007*, яка надає можливість здійснювати різноманітні обчислення з використанням електронних таблиць, нами створено інтерактивний кросворд (додаток Л, рис. Л.1, Л.2, Л.3). Застосування запропонованого електронного кросворду сприяє удосконаленню форм контролю, зокрема, індивідуальної перевірки знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Основне робоче поле електронної таблиці програми *Microsoft Office Excel 2007* складається з набору нумерованих рядків і іменованих стовпців. Вони відображаються на екрані комп'ютера в спеціальному вікні, яке можна прокручувати в горизонтальному і вертикальному напрямках.

На перетині рядка і стовпця знаходиться область, яка називається коміркою. В комірці можна розміщувати різноманітну інформацію, зокрема, число, текст або формулу. За допомогою формул можна виконувати обчислення значень різних комірок. Надається можливість змінювання формул, копіювання і перенесення їх у інші комірки. Вміст будь-якої

комірки, яка використовується формулою, можна змінювати (вносити нові дані), при цьому програма автоматично обчислює результат. Цю та ряд інших важливих властивостей програми Excel ми використовували для забезпечення функціонування кросворда в інтерактивному режимі.

Аналіз вище згаданих засобів комп'ютерних мов програмування і прикладних програм показав доцільність їх застосування під час проектування ППЗ "Microevolution 1.0", оскільки вони надають потужні можливості для створення супроводу складного навчального матеріалу з мікроеволюції графічними зображеннями, динамічними моделями, звуком та відео матеріалом, які значно підсилюють наочність навчання, роблять більш доступною складну навчальну інформацію, надають їй дослідницького спрямування.

Повноцінна робота з базою навчальної інформації в ППЗ "Microevolution 1.0" забезпечується "комп'ютерною програмною оболонкою керування". Складовими частинами цієї програмної оболонки є html-сторінки, на яких за допомогою броузера (зокрема, Internet Explorer) відтворюється навчальний матеріал в привітальному, головному і додаткових вікнах.

Запуск ППЗ "Microevolution 1.0" здійснюється активуванням файлу Index.html, ярлик якого розміщується для зручності на "робочому столі" операційної системи Windows XP .

На початковому етапі завантаження ППЗ відкривається привітальне вікно (рис. 2.3), на якому міститься загальна інформація про її розробників та інтерактивні засоби (кнопки) керування програмою.



Рис. 2.3. Фотографія привітального вікна ППЗ “Microevolution 1.0”.

Головне вікно ППЗ (рис. 2.4), в якому розміщені засоби керування переглядом навчальної інформації з html-сторінок, відкривається після натискання кнопки “Відкрити програму”. В лівому фреймі головного вікна

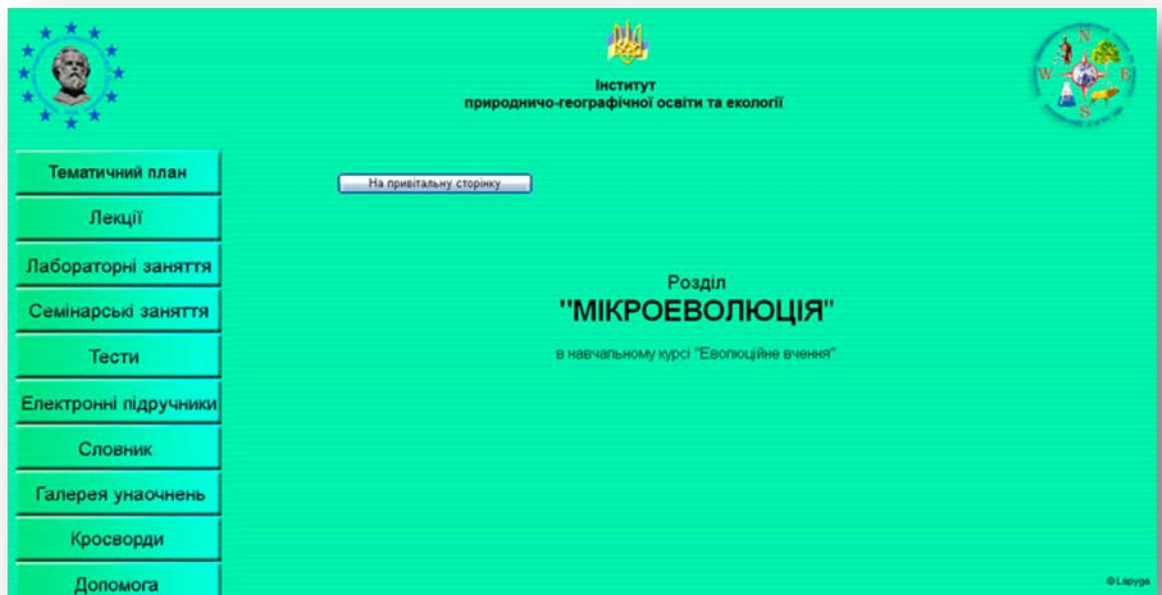


Рис. 2.4. Фотографія головного вікна з ППЗ “Microevolution 1.0”.

ППЗ розташовані кнопки “Навчальний план”, “Лекційні заняття”, “Лабораторні заняття”, “Семінарські заняття” та ін., які надають студентам і

викладачам можливість відкривати для перегляду переліки тем лекційних, лабораторних і семінарських занять.

Усі назви тем занять, які зазначені у переліку на html-сторінці, мають властивості гіперпосилань, тобто, при натисканні на них комп'ютерною “маніпуляційною мишею” вони відкривають для перегляду відповідний навчальний матеріал в додаткових вікнах ППЗ.

ППЗ “Microevolution 1.0” може функціонувати у режимах: лекційного, лабораторного і семінарського занять, тестування знань, навчальних ігор, термінологічного словника і галереї унаочнень.

В головному вікні ППЗ (див. рис. 2.4), натисканням комп'ютерною “маніпуляційною мишею” на кнопку з написом “Лекції” активізується відповідний режим функціонування ППЗ. В цьому режимі, у додатковому вікні “вибір лекцій” (додаток М, рис. М.1), міститься перелік тем лекцій.

Кожна назва теми лекційного заняття наведена у вигляді гіпертексту, тому при натисканні на ній “маніпуляційною мишею” відкривається відповідна html-сторінка з лекційним текстом. У лекційному тексті окремі слова, словосполучення і речення мають гіперпосилання на відповідні унаочнення в базі навчальної інформації, це дозволяє не розміщувати об'єкти унаочнення (малюнки, таблиці, фотозображення, відеофрагменти тощо) безпосередньо на навчальній сторінці, а відкривати їх для перегляду в додаткових вікнах ППЗ. В цих умовах відсутність громіздкого унаочнення на html-сторінках підвищує їх швидкість завантаження і відкривання в програмах-броузерах і покращує зручність читання тексту лекцій.

Робота ППЗ “Microevolution 1.0” в режимі “лабораторного заняття” розпочинається після натискання кнопки з відповідною назвою в головному вікні програми (див. рис. 2.4). При цьому, відкривається додаткове вікно (додаток М, рис. М.2) з переліком назв тем лабораторних занять з мікроеволюції.

Натисканням “маніпуляційною мишею” на будь-якій назві теми з переліку, відкривається для перегляду відповідна html-сторінка з навчальним

текстом і науково-обґрунтованими, доказовими матеріалами (статистичними даними у таблицях, фотозображення, фрагменти відеофільмів тощо).

Важливою складовою частиною навчального матеріалу, розміщеного на html-сторінці кожного лабораторного або семінарського заняття, є перелік допоміжної літератури. У переліку допоміжної літератури наведені сторінки окремих розділів і підрозділів з навчальних посібників, які необхідно опрацювати студентам для формування якісних знань з теми заняття.

На відміну від традиційних паперових посібників, перелік допоміжної літератури в ППЗ “Microevolution 1.0” представлений в окремому вікні (додаток М, рис. М.3) у вигляді гіпертексту, тобто, кожна назва навчального посібника у переліку допоміжної літератури має гіперпосилання на електронний варіант відповідної книги (формату *.html) в базі навчальної інформації.

Для перегляду допоміжної літератури з даної теми лабораторного заняття, студентам не потрібно витратити час і зусилля на її пошуки в бібліотеках, а достатньо натиснути у переліку на назві комп'ютерною “маніпуляційною мишею”. В результаті цих дій, сторінки навчального тексту вибраної книги відкриваються для перегляду у додатковому вікні ППЗ.

ППЗ “Microevolution 1.0” надає студентам можливість переглядати не тільки окремі розділи і підрозділи навчальних посібників. Використовуючи ППЗ в режимі функціонування “електронні підручники”, студенти можуть, за бажанням, переглядати навчальні посібники в повному обсязі.

Активування режиму “електронні підручники” здійснюється натисканням кнопки з відповідним написом у головному вікні ППЗ. Внаслідок цих дій студентам відкривається в окремому вікні (додаток М, рис. М.4) перелік назв електронних навчальних посібників.

В цьому переліку кожна назва книги має гіперпосилання на відповідну електронну книгу (файл формату *.html), що зберігається в базі навчальної інформації. Після натискання клавішею “маніпуляційної миші” на назві

навчального посібника, відкривається для перегляду в окремому вікні (додаток М, рис. М.5) зміст книги.

Запропонований ППЗ надає студентам і викладачам зручні засоби для перегляду, копіювання та перенесення електронних книг на інші пристрої, зокрема, на смартфони. Об'єм пам'яті цих мобільних пристроїв на сучасному етапі розвитку комп'ютерної техніки і технологій в середньому становить 4-8 Гігабайт, що дозволяє зберігати в них сотні потрібних для навчання електронних книг. В цих умовах смартфони набувають властивостей зручного засобу навчання, оскільки надають можливість студентам звертатися до навчального матеріалу з мікроеволюції у будь-який зручний для них час.

На основі бази навчальної інформації з мікроеволюції в складі ППЗ “Microevolution 1.0” використовується створена нами прикладна експертно-навчальна програма оцінювання якості знань студентів з мікроеволюції “MicroevolutionTest” (див. додаток І, рис. І.1-І.4). Ця програма забезпечує безперебійну роботу ППЗ в режимі “тестування знань”.

Застосовані в програмі “MicroevolutionTest” тестові завдання розроблені до кожної теми навчального розділу “Мікроеволюція” відповідно до вимог навчального і тематичного планування курсу “Еволюційне вчення”, затвердженому Вченими радами НПУ імені М. П. Драгоманова та Інституту природничо-географічної освіти та екології.

Запитання в тестових завданнях передбачають виявлення у студентів біологічних спеціальностей вмінь самостійно відтворювати з пам'яті раніше засвоєну інформацію з основ мікроеволюції.

Режим “тестування знань” активується натисканням кнопки з написом “Тести” в головному вікні ППЗ. На початку роботи в цьому режимі, відкривається окреме вікно (див. додаток І, рис. І.1) з переліком тем тестів. Вибір потрібного тесту за темою здійснюється натисканням клавішею “маніпуляційної миші” на назві теми тесту. В результаті цих дій відкривається додаткове вікно (див. додаток І, рис. І.2) з тестовими завданнями.

Для зручності перевірки якості засвоєння студентами основних понять з навчального розділу “Мікроеволюція”, в програмі “MicroevolutionTest” передбачена можливість використання тестів (див. додаток З). Кожне контрольне запитання в тестах закритого типу має п’ять варіантів відповідей, серед яких тільки одна, дві або три можуть бути правильними. Тестове запитання вважається правильно розв’язаним за умови, якщо студент вказав всі правильні варіанти відповідей. Порівняння отриманих відповідей студентів з еталонними відповідями на запитання тесту здійснюється в автоматичному режимі програмою “MicroevolutionTest”. Результати розв’язання завдань показуються під час тестування у правому фреймі програмного вікна і є доступними для аналізу студентам та викладачам (див. додаток И, рис. И.3, И.4).

Зручні засоби ППЗ “Microevolution 1.0” надають можливість здійснювати перевірку знань з мікроеволюції студентів не тільки за допомогою тестових завдань, для цього можна використовувати також навчальні ігри, зокрема, кросворди.

Режим “навчальна гра” активізується натисканням кнопки з написом “Кросворди” у головному вікні ППЗ. В результаті цих дій відкривається для розв’язання в окремому вікні (програмній оболонці) (рис. 2.12) навчальний кросворд з мікроеволюції (див. додаток Л, рис. Л.1, Л.2, Л.3).

На відміну від звичайних паперових кросвордів, застосований в ППЗ електронний інтерактивний кросворд, має три складові частини: набір запитань з навчального розділу “мікроеволюція”, набір еталонних (правильних) відповідей і комп’ютерну “програмну оболонку”.

В електронному кросворді з мікроеволюції всі запитання і еталонні на них відповіді зберігаються в окремих модулях бази навчальної інформації ППЗ “Microevolution 1.0”.

В “програмній оболонці” (див. додаток Л, рис. Л.1) розміщується ігрове поле з порожніми білими клітинками, в які для розв’язання кросворду,

необхідно вдрукувати за допомогою комп'ютерної клавіатури слова (правильні відповіді на запитання кросворду).

Порожні клітинки на ігровому полі електронного кросворду корелятивно пов'язані з контрольними клітинками (прихованими для перегляду), в яких зберігаються еталонні (правильні) значення порожніх клітинок. Під час введення літери у порожню клітинку, програма автоматично порівнює її значення з еталонним показником. Слово вдруковане в порожні клітинки ігрового поля вважається правильним, тільки тоді, якщо правильно вказані всі його складові літери. Результати розв'язання кросворду (знайдення правильних відповідей) до кожного запитання в електронному кросворді автоматично обраховуються засобами ППЗ і відкриваються для перегляду біля ігрового поля у окремому фреймі програмного вікна.

В режимі “навчальна гра” засоби ППЗ надають можливість зберігати результати розв'язання електронного кросворду з мікроеволюції у файлі формату *.html для подальшого їх аналізу.

Розв'язувати кросворд з мікроеволюції можна також в умовах відсутності комп'ютерів. При цьому, необхідно заздалегідь роздруковувати на принтері зображення головного вікна “програмної оболонки” з запитаннями кросворду. В отриманому таким чином паперовому кросворді (див. додаток Л, рис. Л.1) літери в порожні клітинки вписуються ручкою або олівцем. Перевірка правильного розв'язання кросворду здійснюється самостійно студентами або викладачами.

Для успішного розв'язання кросворду та полегшення засвоєння студентами термінів і понять з мікроеволюції доцільно використовувати електронний термінологічний словник (додаток М, рис. М.6), який є складовою частиною ППЗ “Microevolution 1.0”.

В електронному словнику наведено широке коло понять і термінів, які стосуються явищ, процесів і механізмів мікроеволюції.

Складовими частинами термінологічного словника в ППЗ є:

- список термінів з мікроеволюції і їх визначень в базі навчальної інформації;
- програмна оболонка з системою пошуку і відтворення термінів для перегляду.

Робота ППЗ в режимі термінологічного словника розпочинається натисканням клавіші з відповідним написом в його головному вікні.

В результаті цих дій для перегляду відкривається головна html-сторінка словника, на якій в лівому фреймі розміщені терміни з навчального розділу “Мікроеволюція”, а в правому фреймі їх визначення.

Особливістю даного електронного словника є наявність в ньому системи пошуку і відтворення наукових термінів з мікроеволюції. В основі технології пошукової системи електронного словника використано принцип знаходження об’єкта (наукового терміна) за його індексом (заголовною літерою).

Як засіб керування пошуковою системою електронного словника використовуються окремі літери. Вони розташовані в алфавітному порядку у верхньому фреймі html-сторінки. Кожна така літера виконує функції кнопки керування, тобто, при натисканні клавішею комп’ютерної “маніпуляційної миші”, наприклад, на літері “А” для перегляду відкривається окреме вікно з групою термінів, у яких відповідна літера є заголовною.

Набір наукових термінів з мікроеволюції і їх визначення зберігаються у файлах формату HTML в окремому модульному блоці бази навчальної інформації електронного словника. Цей формат файлів забезпечує якісне копіювання і перегляд текстового матеріалу, надає можливість використовувати його в браузері персональних комп’ютерів і смартфонів. Сьогодні, ці мобільні пристрої набули значного поширення, тому за їх допомогою студенти і викладачі можуть звертатися до навчальної інформації в зручний для себе час.

В базі навчальної інформації ППЗ “Microevolution 1.0” розміщується значний за обсягом набір унаочнень з мікроеволюції. Для перегляду цих унаочнень в ППЗ використовується режим роботи “Галерея унаочнень”. Складовими частинами режиму “галерея унаочнень” є:

- набір файлів з фото-, відео-, звуковими матеріалами;
- програмна оболонка з засобами для перегляду унаочнень;
- спеціальні програми кодеки, компресори-декомпресори для файлів з відео-, звуковою інформацією.

Набір унаочнень зберігається в окремому модульному блоці бази навчальної інформації у файлах форматів *.jpg, *.avi, *.mp3. Навчальний відеоматеріал у файлах цих форматів зберігається в стиснутому стані, тому для його перегляду в ППЗ “Microevolution 1.0” використовуються спеціальні програми-кодеки, зокрема, “DivX521XP2K” та “TechSmith Screen Capture Codec”. Ці програми-кодеки забезпечують безперебійність і якість відтворення відео і звукової інформації у додаткових вікнах “програмної оболонки”.

Отже, в розробленому ППЗ “Microevolution 1.0” забезпеченням підтримки кількох режимів роботи: використання викладачами для проведення лекційних, лабораторних і семінарських занять; використання студентами для самостійного опанування навчальним матеріалом; колективного навчання із застосуванням можливостей комп’ютерних мереж Intranet та Internet, розв’язано проблему універсального застосування комп’ютеризованого програмного засобу у навчальному процесі.

Для повноцінної роботи ППЗ не вимагається інсталювання програмного забезпечення на комп’ютері користувача, це дозволяє вирішити проблему вивільнення ресурсів комп’ютера. ППЗ забезпечує реалізацію диференційованого навчання студентів-біологів ВПНЗ, надає зручні засоби для перегляду запропонованого навчального тексту, фотозображень, фрагментів відеофільмів, динамічних моделей мікроеволюційних механізмів, що значно полегшує засвоєння студентами складного навчального матеріалу.

Навчальний матеріал з мікроеволюції в ППЗ розподілений в певній послідовності, це дозволяє вирішити проблему підвищення ефективності поетапного (алгоритмічного) формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Створений ППЗ “Microevolution 1.0” орієнтований на сучасні форми навчання у ВПНЗ і сумісний в повній відповідності з документами, що регламентують зміст вищої освіти в Україні, тому його обрано як засіб реалізації методики формування знань студентів з мікроеволюції.

2.4. Методика формування знань з мікроеволюції у студентів із застосуванням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”

Ефективність застосування комп'ютера у навчальному процесі ВПНЗ, передбачає не тільки створення КЗН, але й розробку на його основі методики формування знань. З огляду на це, для досягнення мети педагогічного дослідження нами розроблено методику формування знань з мікроеволюції, на основі створеного ППЗ “Microevolution 1.0”.

Для повноцінної характеристики особливостей запропонованої методики формування знань з мікроеволюції із застосуванням ППЗ, розкриємо, насамперед з наукових позицій, зміст поняття “методика навчання” і його складових.

При системному підході до розуміння методики навчання, вона трактується як системний спосіб організації діяльності викладача і студентів у процесі формування знань, за якого реалізація загальної мети досягається узгодженим поєднанням методів, засобів і організаційних форм навчання [202, с. 15-20].

В педагогічній науці виокремлюють загальну і предметні методики навчання біології [54, с. 13]. Загальна методика навчання розглядається як одна із галузей педагогічної науки – дидактика, яка досліджує вищі рівні

навчання та виховання людини. Предметні методики досліджують закономірності викладання і вивчення конкретних навчальних дисциплін у навчальних закладах, відповідно особливостям навчального курсу [55, с. 8]. З огляду на це, розроблену на основі ППЗ “Microevolution 1.0” методику формування знань студентів з мікроеволюції, вважаємо предметною, оскільки основними її складовими є визначені:

- місце навчального розділу “Мікроеволюція” в курсі “Еволюційне вчення” та його пізнавальне і виховне значення;
- цілі і зміст вивчення навчального розділу “Мікроеволюція”;
- методи, методичні прийоми, засоби, організаційні форми і принципи навчання студентів.

За результатами досліджень [203 – 205] проблем застосування КЗН в навчальному процесі ВПНЗ встановлено, що врахування вище згаданих структурних компонентів навчання є необхідною умовою забезпечення підвищення ефективності методики формування знань студентів.

Оскільки місце, цілі і зміст навчального розділу “Мікроеволюція” в курсі “Еволюційне вчення” та його пізнавальне і виховне значення вже висвітлені у розділах 1.1 і 1.2, розкриємо сутність методів, методичних прийомів, засобів, організаційних форм і принципів навчання студентів у ВПНЗ.

У навчальному процесі ВПНЗ, відповідно до цілей і змісту навчального модуля “Мікроеволюція”, застосовуються переважно традиційні методи, засоби та організаційні форми навчання студентів. Через зміст, методи і організаційні форми навчання реалізуються цілі навчання. При цьому, засоби навчання є способом реалізації змісту, методів і форм організації навчального процесу. Між цілями і засобами навчання основними і визначальними є зв'язки керування, які надають можливість використовувати здобуті знання як інструмент для опанування нових. Перетворення знання на засіб, прийом і метод здобуття нових знань

здійснюється лише за сприятливих умов для розвитку пізнавальних здібностей студентів: сприйняття, уяви, мислення [33, с. 298].

З. Н. Курдянд, Р. І. Хмелюк і А. В. Семенова пропонують розглядати *метод навчання* як засіб взаємопов'язаної діяльності викладача і студента, спрямованої на вирішення завдань навчання, виховання і розвитку. Характер їх взаємодії залежить від джерела знань, яке визначається змістом навчального матеріалу. У вищих навчальних закладах, залежно від мети навчання, Ю. Бабанський виокремлює 3 групи методів: організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності, стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності, контролю і самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності [54, с. 109].

Значна увага вчених приділяється дослідженню методів теоретичного та експериментально-емпіричного рівнів. Основними теоретичними методами є: абстрагування, аналіз, синтез, ідеалізація, моделювання, індукція, дедукція. Основними експериментально-емпіричними методами є: спостереження, анкетування, бесіда, інтерв'ю, педагогічний експеримент, математично-статистичні методи [33, с. 13-15].

Г. Я. Жирська зауважує, що всі методи навчання виконують навчальну, виховну, розвивальну, спонукальну й контрольну функції [33, с. 237].

Важливими засобами реалізації і складовими частинами будь-якого методу навчання є *методичні прийоми* – сукупність конкретних навчальних ситуацій, які допомагають досягти мети конкретного метода [33, с. 285]. М. М. Верзілін і В. М. Корсунська [32, с. 124], досліджуючи методичні прийоми в біології, умовно об'єднали їх у три групи: логічні, організаційні, технічні.

Логічні прийоми (виявлення суттєвих ознак, подібності і відмінності об'єктів, аналогія, конкретизація, формулювання висновків та інші) визначають характер розумової діяльності й сприяють розвитку мислення студентів.

Організаційні прийоми визначають порядок і послідовність навчальної (самостійної) роботи студентів, активізують їх уяву, мислення, пам'ять, спрямовують увагу і сприйняття.

Технічні прийоми (застосування комп'ютерного обладнання, аудіовізуальних приладів, наочних засобів і матеріалів тощо) визначають навчально-методичне забезпечення навчального процесу [33, с. 285].

Поруч з методичними прийомами, в методиці формування знань важливу роль відіграють *засоби навчання* – сукупність предметів, ідей, явищ і способів дій, які забезпечують реалізацію навчально-виховного процесу [55, с. 111]. В результаті аналізу наукових праць [55, 54] встановлено, що в педагогічній науці існує чимало класифікацій сучасних засобів навчання біології, проте жодна з них не є загальноприйнятою. Наприклад, С. Г. Шаповаленко [33, с. 301] пропонує виокремлювати такі основні групи засобів навчання: натуральні об'єкти, засоби зображення й відображення об'єктів, технічні засоби, навчально-методичні посібники. Способи використання засобів навчання характеризують методику формування знань.

М. М. Фіцула [55] засоби навчання, які застосовуються у вищих навчальних закладах, пропонує класифікувати за їх функціональними можливостями. На думку автора, доцільно виділяти “засоби навчання:

- за допомогою яких викладач організовує засвоєння знань студентами, формує у них відповідні навички і уміння (слово викладача);
- за допомогою яких студент відновлює, повторює та закріплює в пам'яті здобуті на заняттях знання (підручник);
- які замінюють викладача як джерело знань (кінофільми, магнітофон тощо);
- які конкретизують, уточнюють, поглиблюють відомості повідомлені викладачем (картини, таблиці тощо);
- є прямими об'єктами вивчення, дослідження (об'єкти живої природи, прилади тощо);

- які виступають “посередниками” між студентом і природою у тих випадках, коли їх вивчення є ускладненим (препарати, колекції, гербарії тощо);
- які формують у студентів навчальні та професійні уміння і навички (прилади, інструменти та ін.);
- є символічними (знаковими) засобами (історичні карти, графіки, діаграми тощо);
- які сприяють успішному засвоєнню знань (технічні засоби навчання – дидактична техніка, екранні посібники статичної проєкції, посібники динамічної проєкції, фонопосібники, освітній Web-сайт)” [55, с. 111-114].

В запропонованій М. М. Фіцулою класифікації засобів навчання за їх функціональними можливостями, не враховано положення нормативного документа МОН України “Порядок надання навчальній літературі, засобам навчання і навчальному обладнанню грифів та свідоцтв Міністерства освіти і науки України” [66]. З огляду на вище зазначене, пропонуємо виділяти за функціональними можливостями такі групи засобів навчання:

1. Слово викладача;
2. Паперові підручники, навчально-наочні та навчально-методичні посібники;
3. Натуральні об’єкти вивчення (живі або фондові матеріали);
4. Технічні засоби навчання;
 - 4.1. Дидактична техніка (кінопроектори, телевізори, відео-магнітофони, комп’ютери тощо);
 - 4.2. Засоби автоматизації навчання;
 - 4.2.1. Автоматизовані навчальні системи;
 - 4.2.2. Педагогічні програмні засоби (освітній Web-сайт, портал тощо);
 - 4.2.2.1. Електронні навчальні і навчально-методичні засоби;

4.2.2.1.1. Засоби зображення об'єктів (кінофільми, звукові записи, динамічні моделі тощо);

4.2.2.1.2. Інформаційно-довідкові видання (енциклопедії, словники, довідники, атласи, таблиці, діаграми тощо);

4.2.2.1.3. Засоби спрямовані на підтримку виховної роботи (видання присвячені охороні навколишнього середовища тощо).

4.3. Професійні прилади і інструменти (пінцети, скальпелі тощо).

В умовах комп'ютеризації навчального процесу ВПНЗ, значна увага приділяється ППЗ та їх складовим – електронним навчальним, навчально-методичним засобам, для повноцінного функціонування яких необхідне залучення комп'ютера. Це обумовлено, насамперед, наявністю корелятивної залежності успіху застосування АНС від ефективності ППЗ.

У дидактиці засоби навчання, традиційно, вважаються елементами методу навчання, проте, якщо метод навчання розглядати за Й. Н. Міщук, не як саму діяльність, а спосіб досягнення мети, розв'язання конкретного завдання, сукупність прийомів і операцій практичного та теоретичного освоєння цієї діяльності, то самі засоби є радше структурними елементами діяльності, ніж методу. При цьому, засоби навчання набувають самостійного статусу поряд із цілями, змістом й організаційними формами навчання [33, с. 298].

Категорія “форма навчання” належить до головних у дидактиці. Існує чимало її тлумачень і класифікацій, проте, зміст цієї категорії найповніше розкривається у поняттях: “система навчання”, “форма організації навчання” і “форма організації навчальної діяльності студентів” [54, с. 124] (додаток Н).

“Система навчання” у ВПНЗ визначає організацію вивчення змісту освіти в часі й просторі, в ній передбачається розподіл навчального матеріалу

з урахуванням вікових та індивідуальних особливостей студентів, роль викладача в організації навчально-пізнавальної діяльності студентів тощо. Традиційно у ВПНЗ застосовується лекційно-лабораторна система навчання, яка характеризується різноманітністю форм навчальних занять (лекція, лабораторна робота, практичне заняття, семінар тощо). Для успішного досягнення конкретних дидактичних цілей застосовують різні форми (способи) організації навчального процесу. Важливими критеріями визначення конкретної форми організації навчального процесу є передбачений рівень самостійності студентів та специфічність застосування засобів навчання.

“Форма організації навчальної діяльності студентів”, як складова категорії “форма навчання”, передбачає певний характер відношень, взаємодії між студентами в процесі навчальної діяльності. При цьому, ефективність навчання студентів ВПНЗ значною мірою визначається успішністю здійснення кардинального переходу від інформаційно-пояснювального викладання, орієнтованого на передачу готових знань, до діяльнісного, спрямованого на розвиток пізнавальних сил і творчих здібностей, способів мислення та навчальної діяльності студентів. На думку З. Н. Курлянд [54, с. 124], доцільно виділяти кілька груп форм навчальної діяльності студентів ВПНЗ: індивідуальну, колективну, групову і фронтальну.

Відповідно до основних положень теорії навчальної діяльності, яка оснований на ідеях П. Я. Гальперіна [12], А. Н. Леонтєва [15], Н. Ф. Талізінної [13, 23, 70], однією з основних особливостей навчальної діяльності у вищому навчальному закладі є те, що студент – це не тільки суб’єкт діяльності, а й одночасно її об’єкт. За цих умов метою навчальної діяльності є зміна самого суб’єкта діяльності, а не зміна предметів, з якими діє суб’єкт. Виникнення змін в суб’єкті свідчить про засвоєння ним знань, оволодіння способами дій, які відповідні до цих знань.

Процес формування знань студентів визначає суттєвим чином закономірності функціонування і формування навчально-пізнавальної діяльності, яка є об'єктом керування навчального процесу.

Ю. І. Машбиць [206], досліджуючи концепцію керування навчально-пізнавальною діяльністю, доповнив її результатами порівняння з загальновідомою теорією навчання (процесом передавання знань). Згідно зазначеної концепції, основою механізму формування знань є керування навчальною діяльністю, а не передавання знань студентам. В процесі спілкування із студентами викладачі здійснюють керування їх навчально-пізнавальною діяльністю шляхом розв'язування системи навчальних завдань. При цьому, студенти запам'ятовують певний набір наукових понять і здійснюють визначену діяльність, пов'язану з набутими знаннями. Засвоєні знання стають засобом, а не метою навчання студентів.

Упровадження сучасних ППЗ в навчальний процес, обумовило суттєві зміни в діяльності педагога, поставило нові вимоги до його професійної майстерності. За цих умов, викладач повинен мати високий рівень професійної підготовки, володіти до певної міри універсальними, фундаментальними знаннями, щоб на їх основі ефективно використовувати в навчальному процесі КЗН, створювати для студентів умови повного розкриття їх творчого потенціалу, нахилів і здібностей, задоволення навчально-пізнавальних потреб [207, с. 3-14].

М. І. Жалдак [207], в результаті дослідження змісту професійної підготовки майбутніх учителів, виділив основні складові частини інформаційної культури:

- розуміння сутності інформації та інформаційних процесів, їх роль в процесі пізнання навколишньої дійсності;
- вміння використовувати новітні КЗН для підготовки, супроводу, аналізу, корегування навчального процесу;
- розуміння адекватності моделі досліджуваного явища, коректності постановки завдання;

- розуміння сутності компонентів творчого мислення.

Зміст, методи, засоби, прийоми і форми навчання корелятивно пов'язані з принципами навчання – провідними положеннями, нормативними вимогами до організації та здійснення навчально-виховного процесу. Традиційна методика формування знань студентів ВПНЗ з мікроеволюції ґрунтується на основних принципах навчання біології: науковості, наочності, доступності та ін. [54, с. 108-109; 55, с. 88-90].

Формування знань студентів з мікроеволюції, за умови застосування ППЗ “Microevolution 1.0” у навчальному процесі ВПНЗ, необхідно здійснювати керуючись не тільки основними але й специфічними дидактичними принципами (додаток II) [55, с. 91-92]:

- участі студентів в науко-дослідній роботі;
- органічної єдності теоретичної і практичної підготовки студентів;
- урахування особистих можливостей кожного студента;
- інформатизації, технічної та технологічної забезпеченості освітнього процесу [54, с. 108].

У ВПНЗ традиційна методика формування знань студентів з мікроеволюції передбачає застосування, переважно, фронтальних методів навчання, в яких передавання навчальної інформації студентам здійснюється за допомогою друкованих посібників, натуральних об'єктів, колекцій, гербаріїв та інших навчальних засобів. Доступ до цих навчальних засобів для студентів є обмеженим у часі, тому під час самостійної підготовки до лабораторних, практичних, семінарських занять та виконання завдань позааудиторної роботи з мікроеволюції, вони використовують, здебільшого, друковані навчальні посібники з еволюційної теорії, що є недостатнім для забезпечення якісного засвоєння знань.

В опублікованих навчальних посібниках з еволюційної теорії О. Б. Георгієвського “Дарвинизм” [208], О. В. Яблокова і А. Г. Юсуфова “Эволюционное учение” [27], О. С. Северцова “Введение в теорию эволюции” [29], М. М. Йорданського “Эволюция жизни” [28] навчальний

матеріал з мікроеволюції, зокрема, складні еволюційні механізми процесу видоутворення розкрито на глибокому науковому рівні. Проте, ці посібники є російськомовними і видані в недостатній кількості. Автори зазначених посібників, висвітлюють проблеми мікроеволюції неоднозначно, що ускладнює опанування навчального матеріалу студентами в умовах самостійного навчання. Вирішити частково зазначену проблему дозволяє створений на кафедрі зоології НПУ імені М. П. Драгоманова україномовний посібник В. М. Бровдія, К. П. Ільєнко, О. В. Пархоменко “Еволюція організмів” [31]. Він отримав схвальні відгуки студентів і викладачів ВПНЗ, проте, його видано малим тиражем, що не задовольняє студентів у фаховій літературі.

Оскільки вище зазначені навчальні посібники з еволюційного вчення мають недостатню кількість унаочнення (якісних кольорових малюнків, фотозображень) і в них відсутні відео, звукові фрагменти, основана на цих посібниках традиційна методика формування знань студентів з мікроеволюції є недостатньо ефективною.

Використання в традиційних формах навчання методики формування знань з мікроеволюції із застосуванням комп'ютера, дозволяє за допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” відтворювати особливості природних явищ і процесів, розв'язувати навчальні завдання на моделювання складних механізмів еволюції. Це сприяє вирішенню проблеми унаочнення навчального матеріалу з мікроеволюції.

Розкриємо особливості запропонованої комп'ютерно-орієнтованої методики проведення поточного лекційного заняття з мікроеволюції на прикладі теми “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції” із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”.

Поточна лекція, як зазначає Л. С. Барна [33, с. 368], на відміну від вступної і узагальнювальної лекцій, спрямована на цілісне, системне розкриття навчальної теми. Відповідно до цього, проведення лекційного заняття у ВПНЗ за комп'ютерно-орієнтованою методикою передбачає

дотримання певної послідовності у викладенні навчального матеріалу. Цілісний навчальний матеріал в запропонованому ППЗ згруповано за типовою навчальною програмою у вертикально підлеглі змістовні блоки (див. додаток А.1). Це забезпечує логіко-доказовий характер викладання, допомагає студентам під час лекції стежити за діалектичним рухом думки, ставати співучасниками наукового пошуку [33, с. 369].

Поточну лекцію з вище зазначеної теми проводили поетапно (додаток Р).

I. Етап. Організаційний момент.

На початку лекційного заняття викладач перевіряє готовність студентів до заняття, налаштування ППЗ “Microevolution 1.0” на комп’ютері.

II. Етап. Активізація навчально-пізнавальної діяльності.

Практика навчання студентів показала, що ефективність лекційних занять з еволюційного вчення, проведених традиційно або з використанням ППЗ, залежить від уміння викладача активізувати (організувати) навчально-пізнавальну діяльність студентів. Тому для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів під час лекційного заняття з мікроеволюції викладачу доцільно, використовуючи метод евристичної бесіди, запропонувати студентам дати відповіді в усній формі на такі запитання:

- 1) назвіть структурні елементи хромосоми;
- 2) дайте визначення поняття “ген”;
- 3) розкрийте зміст поняття “генотип”.

III. Етап. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

Активізувавши навчально-пізнавальну діяльність студентів, викладач оголошує тему заняття, мету, обладнання, рекомендовану літературу і при цьому звертає увагу студентів на те, що для унаочнення навчальної інформації застосовуються засоби ППЗ “Microevolution 1.0” (додаток С, рис. С.1).

IV. Етап. Вивчення нового навчального матеріалу.

Після мотивації навчальної діяльності студентів, викладач переходить до розкриття нового навчального матеріалу (провідних питань лекції), використовуючи метод розповіді з елементами евристичної бесіди та засоби ППЗ.

Основу змісту навчальної теми “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції” становить система знань (понять) про форми спадкової і модифікаційної мінливості, мутаційний процес, динаміку чисельності популяцій, дрейф генів та їх міграцію, механізми ізоляції і природний добір, тому комплексний характер навчального змісту передбачає формування у студентів різних груп біологічних понять. За визначенням З. Н. Курлянд [55, с. 28], “знання – це перевірений практикою результат пізнання дійсності, правильне відображення дійсності у мисленні людини”. Наукові знання характеризуються точністю, достовірністю, логічністю і можливістю їх перевірки. Це означає що студент, як дослідник, використовуючи певну методику може одержати підтвердження їх істинності. Формування наукових понять у студентів здійснюється на основі уявлень – збережених і відтворених у свідомості чуттєвих образів раніше сприйнятих предметів і явищ природи. Утворення уявлень, здебільшого, тренує пам’ять студентів, а процес формування наукових понять активізує їх логічне мислення. Наукові поняття, сформовані у свідомості студентів, становлять основу їхніх знань. Згідно теорії формування і розвитку біологічних понять, розробленої М. М. Верзіліним [32], біологічні поняття поділяють на прості і складні, спеціальні і загальнобіологічні. Вивчення кожного поняття з навчального розділу “Мікроеволюція” передбачає поступове їх засвоєння, від простого до складного, від спеціального до загальнобіологічного (див. додаток А.2).

Так, наприклад, на четвертому році навчання у ВПНЗ студенти вивчають в навчальному курсі “Основи генетики” локальні поняття: будова хромосоми, ген, алелі генів, та ін., які є підґрунтям для успішного опанування складних, спеціальних понять: генних, хромосомних, геномних мутацій. На основі спеціальних понять, поступово формуються у студентів

загальнобіологічні поняття спадкової і модифікаційної мінливості органічного світу. Еволюційне значення цих біологічних понять, поглиблено вивчається студентами на п'ятому році навчання, під час опанування генетичних основ мікроеволюції в навчальному курсі “Еволюційне вчення”.

Розкриваючи генетичні основи мікроеволюції, викладачу необхідно за допомогою засобів унаочнення ППЗ “Microevolution 1.0”, спрямувати увагу студентів на те, що генетичні процеси лежать в основі всіх еволюційних змін організмів, які відбуваються в популяціях. Досягнення сучасної генетики дозволили експериментально дослідити основні форми мінливості, виявити обумовленість успадкування всіх їх ознак та властивостей дією зовнішнього середовища.

Пояснюючи студентам особливості прямого впливу на організм умов навколишнього середовища, викладач, шляхом активізації відповідних гіперпосилань у тексті ППЗ, пропонує студентам переглянути науково-обґрунтоване унаочнення [різних форм листків жовтцю водяного – *Batrachium aquatile* L. \(*Ranunculus aquatilis* L.\)](#) (див. додаток С, рис. С.2), та [стрілолиста звичайного – *Sagittaria sagittifolia* L.](#) (див. додаток С, рис. С.3), які розміщені під водою та в повітряному середовищі. Підчас перегляду унаочнення, викладач зауважує що фактором, який визначає розвиток “підводних” листків у цих рослин є не водне середовище, а затемнення (занурені у воду листки, як правило, менш освітлені). Тому, якщо жовтець водяний розвиватиметься на суходолі в напівтемному приміщенні, сформуються листки, які він утворює під водою.

Перш ніж перейти до розгляду форм мінливості, викладач, за допомогою методу бесіди, активізує у студентів знання попередньо засвоєного навчального матеріалу – понять генотип і фенотип. При цьому, увага студентів спрямовується на те, що при статевому розмноженні наступному поколінню передається лише *генотип* – спадкова основа організму, або комплекс спадкової інформації, що являє собою програму індивідуального розвитку (онтогенезу) цього покоління.

Нащадками успадковуються не окремі ознаки, а код спадкової інформації (норма реакції генотипу), що визначає комплекс можливого розвитку. *Фенотип* – сукупність всіх внутрішніх та зовнішніх структур і функцій особини, які формувалися в процесі взаємодії її генотипу з зовнішнім середовищем [27, с. 114].

На основі понять генотип і фенотип, викладач, використовуючи метод розповіді, розкриває студентам особливості різних форм мінливості, наголошує на існуванні основних форм мінливості – спадкової і модифікаційної. До спадкової форми мінливості належать мутаційна (генні, хромосомні, геномні) і рекомбінативна (кросинговер, перекомбінація, транслокація) мінливість. Для полегшення засвоєння студентами форм мінливості, під час лекції доцільно використовувати навчальні таблиці та засоби унаочнення ППЗ “Microevolution 1.0”. Так, наприклад, розкриваючи студентам особливості геномних мутацій, викладач супроводжує свою розповідь реалістичним фотоунаочненням з ППЗ. Під час перегляду студентами унаочнення, викладач спрямовує їх увагу на практичне значення методу алополіплоїдії в рослинництві. За допомогою методу алополіплоїдії на основі двох видів тонконога (див. додаток С, рис. С.4) [*Poa infirma* Kunth.](#) ($2n=14$), [*Poa supina* L.](#) ($2n=14$) виведено новий вид (див. додаток С, рис. С.5) – [*Poa annua* L.](#) ($2n=28$) [208, с. 98]. Цей приклад утворення нового виду є фактичним підтвердженням важливості геномних мутацій, як фактору видоутворення і прогресивної еволюції.

По завершенні перегляду унаочнення, важливо щоб студенти в результаті узагальнення спільно прийшли до висновку, що в незвичайних для історії виду умовах навколишнього середовища іноді утворюються адаптивні модифікації (морфози). Здатність генотипу формувати різні модифікації (модифікаційний поліморфізм) в різних умовах середовища забезпечує виживання не тільки окремих особин, але й виду в цілому. В процесі еволюції адаптивні модифікації можуть стати спадковими. Таким способом всередині виду виникають нові форми, які можуть утворювати нові види

[208, с. 100]. Оскільки адаптивні модифікації можуть забезпечити передавання наступним поколінням важливої для виживання інформації, вони відіграють важливу роль в процесі видоутворення.

Під час лекційного заняття, на основі раніше засвоєних студентами понять різних форм мінливості, викладач поступово здійснює перехід до формування наступних загальнобіологічних понять – елементарних еволюційних факторів (мутаційного процесу, популяційних хвиль, дрейфу генів та їх міграції, форм ізоляції). Формування знань про елементарні еволюційні фактори здійснюється шляхом поступового засвоєння студентами на основі відносно простих понять більш складних: періодичні, неперіодичні коливання і спалахи чисельності, потік і інтрогресія генів, географічний і біологічний способи ізоляції. Для полегшення засвоєння студентами складних еволюційних понять, викладач, за допомогою ППЗ “Microevolution 1.0” супроводжує викладання навчального матеріалу унаочненням, яке спрямовує увагу студентів на важливість вищезазначених елементарних еволюційних факторів.

Так, наприклад, для формування у студентів складних понять різних форм географічної ізоляції, використовується відповідне унаочнення [крижени \(*Anas platyrhynchos* L.\)](#) (див. додаток С, рис. С.6) і [шилохвіста \(*Anas acuta* L.\)](#) (див. додаток С, рис. С.7). Під час перегляду цього унаочнення за допомогою ППЗ, викладач спрямовує увагу студентів на факт, що ці птахи хоч і гніздяться на одних водоймах, проте, гібридизація між ними не відбувається. Це пояснюється тим, що за умови тривалої ізоляції між популяціями виду збільшуються і закріплюються відмінності, які обумовлюють неможливість відтворення нормальних плодючих нащадків. Закріплення цих відмінностей сприяє появі нових форм (згодом, видів) організмів.

Формування у студентів понять про різні форми біологічної ізоляції ґрунтується на правильному розумінні дії її механізмів. Ці механізми не допускають схрещування, або заважають відтворенню нормальних нащадків

у організмів. В межах біологічної форми ізоляції виокремлюють: екологічну, морфо-функціональну, етологічну і генетичну. Всі вони так чи інакше пов'язані з умовами розмноження.

Формуючи у студентів поняття екологічної форми ізоляції, важливо зауважити що ця форма ізоляції визначається умовами існування виду, які пов'язані з місцями і строками розмноження. Тому, в її межах виділяють біотопічну і сезонну форму ізоляції.

Розкриваючи особливості біотопічної ізоляції, студентам пропонується переглянути за допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” на інтерактивній дошці (або на моніторі комп'ютера) унаочнення прикладів цієї форми ізоляції. При цьому, увагу студентів необхідно спрямувати на те, що біотопічна ізоляція виникає внаслідок розходження близькоспоріднених видів по різних місцях існування. Прикладом тому є жуки-листоїди: [лохмєя вербова \(*Lochmaea capreae* L.\)](#) (додаток С, рис. С.8) зустрічаються на вербі і березі [209, с. 89], [піргалта лінеола \(*Pyrrhalta lineola* F.\)](#) (додаток С, рис. С.9) – на вербі і вільсі [209, с. 116], [гоніоктена бліда \(*Goniocтена pallida* L.\)](#) (додаток С, рис. С.10) – на вербі і черемсі (низинна форма), на вербі сілезькій і горобині (гірська форма) [210, с. 301]. Тривала ізоляція близькоспоріднених видів може призвести до суттєвих змін їх генотипу і обумовити неможливість схрещування, що в кінцевому результаті може призвести до утворення нового виду. На відміну від біотопічної форми ізоляції, морфофункціональна, етологічна і генетична ізоляція забезпечують стійкість виду і тому розглядаються як основні критерії біологічного виду.

V. Етап. Узагальнення і закріплення нових знань.

Після розкриття нового навчального матеріалу, викладач узагальнює його, підводить підсумки і звертає увагу студентів на важливість передумов еволюції, які необхідні для дії її причин – боротьби за існування та природного добору. Самі по собі передумови, або елементарні фактори еволюції не призводять до еволюційних перетворень, проте, в поєднанні з боротьбою за існування створюють умови для творчої дії природного добору.

VI. Етап. Підведення підсумків і інструктаж виконання завдань для позааудиторної роботи.

На кінцевому етапі лекційного заняття викладач підводить підсумки і інструктує студентів щодо виконання нижче зазначених завдань для позааудиторної роботи. Студенти здійснюють відповідні записи у свої зошити:

1. За допомогою ППЗ “Microevolution 1.0” ознайомтесь зі змістом теми “Рушійні сили (причини) еволюції. Природний добір”;
2. Проаналізуйте основні форми боротьби за існування та природного добору на прикладах, наведених в ППЗ “Microevolution 1.0”.

В навчальній системі ВПНЗ України з метою виховання у студентів самостійності, творчого підходу до набуття світоглядних еволюційних знань, формування навичок і умінь навчально-пізнавальної діяльності, застосовуються лабораторні заняття.

Під час проведення лабораторних занять з мікроеволюції, студенти вчаться висловлювати і відстоювати свої погляди на актуальні еволюційні проблеми, застосовуючи переконливі науково-обґрунтовані приклади (муляжі тварин, колекції комах, гербарії рослин, статичні моделі та ін.), що сприяє розвитку критичності їх мислення.

З метою підвищення ефективності формування практичних навичок і умінь навчально-пізнавальної діяльності студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ, лабораторні заняття з мікроеволюції проводили із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0” за відповідною методикою.

Особливості запропонованої методики проведення викладачем лабораторного заняття з мікроеволюції із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0” розкриємо на прикладі теми “Кодаптивна еволюція комах і квіткових рослин”.

Лабораторне заняття проводили поетапно (додаток Т).

I. Етап. Організаційний момент.

На початковому етапі заняття викладач перевіряє готовність студентів до заняття, налаштування ППЗ “Microevolution 1.0” на комп’ютерах студентів.

II. Етап. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

Використовуючи засоби ППЗ “Microevolution 1.0”, студенти відкривають для перегляду навчальну html-сторінку (додаток У, рис. У.1). При цьому, викладач оголошує тему, мету, план заняття і рекомендовану літературу. Студенти конспектують вищезазначену інформацію у свої зошити.

III. Етап. Перевірка засвоєння попереднього навчального матеріалу.

Відповідно до робочої програми курсу “Еволюційне вчення” передбачено, що на попередньому лабораторному занятті студенти вивчали особливості дії механізмів різних форм адаптацій. Для перевірки якості засвоєння навчального матеріалу з попереднього лабораторного заняття, студентам доцільно запропонувати дати відповіді в усній формі на нижче зазначені запитання:

1. Який основний зміст поняття “адаптація”?
2. За якими основними ознаками характеризуються адаптації?
3. Назвіть основні форми морфологічних адаптацій.

IV. Етап. Активізація навчально-пізнавальної діяльності.

Після перевірки у студентів якості засвоєння навчального матеріалу з попереднього лабораторного заняття, викладач поступово створює сприятливі передумови для виконання студентами завдань самостійної аудиторної роботи. З цією метою, активізується їх навчально-пізнавальна діяльність. Застосовуючи метод бесіди, викладач пропонує студентам дати в усній формі відповіді на такі запитання:

1. Яке еволюційне значення адаптацій?
2. Що таке коадаптивна еволюція?
3. Назвіть основні форми еволюційних взаємовідносин та пристосувань в природних системах.

V. Етап. Виконання студентами завдань для самостійної аудиторної роботи.

Методичний коментар:

Робота на цьому етапі лабораторного заняття передбачає нижче зазначену послідовність дій викладача і студентів.

За умови забезпечення кожного студента комп'ютером, завдання для самостійної аудиторної роботи виконуються в індивідуальній формі. Якщо кількість комп'ютерів недостатня, викладач формує малі групи по 2-3 студенти на один комп'ютер і надає чіткі інструкції щодо колективного використання ППЗ.

В ППЗ “Microevolution 1.0” завдання для самостійної аудиторної роботи і відповідні їм унаочнення розміщені в певній послідовності, що забезпечує якісне, системне засвоєння навчального матеріалу з мікроеволюції. Тому, перед використанням ППЗ, студентам наголошується на важливості уважного ознайомлення із завданнями для самостійної аудиторної роботи. Такий підхід до використання ППЗ у навчальному процесі сприяє підвищенню ефективності осмисленого засвоєння студентами навчального матеріалу (тексту і відповідних фото-, відео унаочнень).

Уважно ознайомившись із завданнями для самостійної аудиторної роботи, студентам необхідно записати їх у свої зошити в такій послідовності:

1. Проаналізуйте будову квітів ентомофільних рослин (орхідних, [губоцвітих](#) та ін.) і пристосування до них комах.
2. Поясніть характерні особливості пристосування бджоли до запилення квітів шавлії.
3. Наведіть приклади комах-запилювачів. Поясніть їх значення в природі і практичній діяльності людини.
4. Проаналізуйте взаємні фізіолого-біохімічні пристосування в системі “Фітофаг – рослина”. Наведіть приклади. Яке значення цих пристосувань в еволюції?
5. Поясніть явища комахоїдності серед рослин. Наведіть приклади.

6. Наведіть приклади галів і галоутворюючих комах.

7. Поясніть на прикладах взаємні пристосування паразитів і господарів в процесі еволюції.

По завершенні записування вище зазначених завдань, студенти, використовуючи зручні засоби ППЗ (навчальний текст, відповідні фото- і відео унаочнення), безпосередньо приступають до вивчення різних форм еволюційних взаємовідносин організмів, особливостей дії механізмів коадаптивної еволюції. При цьому, значна увага надається вивченню нижче зазначеного теоретичного матеріалу і відповідному унаочненню застосованому в ППЗ “Microevolution 1.0”.

Основу змісту лабораторної роботи “Коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин” становить система знань (понять) про різні форми еволюційних взаємовідносин (коадаптацій) в природних системах. Вивчення особливостей дії механізмів різних форм коадаптацій ґрунтується на науковому розумінні студентами поняття “коадаптивна еволюція”.

Коадаптивна еволюція в широкому розумінні – це сумісна еволюція генетично неспоріднених груп організмів (двох або більше таксонів), які об’єднані тісними екологічними зв’язками, але не обмінюються генетичною інформацією [31, с. 69].

Поняття “кoeволюція” часто вживається у вузькому значенні, для розкриття сутності еволюційних механізмів взаємодії між рослинами і тваринами, насамперед тваринами-запилувачами і тваринами рослиноїдними. В такому значенні термін “кoeволюція” застосовують також для розкриття особливостей взаємних пристосувань різних органів один до одного в межах організму. Так, І. І. Шмальгаузен (1969) вказував на очевидне взаємне пристосування зовнішньої форми внутрішніх органів організмів.

Форми еволюційних взаємовідносин та пристосувань в природних системах студенти вивчають в такій послідовності: “Тварини-запилувачі – квіткові рослини”, “Фітофаг – рослина”, “Хижак – жертва”, “Паразит –

господар”, “Організми галоутворювачі – рослини”, “Комахоїдні рослини – комахи”, “Симбіонти” [31, с. 69].

Під час вивчення особливостей системи “Тварини-запилювачі – квіткові рослини”, увагу студентів викладач спрямовує на те, що існування яскравих квітів з нектаром можна розцінювати як результат еволюції, спрямованої на приваблювання потрібних тварин. Колір забарвлення квітки свідчить про характер її запилювачів, оскільки кожний вид комах розрізняє певні кольори. Для бджіл – це жовтий, синьо-зелений і синій кольори, метелики летять на червоні і білі квіти. Якщо квіти невеликі і можуть бути малопомітними для комах, то формуються різноманітні суцвіття, в яких квіти зібрані в голівки, кошики, зонтики, волоть, колоски, сережки і стають цілком помітними, чого б вони не досягли поодиноці. Так, що сам факт існування різних суцвіть також обумовлений пристосуваннями рослин до перехресного запилення за допомогою комах.

Здатність багатьох квітів виділяти ароматичні речовини теж є одним із засобів приваблювання комах. Запахи стимулюють приліт комах до квітів.

Для полегшення вивчення особливостей явища приваблювання комах-запилювачів статевими атрактантами квітів з далекої відстані, студентам пропонується переглянути за допомогою засобів ППЗ фрагмент відеофільму “Запилення орхідеї бджолами” (додаток У, рис. У.2).

Під час перегляду фільму увагу студентів необхідно спрямувати на те, що квіти окремих видів рослин здатні випускати аромат, який нагадує запах самок і цим приваблює самців. Самці поодиноких бджіл (*Andrena*, *Corytes*, *Eucera* та ін.) відвідують квіти різних видів роду офрис (*Ophrys*) із родини орхідних і здійснюють на них рухи, ніби паруючись з самкою. Запах і форма квітки офрисів, імітуючи самок-запилювачів і діючи на органи чуттів самців, спонукають їх до перельоту з квітки на квітку для задоволення статевого інстинкту. При цьому відбувається перенесення полініїв цих орхідей і перехресне запилення. Відвідування і запилення квітів офрисів самцями припиняється як тільки пізніше самців появляються самки відповідного виду.

Подібні явища сексуальної обумовленості запилення статевими атрактантами виявлені у ряду інших представників орхідних (*Oncidium*, *Brassia*, *Calochium*) [31, с. 72].

Особливим засобом приваблювання комах є нектар. Нектар є їжею для багатьох комах, в тому числі бджіл, які переробляють його в мед і запасують на майбутнє. Добуваючи нектар і пилок, комахи здійснюють перехресне запилення квітів [31, с. 72]. Для полегшення вивчення особливостей цього явища студентам пропонується переглянути за допомогою засобів ППЗ фрагмент відеофільма “Запилення губоцвітих рослин бджолами” (додаток У, рис. У.3).

Під час перегляду фільму, увагу студентів необхідно спрямувати на будову квітки шавлії з родини губоцвітих. Віночок шавлії складається із п'яти пелюсток, що зрослися в дві губи. Верхня губа схожа на склепіння, широка, нижня губа квітки з зручною площинкою для посадки бджоли. Частина органу розмноження у вигляді довгого стовпчика з подвійною приймочкою і парю тичинок розміщуються над верхньою губою. Приймочка дещо виступає назовні. Тичинки прикріплені рухомо, ніби на шарнірі, і мають в основі подушечки. Щоб дістати нектар, бджола проникає головою всередину квітки, при цьому штовхаючи подушечки так, що тичинки згинаються і б'ють бджолу своїми пиляками по спинці. Пилок при цьому висипається на мохнату спинку бджоли і переноситься ним на іншу квітку шавлії. Таким чином відбувається перехресне запилення і запліднення шавлії.

У квітів різного типу нектарники надто різноманітні за величиною, формою, походженням та розміщенням, що робить їх неоднаково доступними для комах. В деяких випадках нектар майже відкритий і легкодоступний для комах, які мають короткі хоботки лижучого типу (мухи), або смоктального (деякі види диких бджіл). В іншому випадку він, до певної міри, захищений і його можуть дістати бджоли з довшим хоботком, і,

нарешті, в третьому випадку, нектар доступний тільки комахам з досить довгими хоботками (джмелям і метеликам) [31, с. 73].

Крім комах запилювачами можуть бути також птахи (орнітофілія) і кажани (хіроптерофілія).

В будові тіла і в поведінці птахів-запилювачів відобразилось багаторічне пристосування до рослин, яких вони запилюють. Дрібні птахи пурхають в повітрі, висмоктуючи нектар із квітів, не сідаючи на них. Інші птахи, масивніші, сідають на землю, добуваючи нектар із квітів і суцвіть, які розташовані поблизу землі. Перелітаючи з квітки на квітку в пошуках нектару, птахи здійснюють їх перехресне запилення.

Для полегшення вивчення особливостей процесу запилення квітів кажанами, студентам пропонували переглянути за допомогою засобів ППЗ фрагмент фільму “Запилення квітів “дуріану” кажанами” (додаток У, рис. У.4). При цьому, увагу студентів спрямовували на те, що хіроптерофільні рослини – здебільшого дерева (часто досить високі) та ліани, зрідка, кущі і трав'янисті рослини [31, с. 74].

Кажани відвідують і запилюють квіти в темну пору доби – в сутінках і вночі. З нічним способом запилення пов'язані такі особливості квітів хіроптерофільних рослин, як тьмянний зеленувато-жовтий, коричневий і фіолетовий кольори та розкривання квітів ввечері, так що пилок і нектар стають доступними для відвідувачів тільки з настанням темряви. Квіти, або суцвіття, як правило, великі, з міцною оцвітиною і міцними “посадковими площадками” для запилювачів. В квітах чимало слизового нектару і пилку, вони мають неприємний затхлий запах, що імітує запах секретії залоз самих кажанів, який дозволяє їм орієнтуватись в зграї.

Під час вивчення студентами еволюційних взаємовідносин в системі “Фітофаг – рослина”, увагу студентів необхідно спрямувати на те, що у багатьох рослин виробились властивості синтезувати деякі вторинні сполуки, які відлякують більшість хижаків, проте, якщо у рослиноїдної тварини, в

свою чергу, виробиться здатність справлятися з цією сполукою, то вона може отримати джерело їжі, неприступне для конкурента.

В біологічній науці відомо чимало видів і систематичних груп рослин, які характеризуються високим вмістом специфічних біологічно активних речовин, що робить їх недоступними, або, принаймні, малодоступними для поїдання фітофагами. Наприклад, для вербових характерний саліцилальдегід, букових – танін, коноплевих – каннабін, молочайних – еуфорбін тощо. Згадані рослини мають дуже специфічну фауну комах-фітофагів, які звикли до них, виробили механізми розкладу і детоксикації цих речовин та їх сполук і успішно використовують їх в їжу [31, с. 75].

Жуки-листоїди хризомели вербова (*Chrysomela saliceti* Ws.) і осикова (*Chrysomela tremulae* F.) пристосувались до живлення на рослинах з родини вербоцвітих, що містять саліцилальдегід. Жук колорадський (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), поїдаючи рослини з родини пасльонових, знешкоджує солонін, солацисин, томатин та інші сполуки, конопляна блішка пристосувалась до живлення на коноплі, розкладаючи каннабін. Листоїд гастроліна торацिका (*Gastrolina thoracika* Baly.) в Сибіру спеціалізувався на поїданні горіха, що має токсичну речовину юглон [31, с. 76].

Для полегшення вивчення особливостей взаємовідносин в системі “Фітофаг – рослина” студентам пропонується переглянути фотослайди з зображеннями личинок жуків-листоїдів (додаток У, рис. У.5). Важливо звернути увагу студентів на те, що личинки жуків-листоїдів з роду хризомела *Chrysomela* (хризомела тополева – *Chrysomela populi* L., хризомела вербова – *Chrysomela saliceti* Ws., хризомела осикова – *Chrysomela tremulae* F., плагіодера різнобарвна – *Plagiodera versicolora* Laich. та лінеїда вільхова – *Linaeidea aenea* L.) накопичують в своїх залозах, розташованих по боках тіла, біологічно активні речовини, що містяться в їх кормових рослинах, і при загрозах з боку хижаків виділяють рідину з різким неприємним запахом, захищаючись від ворогів [210, с. 200-201]. По завершенні перегляду унаочнення, студентам необхідно поступово прийти до висновку, що завдяки

коадаптивній еволюції чимало видів тварин спеціалізується на споживанні одного або декількох видів рослин, це значно обмежило кількість їх конкурентів і забезпечило успіх в боротьбі за існування.

Під час вивчення особливостей еволюційних взаємовідносин в системі “Хижак – жертва”, студентам необхідно засвоїти, що хижацтво має спрямований характер і діє так, що хижак отримує вигоду від співіснування з жертвою. Хижаки, які успішно ловлять здобич, отримують при цьому більшу кількість їжі і краще виживають, ніж менш спритні. Тому, природній добір, який діє в популяції хижаків, спрямований на збільшення ефективності пошуку, ловлі і поїдання жертви. А в популяціях жертви селективну перевагу матимуть ті особини, які успішно уникатимуть хижаків. Природній добір в популяціях жертви сприяв виникненню таких пристосувань, які б дозволили особинам уникнути їх виявлення і поїдання. Водночас, як жертва набуває досвіду уникнення хижаків, самі хижаки, в свою чергу, виробляють ефективніші механізми їх виявлення.

В процесі еволюції системи “Хижак – жертва” жертва діє так, щоб звільнитись від взаємодії, а хижак, щоб постійно її підтримувати [31, с. 76]. В результаті такої довготривалої еволюції з’явилося чимало цікавих і досить складних пристосувань. Наприклад, у хижаків – це загнуті отруйні зуби гадюк з апаратом вприскування отрути, отрута і павутина у павуків, швидкі і точні рухи богомолів, змій, хижих птахів і ссавців. Жертви, в свою чергу мають свої пристосування, наприклад, крики тривоги, виставлення охорони, інстинкт затаювання, використання недоступних для хижаків схованок, маскувальне забарвлення тіла і різні шипи, колючки (їжак, дикобраз, акація, шипшина, ожина, троянда, шавлія тощо) [31, с. 77].

Під час вивчення еволюційних взаємовідносин в системі “Комахоїдні рослини – комахи” викладач спрямовує увагу студентів на те, що відносини в цій системі є специфічною формою хижацтва. Відомо близько 500 видів комахоїдних рослин, які є складовими 7 родин дводольних. Всі вони мають

зелені листки, які у одних рослин цілком, а в інших частково перетворені в пастки для комах.

Своєрідне, здебільшого надто яскраве, або строкате, забарвлення цих пасток і наявність спеціальних ароматичних залоз, які виділяють нектар, є засобом привабливання комах. Нерідко пастки нагадують квіти.

За характером пристосування для лову комах і інших дрібних тварин комахоїдні рослини поділяють на три групи [59, с.81-84].

Перша група – рослини, озброєні на поверхні листків особливими залозистими волосками, що виділяють клейку речовину. В Україні виявлено 10 видів комахоїдних рослин, серед яких найпоширенішою є росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.), сюди належать також росички англійська (*Drosera angelica* Hudson.) і середня (*Drosera intermedia* Hayne.), товстянки звичайна (*Pinguicula vulgaris* L.), двоколірна (*Pinguicula bicolor* Woloszcz.) і альпійська (*Pinguicula alpina* L.), альдрованда пухирчаста (*Aldrovanda vesiculosa* L.), пухирники середній (*Utricularia intermedia* Hayne.), Брема (*Utricularia bremii* Heer ex Kölliker.) і звичайний (*Utricularia vulgaris* L.) [31, с. 78].

Для полегшення вивчення особливостей еволюційних взаємовідносин в системі “Комахоїдні рослини – комахи”, студентам пропонується переглянути за допомогою засобів ППЗ фрагмент фільму “Росичка круглолиста” (додаток У, рис. У.6). Під час перегляду фільму, увагу студентів необхідно спрямувати на те, що росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.) росте на торфових болотах, збіднених на органічні речовини. Округлі листки росички зібрані в прикореневу розетку, вкриті волосками-щупальцями з червоною залозистою голівкою. Голівка кожної волосинки виділяє густий, липкий, тягучий слиз. Коли комаху привабили краплі цього секрету, вона сідає на листок і відразу ж прилипає до нього, подразнюючи залозисті волосинки, які починають згинатися і обхвачувати комаху. Особливі залозки при цьому виділяють протеолітичні або інші ферменти, під

дією яких відбувається гідроліз білкових речовин комах. Потім відбувається всмоктування розчинених речовин і їх засвоєння [27, с. 174].

Через певний час від комах залишаються тільки тверді хітинові частини. А волосинки-щупальця виправляються і знову готові до захвату нової здобичі.

Друга група – рослини, які мають пастки типу верші.

Вивчення особливостей полювання рослин з пасткою типу верші доцільно здійснювати на основі перегляду фрагмента фільму “Мисливець непентес (*Nepenthes* L.)” (додаток У, рис. У.7). Під час перегляду відеофрагмента, увагу студентів необхідно спрямувати на особливості пристосування рослини непентес до полювання на комах. Непентес – це чагарникові, або напівчагарникові ліани, стебло яких по стовбурах і гілках піднімається на десятки метрів і має пастку типу верші. Відомо 60 видів непентесів, які зростають в тропічній Індо-Малайській області [31, с. 80].

Листки непентеса мають довгий черешок, нижня частина якого широка і виконує функцію листової пластинки, середня – вузька, обвивається навколо інших рослин, а верхня перетворена в пастку, яка має форму глечика. Цей глечик прикривається зверху невеликою кришкою, яка є рудиментом листової пластинки. Глечик нагадує квіти. У різних видів непентеса глечики різного розміру, форми і забарвлення, їх довжина коливається від 2,5 до 50 см. В такому великому глечику може поміститися навіть птах. В верхній частині внутрішньої стінки глечика розташовані залози, які секретують віск. Восковий наліт двошаровий. Верхній шар складається з дрібних лусок, що прилипають до лапок комах, і, відриваючись від нижнього шару, примушують комах, як на ковзанах, ковзати вниз, назустріч травним залозам на дні пастки. Вони виділяють протеолітичний фермент непентесин, активний тільки в кислому середовищі. Тому тут виробляється і мурашина кислота, яка не тільки активує фермент, але й відіграє роль антисептика [31, с. 81].

Великий глечик нагадує шлунок ссавця, кількість рідини, яка збирається в ньому, досягає 1-2 л, а комах, які потрапляють в нього кілька сотень. В процесі розкладу комах і розмноження в рідині бактерій, з'являється специфічний запах гниття, який приваблює до рослин інших комах.

Третя група – рослини наділені пастками типу западні.

Для полегшення вивчення особливостей взаємовідносин між рослинами які мають пастки типу западні і комахами, студентам пропонується переглянути за допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” фрагмент фільму “Венерина мухоловка (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis.)” (додаток У, рис. У.8) [31, с. 82]. Під час перегляду відео фрагмента, увагу студентів необхідно спрямувати на те, що у венериної мухоловки (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis.), яка зростає на торфових болотах Північної Америки, листок має крилатий черешок і дволопатева пластинку, по боках якої знаходяться довгі зубці, а посередині її лопатей – по три чутливих щетинки. При дотику комахи листові пластинки закриваються. При цьому крайові зубці заходять один за один, утворюючи решітку.

Якщо у пастку потрапила комаха малого розміру, вона має шанс звільнитися оскільки пройде крізь комірки решітки, проте здобич з розмірами достатніми для того, щоб листові пластинки її утримали, неминуче загине.

Чим відчайдушніше б'ється жертва в пастці, тим міцніше стискаються стулки листка, прилягаючи одна до одної. Міцно зачинені пастки венериної мухоловки утримуються в такому стані досить довго, не менше 40 годин, після чого листки знову розкриваються і залози на їх поверхні поновлюють свою функцію [31, с. 84].

Після розгляду особливостей різноманітних пристосувань рослин до комахоїдності, студентам пропонується розв'язати проблемне питання: чому еволюція деяких рослин пішла в напрямі вироблення таких складних та

унікальних механізмів для лову і перетравлення комах. Яку користь приносить рослинам додаткове живлення тваринною їжею?

З метою полегшення студентам розв'язання цього питання, викладач може шляхом надання додаткової інформації, спрямувати хід їх мислення на раціональний шлях. При необхідності, відповіді студентів викладач доповнює інформацією, що перші експерименти, які дають відповідь на ці запитання були проведені Ч. Р. Дарвіном, а згодом й іншими дослідниками. Результати досліджень показали, що хоча комахоїдні рослини й можуть розвиватись без тваринної їжі, проте при її наявності ростуть в декілька разів швидше і краще. Наземні форми комахоїдних рослин ростуть на болотах, пісках чи скелях, тобто на ґрунтах, збіднених азотними речовинами та мінеральними солями.

Рослинам, які б жили в таких несприятливих умовах, потрібно було або зовсім зникнути з поверхні Землі, або відшукати яке-небудь додаткове джерело для прожиття. Комахоїдні рослини, пристосувавшись до отримання додаткового джерела азотистого живлення у вигляді засвоєння живих організмів, успішно справились з цим завданням.

Під час вивчення еволюційних взаємовідносин в системі “Паразит – господар”, викладач звертає увагу студентів на те, що *паразитизм* – явище давнього походження, його виникнення пов'язується з початком розвитку життя на Землі. Доказом цього є надзвичайне поширення паразитизму в природі. Майже половина сучасних типів тварин має в своєму складі паразитичних представників. Чимало класів тварин складаються виключно із паразитичних видів. Поширений паразитизм і в рослинному світі. Чи не найбільше паразитичних форм виявлено серед грибів та бактерій [31, с. 85].

Шляхи виникнення паразитизму в тваринному світі досить різноманітні. Порівняно неважко зрозуміти походження ектопаразитизму. Один із основних способів виникнення ектопаразитизму – це шлях через синойкію (тісне сумісне співжиття) та симбіоз. Спочатку це може бути випадкове поселення на іншому організмі, а потім це явище може

закріпитись та поглибитись. Прикладом можуть слугувати вусоногі рачки – морські жолуді (*Balanus*), що часто селяться на рибах, десятиногих раках і молюсках.

Еволюція паразитів проходить паралельно з еволюцією їх господарів, чим і пояснюється свій видовий набір паразитів в кожній родині тварин-господарів. Тільки процес еволюції перших дещо відстає від еволюції інших.

Наприклад, віслюк і кінь, як самостійні роди родини конячих сформувались за певний відрізок часу від загального предка. А їх загальний ендопаразит шлунковий овід за цей період в своїй еволюції не вийшов за межі роду, виникли тільки окремі види конячого і віслюкового шлункових паразитів.

Відомо чимало паразитичних видів бактерій. Найвідомішими людству є патогенні бактерії, які спричиняють до таких страшних хвороб, як холера, туберкульоз, сифіліс, тиф, чума, ботулізм, гангрена, сепсис тощо.

Чимало видів паразитичних бактерій поширюють різні хвороби сільськогосподарських рослин: плодову гниль, пухлини, плямистість листків та плодів, в'янення рослин тощо.

Серед паразитичних форм нижчих грибів одні паразитують на рослинах, інші – на тваринах і людині. Наприклад, гриб сапролегнія часто паразитує на тілі та ікрі риб і призводить до їх масової загибелі.

Інші гриби широко відомі тим, що спричиняють до різних захворювань шкіри людини і тварин, так званих, дерматомікозів [31, с. 86].

Взаємовідносини в системі “Організми-галоутворювачі – рослини”, студентам пропонується вивчати на основі відповідних унаочнень (фотослайду) галів (додаток У, рис. У.9).

Під час перегляду фотослайду, увагу студентів необхідно спрямувати на те, що галоутворення – це патологічний процес розростання та змін рослинних тканин під дією специфічних збудників – галоутворювачів, якими можуть бути бактерії, віруси, гриби, круглі черви, кліщі і комахи. Гали, спричинені комахами найрізноманітніші. Відомо близько 400 видів комах

фауни України, які утворюють гали. Вони належать здебільшого до рядів перетинчастокрилих та двокрилих [31, с. 87].

Вивчення особливостей взаємовідносин і пристосувань в системі симбіонтів ґрунтується на правильному розумінні поняття “симбіоз”.

Симбіоз – це співжиття організмів, при якому вони не приносять шкоди один одному, а є взаємокорисними. Відомо кілька форм симбіозу: протокооперація, мутуалізм, коменсалізм [31, с. 89]. Для детальнішого вивчення особливостей цих форм співжиття організмів, студентам пропонується переглянути за допомогою ППЗ “Microevolution 1.0” фрагменти відеофільмів з прикладами вище зазначених форм симбіозу. Під час перегляду відео фрагментів, увагу студентів необхідно спрямувати на особливості різноманітних пристосувань до співжиття у цих організмів.

Для полегшення засвоєння різних форм симбіозу, студентам пропонується оцінити особливості взаємовідносин і пристосувань в цій системі. При цьому, використовуючи засоби ППЗ, студентам необхідно намалювати і заповнити у своїх зошитах таблицю [31, с. 69] (додаток У, табл. У.1), в якій взаємовигідні зв'язки позначити +, +, односторонні типи взаємовідносин +, –, або +, 0.

VI. Етап. Перевірка результатів самостійної аудиторної роботи і закріплення знань.

На цьому етапі лабораторного заняття у студентів перевіряються результати виконання завдань для самостійної аудиторної роботи. При цьому, з метою закріплення засвоєних знань і умінь, студентам пропонується дати відповіді на такі запитання:

1. Розкрийте зміст поняття “коадаптивна еволюція”.
2. Назвіть основні особливості еволюційної системи “Тварини-запилювачі – квіткові рослини”.
3. У чому полягає коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин?
4. Які взаємні пристосування мають комахи і квіткові рослини, яке їх значення в еволюції?

5. Назвіть основні особливості еволюційних взаємовідносин в системах “Фітофаг – рослини”, “Хижак – жертва”.

6. Які характерні особливості специфічної форми хижацтва в системі “Комахоїдні рослини – тварини” ?

7. Коротко охарактеризуйте еволюційні взаємовідносини в системі “Паразит – господар”.

8. Назвіть характерні особливості еволюційних взаємовідносин в системі “Галоутворювачі – рослини”.

Після розгляду вище зазначених питань викладач поступово наближає студентів до формулювання загального висновку, в якому важливо зазначити що в результаті різних форм коадаптивної еволюції у організмів виробилось чимало різноманітних взаємних пристосувань, які забезпечують їм умови для життя та ефективного використання ресурсів навколишнього середовища.

VII. Етап. Підведення підсумків та інструктаж виконання завдань для позааудиторної роботи.

На кінцевому етапі лабораторного заняття, викладач підводить підсумки і дає студентам завдання для позааудиторної роботи. Зокрема, студентам наголошується на необхідності вдома самостійно законспектувати у зошитах [основні положення глав 4-5 праці Ч. Р. Дарвіна “Походження видів шляхом природного добору”](#).

Для самостійного контролю своїх знань з даної теми, студенти можуть використати зручні засоби ППЗ “Microevolution 1.0”, зокрема, тестову програму перевірки знань (див. додаток И).

Перевірити свої знання з цієї теми студенти можуть також за допомогою ігрових форм навчання і контролю знань, зокрема, розробленого нами навчального кросворду в ППЗ (див. додаток Л, рис. Л.1, Л.2, Л.3). Комп’ютерно-орієнтовані навчальні кросворди дозволяють підвищити зацікавленість студентів до вивчення складного навчального матеріалу.

Структура і зміст лабораторного заняття з теми “Коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин” в повному обсязі зазначені у додатку У.

Отже, розроблений нами ППЗ “Microevolution 1.0” з мікроеволюції надає викладачам зручні засоби для наближено реального відтворення особливостей еволюційних явищ і процесів (зокрема, механізмів пристосування рослин до запилення тваринами, явища паразитизму серед тварин тощо), дозволяє застосовувати під час проведення лекційних і лабораторних занять з мікроеволюції навчальні моделі складних механізмів еволюції. Це сприятиме підсиленню мотивації навчання студентів, вирішенню актуальної проблеми негативного відношення до навчання – слабкої успішності, яка обумовлена нерозумінням суті навчального матеріалу, недостатнім рівнем знань з мікроеволюції.

Студентам надається можливість за допомогою ППЗ самостійно вивчати навчальний матеріал в певній послідовності та зручному для себе темпі, здійснювати контроль якості засвоєних знань з мікроеволюції. Алгоритмізація вивчення навчального матеріалу цілеспрямовує формування наукових знань з мікроеволюції у студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ.

Комп’ютерно-орієнтоване навчання забезпечує не тільки правильне розв’язування студентами складних навчальних завдань, але й сприяє формуванню у них знань, навичок і умінь навчально-пізнавальної діяльності.

Висновки до другого розділу

1. В сучасних умовах переорієнтації вищої освіти України у напрямках гуманізації, індивідуалізації та комп’ютеризації навчання, ефективність процесу формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ залежить від успішності впровадження ППЗ, в яких враховані психолого-педагогічні засади їх проектування і застосування, традиційні психолого-педагогічні засади навчання та сучасні психолого-педагогічні теорії: пізнання, розвивального навчання, поетапного формування розумових дій,

діяльнісного підходу до навчання, наукових закономірностей розвитку особистості та інші. Застосування україномовного ППЗ з мікроеволюції сприятиме створенню комп'ютерних модельованих навчальних середовищ, в яких реалізується можливість komponування різноманітних навчально-наукових експериментів, спрямованих на розвиток науково-теоретичного мислення студентів ВПНЗ.

2. Існуючі в освітньому просторі України ППЗ з біології містять навчальні матеріали (текстові, фото, відео і звукові файли) недостатньо високого наукового рівня, що обумовлює можливість їх фрагментарного (вибіркового) застосування у навчальному процесі з мікроеволюції ВПНЗ. Успішному вирішенню проблем ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ сприятиме створення і впровадження у навчальний процес нового україномовного ППЗ з мікроеволюції.

3. В результаті критичного аналізу засобів для розробки КЗН виявлено, що найефективнішими для створення ППЗ з мікроеволюції є комп'ютерні мови програмування HTML, JavaScript і прикладні програми Microsoft Power Point 2007, Microsoft Office Excel 2007, Adobe Photoshop CS, 3D Studio Max, Macromedia Flash Professional 8.0. Їх використання надало можливість створити ППЗ "Microevolution 1.0", адаптований для проведення лекційних, лабораторних і семінарських занять у ВПНЗ. Застосування ППЗ "Microevolution 1.0" в навчальному процесі ВПНЗ сприятиме підвищенню ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів біологічних спеціальностей.

4. Розміщений в запропонованому ППЗ "Microevolution 1.0" складний навчальний матеріал з мікроеволюції, супроводжується кольоровими графічними зображеннями, динамічними моделями, звуком і відео матеріалом, які підсилюють наочність навчання, роблять доступнішою складну навчальну інформацію, надають їй дослідницького спрямування.

5. Анімовані засобами мови програмування ActionScript схеми основних механізмів видоутворення, які традиційно застосовуються в

навчальному процесі ВПНЗ, надають навчальному матеріалу з мікроеволюції динамічності і роблять його полегшеним для засвоєння студентами. Створені з використанням засобів програми 3D Studio Max елементи інтерактивності забезпечують під час перегляду унаочнення зручне керування об'єктами динамічних моделей процесу видоутворення організмів. Використання засобів технології Flash надає можливість, за рахунок значного зменшення розміру вихідних файлів з фото, відео, звуковим навчальним матеріалом вирішити проблему швидкості їх завантаження і якості відтворення на комп'ютерах низької потужності.

6. Створений набір електронної навчальної літератури на основі паперових навчальних посібників, які традиційно використовуються студентами для вивчення мікроеволюції, дозволяє вирішити проблему доступу до навчальної інформації. Застосовані в ППЗ “Microevolution 1.0” багаторівневі гіперпосилання і інтерактивні кнопки перегляду унаочнення (кольорових фотографій і фрагментів відеофільмів) сприяють вирішенню проблеми перевантаження навчального тексту унаочненням, підвищують зручність читання. Розроблений за допомогою засобів Excel комп'ютерно-орієнтований інтерактивний навчальний кросворд з мікроеволюції в складі ППЗ “Microevolution 1.0”, дозволяє вирішити проблему підвищення зацікавленості студентів вивчення механізмів явищ і процесів мікроеволюції, надає можливість студентам ігровими засобами самостійно здійснювати перевірку якості засвоєних знань з мікроеволюції.

7. Застосування новітніх кваліметричних параметрів в створеній комп'ютерній експертно-навчальній програмі “MicroevolutionTest”, надало можливість вирішити проблему точності і об'єктивності оцінювання результатів тестування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ під час самостійного навчання.

8. Запропонована комп'ютерно-орієнтована методика формування знань з мікроеволюції, спрямована на забезпечення послідовного відтворення засобами ППЗ “Microevolution 1.0” особливостей еволюційних явищ і

процесів, навчальних завдань на моделювання складних механізмів еволюції. Застосування цієї методики у навчальному процесі сприяє вирішенню проблем підвищення ефективності навчання студентів біологічних спеціальностей ВПНЗ.

РОЗДІЛ 3
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ
ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ З МІКРОЕВОЛЮЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ
“MICROEVOLUTION 1.0”

3.1. Загальна характеристика педагогічного дослідження і виявлення рівня адекватності оцінювання знань з мікроеволюції у студентів засобами “Microevolution 1.0” та традиційним методом контролю

В педагогічному експерименті, здебільшого використовуються методи дослідження комплексного характеру, зокрема, спостереження, бесіди, анкетування, діагностуючих робіт, утворення спеціальних ситуацій тощо. Ці методи дозволяють на початку експерименту визначити початковий стан системи дослідження, а на кінцевому етапі експерименту зробити висновки щодо правомірності висунутої гіпотези.

На відміну від вивчення педагогічних явищ у природних умовах шляхом безпосереднього спостереження експеримент дозволяє:

- штучно відокремити явище, яке вивчається, від інших;
- цілеспрямовано змінити умови педагогічних дій в експерименті;
- повторювати окремі явища, які вивчаються у тих же умовах.

Для кращого розуміння проведеного нами наукового експерименту, опишемо насамперед його загальну характеристику.

Під час проведення експерименту ми розв’язували такі завдання:

- виявлення адекватності оцінювання знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ засобами “Microevolution 1.0” і традиційним методом контролю;
- доведення ефективності методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”.

Педагогічне дослідження здійснювалось протягом 2005-2011 років у три етапи (констатувальний, пошуковий і формувальний) із залученням студентських груп природничого напрямку підготовки на базі ВПНЗ м. Києва та Київської області. Відбір груп студентів здійснювали за принципом випадковості. У дослідженні брали участь всього 525 студентів біологічних спеціальностей (288 студентів в констатувальному і 237 студентів у формувальному експериментах).

За час *констатувального експерименту* (2005-2006 рр.) в результаті аналізу науково-методичної літератури розкрито сутність і світоглядне значення вчення про мікроеволюцію. На основі результатів проведеного анкетування 37 викладачів і 288 студентів виявлено найактуальніші проблеми формування знань з навчального курсу “Еволюційне вчення”, і зокрема, модуля “Мікроеволюція” в практиці навчання студентів ВПНЗ.

В результаті критичного аналізу існуючих на сьогодні АНС та ППЗ з біології, які відповідають сучасним психолого-педагогічним і дидактичним вимогам до новітніх ІТ, розкрито дидактично-методичні можливості їх застосування на заняттях з мікроеволюції у ВПНЗ. Серед недоліків виявлено, що розміщена в них навчальна інформація представлена на невисокому науковому рівні (відсутні латинські назви біологічних об’єктів, не достатньо розкриті особливості дії еволюційних механізмів видоутворення тощо), що обумовлює можливість її фрагментарного (вибіркового) застосування у навчальному процесі ВПНЗ.

На основі узагальнення результатів проведеного аналізу психолого-педагогічної і методичної літератури розкрито (в розділі 1.2) корелятивну

залежність успішності розробки КЗН від врахування психолого-педагогічних засад їх проектування і застосування, а також традиційних психолого-педагогічних засад формування знань студентів вищих навчальних закладів в умовах комп'ютеризації навчання.

Створено україномовну комп'ютерну експертно-навчальну програму "MicroevolutionTest", яка є складовою ППЗ "Microevolution 1.0" і засобом автоматизації контролю рівня знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Для виявлення адекватності оцінювання знань експертно-навчальною програмою "MicroevolutionTest" і традиційним методом контролю, під час констатувального експерименту, в умовах традиційних методик навчання проведено тестування знань з мікроеволюції у 288 студентів (156 в контрольних і 132 в експериментальних групах) ВПНЗ з дотриманням критеріїв оцінювання, зазначених у додатку Ф, табл. Ф.1.

По завершенню тестування знань студентів з мікроеволюції, отримані результати (відповіді студентів на запитання тесту) оцінювались незалежно експертно-навчальною програмою із застосуванням кваліметричних параметрів та викладачем традиційним методом контролю. При цьому, дотримувались визначення згідно якого, педагогічною кваліметриєю є науково обґрунтовані математичні методи кількісної оцінки якості педагогічного процесу і його продукту [211, с. 47]. Застосовані кваліметричні параметри в розробленій експертно-навчальній програмі "MicroevolutionTest", сприяли вирішенню проблеми адекватності оцінювання знань студентів засобами ППЗ і традиційним методом контролю.

За час *пошукового експерименту* (2006-2007 рр.) в результаті аналізу сучасних засобів комп'ютерних технологій (див. рис. 2.2), розкрито можливості їх використання для створення ППЗ з мікроеволюції, адаптованого до застосування у навчальному процесі ВПНЗ. Для підвищення ефективності навчального процесу науково обґрунтовано, розроблено і апробовано зміст, структуру ППЗ "Microevolution 1.0" і методику його застосування на заняттях з мікроеволюції у ВПНЗ.

Під час застосування розробленої методики формування знань з мікроеволюції, на цьому етапі науково-педагогічного дослідження було виявлено:

- можливості реалізації основних положень теорії розвиваючого навчання, діяльнісної теорії та теорії поетапного формування розумових дій у студентів при вивченні основних методів розв'язування проблемних завдань з мікроеволюції;
- можливості підвищення інтенсивності самостійної роботи студентів, урізноманітнення способів організації їх навчальної діяльності;
- організаційні форми і методи навчання мікроеволюції із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”.

Встановлено, що вище зазначені компоненти вплинули на спосіб подання навчального матеріалу з розділу “Мікроеволюція”, зумовили зміну методики та прийомів навчання студентів у зв'язку із застосуванням розробленого ППЗ. При цьому значно підвищився інтерес студентів до вивчення механізмів утворення нових видів органічного світу, які розглядаються в навчальному розділі “Мікроеволюція”.

За час *формуального експерименту* (2007-2011 рр.) експериментально перевірено і виявлено ефективність методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”. Ефективність застосування запропонованої методики виявлялась шляхом порівняння результатів тестування знань 237 студентів (122 в контрольних і 115 в експериментальних групах) на початковому і кінцевому етапах формуального експерименту за допомогою математичних методів варіаційної статистики (див. підрозділ 3.2). Підтверджено правомірність гіпотези дослідження.

Після опису загальної характеристики проведеного педагогічного дослідження, перейдемо до детального розкриття особливостей математичних обчислень даних констатувального експерименту, під час

якого виявлялась адекватність оцінювання результатів тестування знань студентів експертно-навчальною програмою “MicroevolutionTest” і викладачем традиційним методом контролю.

Отримані в результаті науково-педагогічного дослідження фактичні дані опрацьовані з використанням основних понять (додаток X) і математичних методів варіаційної статистики, зокрема, на основі вибіркової сукупності, з врахуванням положень теорії імовірностей. Оскільки показники варіативності прояву досліджуваних масових явищ та процесів в наукових дослідженнях, як правило, представляються у вигляді числових даних, математичні методи варіаційної статистики надали можливість їх точно виміряти і охарактеризувати.

З метою отримання об’єктивних результатів обчислень застосовувався кількісний тип варіювання даних, до якого належать дискретне і неперервне варіювання. Дискретне варіювання використовувалось для оцінювання підсумкових балів студентів, а неперервне варіювання – для оцінювання середніх балів потокових оцінок студентів з кожної окремої теми навчального розділу “Мікроеволюція”.

Навчальний розділ “Мікроеволюція” охоплює теми: “Генетичні основи та елементарні фактори (передумови) еволюції”, “Рушійні сили (причини) еволюції. Природний добір”, “Адаптації – результат дії природного добору” та “Вид і видоутворення – результат мікроеволюції”. При вивченні кожної із зазначених навчальних тем, статистичне опрацювання даних експерименту проводились аналогічно, тому зупинимось на описі опрацювання результатів тестування знань студентів з теми “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції”.

Математичні обчислення і отримані під час педагогічного дослідження відповідні результати можна вважати правомірними для проведеного тестування знань студентів тільки за умови, що тест є гомогенним. Зважаючи на це, визначимо чи є запропонований тест з мікроеволюції гомогенним, тобто чи утворюють в ньому відповіді студентів біноміальний ряд або так

звану “послідовність Бернуллі”. Формула Бернуллі описує розподіл імовірностей у множині можливих (стосовно кількості появ) наслідків серії з певної кількості (n) випробувань. Цей розподіл називають біноміальним, оскільки імовірності обчислюються за тими самими правилами, що і члени розвинення за степенями p і q бінома $(p+q)^n$ [212]. Утворення біноміального ряду відповідей студентів на запитання тесту є можливим тільки за умови якщо:

1) імовірність відповіді на будь-яке запитання залишається незмінною (гіпотеза стаціонарності);

2) відповіді на наступні запитання не залежать від відповідей на попередні (гіпотеза незалежності) [213].

Враховуючи вище зазначене, перевіримо гіпотези стаціонарності і незалежності за критерієм узгодження χ^2 Пірсона [212, с. 250]. Цей критерій застосовується у варіаційній статистиці для перевірки гіпотез про вид розподілу імовірностей.

Оскільки, в констатувальному експерименті брали участь 288 студентів (156 в контрольних і 132 в експериментальних групах), здійснення математичних обчислень на основі такого об'єму вибірки результатів тестування знань студентів потребує залучення значних зусиль і витрат часу. В статистичній науці, для полегшення перевірки вище згаданих гіпотез, здебільшого, використовують поняття “випадкова неповторна вибірка” [214, с. 381] досліджуваної величини. Керуючись цим поняттям, відповідні математичні обчислення для зручності будемо здійснювати на основі випадкової неповторної вибірки результатів тестування знань з мікроеволюції 115 студентів (додаток Ц, табл. Ц.1).

Перевірмо гіпотезу стаціонарності для кожного запитання шляхом підрахування кількості правильних відповідей. Визначивши їх число та число всіх відповідей на будь-яке запитання, визначається частка правильних відповідей. Аналогічно розраховуємо для 115 студентів частку правильних відповідей на всі запитання, враховуючи що кожному студенту задавалися із

загальної кількості тільки 8 запитань. Ця частка дорівнює відношенню загального числа правильних відповідей (670) до загального числа питань ($8 \times 115 = 920$), запропонованих всім студентам, тобто становить 0,73, відповідно частка помилкових відповідей становить 0,27. Якщо гіпотеза стаціонарності є справедливою, то при задаванні кожного наступного запитання повинно бути 73% правильних і 27% помилкових відповідей.

Проте, порівнюючи частки правильних відповідей на всі 8 запитань з показником 0,73, неважко помітити відхилення. Щоб переконатися у справедливості гіпотези про стаціонарність, тобто що ці відхилення є випадковими, застосуємо критерій Пірсона χ^2 . При цьому об'єднаємо відповіді на 1-2, 3-4, 5-6 та 7-8 питання. Число правильних і помилкових відповідей, що очікуються, розраховуємо множенням загального числа питань (230) на імовірність правильної (0,73) та помилкової (0,27) відповідей. Наприклад, для питань з номерами 1-2 число правильних відповідей що спостерігаються дорівнює 162, а тих які очікуються дорівнює $0,73 \times 230 = 168$. Для правильних і помилкових відповідей на питання з номерами 1-2, 3-4, 5-6, 7-8 розраховуємо відношення (3.1) [213]

$$\frac{(H - O)^2}{O} \quad (3.1)$$

де H – відповіді, які спостерігаються;

O – відповіді, які очікуються.

Шляхом додавання результатів розрахунку зазначеного відношення визначаємо величину $\chi^2 = 1,105$. Результати обчислень показані в додатку Ц, табл. Ц.2.

Підрахуємо число ступені вільності для розподілу χ^2 . В кожному стовпчику суми відповідей (див. додаток Ц, табл. Ц.2), що спостерігаються і очікуються, повинні бути однаковими і дорівнювати числу заданих запитань (230). Тобто, накладаються чотири обмеження. П'яте обмеження полягає в

тому, що імовірність правильних відповідей повинна бути однаковою для відповідей, які очікуються та спостерігаються.

Оцінку імовірності, отриману на основі експериментальних даних, використаємо для розрахунку числа правильних відповідей, які очікуються. Тобто, на 8 складових накладено $5=4+1$ обмежень. Це означає, що число степені вільності дорівнює $r=8-5=3$. З таблиці χ^2 [212, с. 347] для $r=3$ та $\chi^2=1,105$ знаходимо імовірність того, що величина з розподілом χ^2 перевищує 1,105. Ця імовірність дорівнює $P \approx 0,7$.

Отже, імовірність правильної відповіді на запитання з першого по восьмий залишається постійною, тому гіпотезу стаціонарності для запропонованого тесту можна вважати правомірною.

Гіпотезу незалежності відповідей студентів на запитання тесту перевіряємо знаходженням рівності цих умовних імовірностей. Для цього позначимо імовірність правильної відповіді $p(z_{i+k}=1/z_i=1)$ на $(i+1)$ -е питання, за умовою що відповідь на i -е питання є правильною; $p(z_{i+k}=1/z_i=0)$ імовірність правильної відповіді на $(i+1)$ -е питання, за умови, що відповідь на i -е питання є помилковою [213]. Як критерій узгодження використано критерій χ^2 . Щоб оцінити умови імовірності $p(z_{i+k}=1/z_i=1)$ та $p(z_{i+k}=1/z_i=0)$ необхідно підрахувати числа “переходів” 11, 10, 01, 00 відповідей.

Результати підрахунків “переходів” відповідей студентів, які брали участь у тестуванні знань з мікроеволюції, наведені вище (див. додаток Ц, табл. Ц.1). На їх основі створено зведену матрицю чисел переходів відповідей для 115 студентів:

Матриця чисел переходів відповідей 115 студентів

відповіді на питання з номером $(i+1)=2,8$

		1	0	
відповідь на питання	1	433	155	588
з номером $i=1,7$	0	158	58	216
		591	213	804

В результаті розрахунків даних матриці отримуємо:

$$p(z_{i+1}=1/z_i=0)=588/804=0,731 \text{ та } p(z_{i+1}=1/z_i=1)=591/804=0,735.$$

Безумовна імовірність помилкової відповіді на питання з номером $(i+1)$ дорівнює $p(z_{i+1}=1)=1-0,731=0,269$, $i+1=2,8$. Множенням загального числа помилкових відповідей на питання, номер якого $i=1,7$ на безумовну імовірність правильної (0,734) та помилкової відповідей (0,266) на наступне $(i+1)$ -е запитання, розраховуємо число правильних і помилкових відповідей на $(i+1)$ -е запитання: $N=216 \times 0,731=158$, $N=216 \times 0,269=57$.

Результати відповідних розрахунків зазначені у додатку Ц, табл. Ц.3. На основі цих результатів знаходимо, що величина $\chi^2 \approx 0,093$.

Число зв'язків s накладених на цю суму чотирьох доданків дорівнює $s=3$: 1) суми чисел першого рядка повинні дорівнювати загальному числу (216) помилкових відповідей на питання $1 \div 7$; 2) суми чисел другого рядка повинні дорівнювати загальному числу (588) правильних відповідей на питання $1 \div 7$; 3) сума чисел що очікується у другому стовпчику повинна дорівнювати числу (588) правильних відповідей на питання $2 \div 8$. Оскільки $s=3$, можна по одному з чисел таблиці визначити інші, тобто число степені вільності r дорівнює 1. Використовуючи таблицю χ^2 [212, с. 347] для $\chi^2=0,093$ і $r=1$ знаходимо $P \approx 0,77$, що свідчить про правомірність гіпотези незалежності для відповідей на тестові запитання з першого по восьмий.

Отже, результати розрахунків підтвердили правомірність гіпотез стаціонарності та незалежності для запропонованого тесту з мікроеволюції програми "MicroevolutionTest". Вони є переконливим доказом того, що відповіді студентів на запитання тесту утворюють послідовність Бернуллі, тому запропонований тест з мікроеволюції можна вважати гомогенним, а результати подальших математичних обчислень правомірними.

Отримавши докази гомогенності запропонованого тесту, визначимо адекватність оцінювання знань студентів з мікроеволюції експертно-навчальною програмою "MicroevolutionTest" і традиційним методом контролю. При цьому, значної уваги надаватимемо з'ясуванню ефективності застосованих в експертній програмі кваліметричних параметрів оцінювання якості знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ.

Кваліметричні параметри застосовані в програмі “MicroevolutionTest” з метою підвищення точності підрахунків балів і визначення підсумкової оцінки знань студентів з мікроеволюції. Зокрема, отримані результати тестування (відповіді 115 студентів) (див. додаток Ц, табл. Ц.1), оцінювались в запропонованій експертній програмі за формулою (3.2) [215, с. 52]

$$O = \alpha O_{max} \quad (3.2)$$

де O – пропонується оцінка (кількість балів, на яку заслуговує студент);

α – імовірнісний “коефіцієнт знань” студента з мікроеволюції;

O_{max} – максимальна оцінка (максимальна кількість балів, передбачена системою оцінювання).

Імовірнісний коефіцієнт знань студентів з мікроеволюції обчислювався за формулою (3.3) [215, с. 52]

$$\alpha = \frac{m + 1 - \beta(n + 2)}{(1 - \beta)(n + 2)} \quad (3.3)$$

де α – імовірнісний коефіцієнт знань студентів;

n – кількість запитань одержаної студентом вибірки;

m – кількість запитань вибірки, на які студент відповів правильно;

β – коефіцієнт вгадування відповіді.

Величина коефіцієнта вгадування відповіді β (це імовірність дати правильну відповідь при повному незнанні навчального матеріалу), залежить від співвідношення числа правильних і помилкових відповідей на запитання тесту. Обчислювався зазначений коефіцієнт за формулою (3.4) [215, с. 53]

$$\beta = 1/C_n^k \quad (3.4)$$

де β – коефіцієнт вгадування відповіді;

C_n^k – число сполук що містять k елементів (правильних відповідей), обраних з загального числа n елементів (всіх відповідей) даної множини.

Число сполук що містять k елементів, обраних з n елементів даної множини визначалося за формулою (3.5) [216, с. 45]

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad (3.5)$$

де C_n^k – число сполук з n елементів по k (правильних відповідей обраних з даної множини відповідей);

k – число обраних елементів даної множини;

n – загальна кількість елементів даної множини.

Таким чином, формула (3.2) виражає пропорційність оцінки коефіцієнта знань, а формула (3.3) – залежність коефіцієнта знань від коефіцієнта вгадування β тесту і результатів тестування n і m .

В запропонованому тесті з мікроеволюції кожне контрольне запитання має 5 відповідей, серед яких тільки 2 є правильними, тому число сполук правильних відповідей за формулою (3.5) дорівнює відповідно $C_n^k = 10$. Коефіцієнт вгадування відповіді на запитання тесту за формулою (3.4) дорівнює $\beta=0,1$. Результати обчислень коефіцієнта знань α за формулою (3.3) та оцінок O відповідей студентів на 8 запитань тесту за формулою (3.2) наведені в додатку Ц, табл. Ц.4.

Адекватність оцінювання знань студентів експертно-навчальною програмою “MicroevolutionTest” і традиційним методом контролю визначимо на основі результатів тестування знань з мікроеволюції 115 студентів експертною програмою та оцінок виставлених викладачем (додаток Ц, табл. Ц.5). Для цього на основі статистичних даних (див. додаток Ц,

табл. Ц.5) побудовано графіки, які наочно ілюструють динаміку результатів оцінювання знань з мікроеволюції у студентів експертною програмою (рис. 3.1) і викладачем традиційним методом (рис. 3.2) за дванадцятибальною шкалою.

Порівнюючи візуально зображення (криві) результатів оцінювання знань з мікроеволюції студентів експертно-навчальною програмою і традиційним методом, на графіках (див. рис. 3.1 і 3.2) не важко помітити їх схожість, що свідчить про адекватність здійснення оцінювання. Проте, для отримання точних і переконливих доказів адекватності оцінювання знань студентів з мікроеволюції експертною програмою і традиційним методом, виконаємо необхідні математичні обчислення. Зокрема, якщо i оцінку виставлену експертною програмою позначити через X_i , а оцінку у виставлену

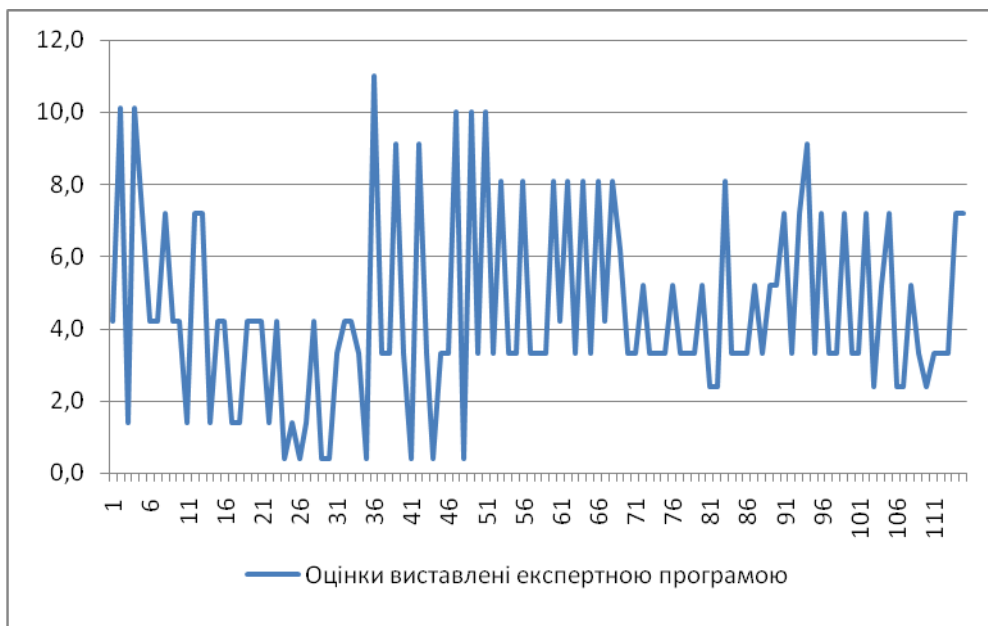


Рис. 3.1. Графік результатів оцінювання знань 115 студентів з мікроеволюції експертною програмою “MicroevolutionTest”

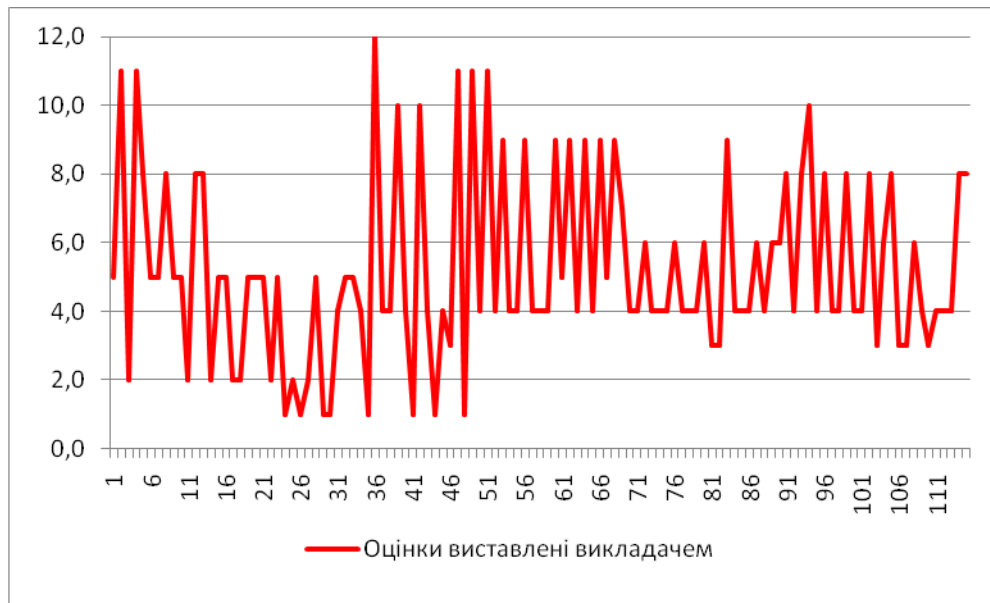


Рис. 3.2. Графік результатів оцінювання знань 115 студентів з мікроеволюції традиційним методом (викладачем)

викладачем через Y_i , (див. додаток Ц, табл. Ц.5) то коефіцієнт кореляції “Пірсона” r_{xy} взаємозалежності оцінок виставлених експертною програмою і викладачем можна розрахувати за формулою (3.6) [217, с. 107]

$$r_{xy} = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}, \quad (3.6)$$

де r_{xy} – коефіцієнт кореляції Пірсона;

n – загальна кількість елементів даної множини;

X_i ; Y_i – значення елементів даної множини.

Оскільки в даному експерименті показник достатньої вибірки результатів оцінювання знань студентів, які брали участь у тестуванні знань з мікроеволюції,

дорівнює $n=115$; $\sum_{i=1}^{115} X_i = 714,5$; $\sum_{i=1}^{115} Y_i = 807$; $\sum_{i=1}^{115} X_i^2 = 4983,57$;

$\sum_{i=1}^{115} Y_i^2 = 6251$; $\sum_{i=1}^{115} X_i Y_i = 5579,6$, то коефіцієнт кореляції обчислений за формулою

(3.6) дорівнює

$$r_{xy} = \frac{115(5579,6) - (714,5)(807)}{\sqrt{[115(4983,57) - (714,5)^2][115(6251) - (807)^2]}} = \frac{65052,5}{65060,14} = 0,98.$$

Отже, результат обчислення вище зазначеного коефіцієнта кореляції Пірсона є наближенням до 1 ($r_{xy}=0,98$), що свідчить про існування сильної прямої кореляції між оцінками, виставленими експертною програмою “MicroevolutionTest” і викладачем, тому оцінювання знань студентів запропонованою експертною програмою правомірно вважати адекватним традиційному методу викладача. Застосування експертно-навчальної програми “MicroevolutionTest” у навчальному процесі ВПНЗ підвищує рівень об’єктивності оцінювання знань студентів з мікроеволюції.

3.2. Перевірка ефективності методики формування знань з мікроеволюції у студентів із застосуванням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”

Перевірка ефективності методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ України із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”, нами здійснювалась за результатами початкового і кінцевого етапів формувального експерименту. У формувальному експерименті брали участь 237 студентів біологічних спеціальностей, (122 студента в контрольних і 115 студентів в експериментальних групах). Отримані на початковому і кінцевому етапах формувального експерименту результати обчислювались аналогічно. Вибір груп був випадковим, різниця була лише у застосованих методиках навчання. На початковому етапі формувального експерименту в

контрольних і експериментальних групах процес навчання будувався за традиційною методикою. На кінцевому етапі експерименту в контрольних групах процес навчання будувався за традиційною методикою, а в експериментальних групах – за запропонованою нами методикою, тобто з використанням розробленого ППЗ “Microevolution 1.0”.

Тестовий контроль якості (рівня) сформованих знань студентів з мікроеволюції в контрольних і експериментальних групах здійснювався за допомогою комп’ютерної експертно-навчальної програми “MicroevolutionTest”, яка є складовою ППЗ “Microevolution 1.0” і містить набір тестових завдань до кожної теми навчального розділу “Мікроеволюція”. Для полегшення здійснення математичних обчислень підсумковий бал студентів за виконані тестові завдання визначався експертно-навчальною програмою з врахуванням критеріїв оцінювання в межах від 1 до 12 балів. При цьому, засоби програми “MicroevolutionTest” в автоматичному режимі забезпечили можливість обчислення кінцевих результатів і за 100 бальною шкалою оцінювання знань, яка діє сьогодні у вищих навчальних закладах (див. додаток Ф, табл. Ф.1).

З метою забезпечення надійності висновків, обґрунтування педагогічного впливу запропонованого ППЗ і розробленої на його основі методики формування знань, результати тестування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ на початковому і кінцевому етапах формувального експерименту аналізувались за допомогою нижче зазначених математичних методів варіаційної статистики. Розглянемо їх детальніше.

Відповідно до теоретичних положень статистичної науки, розроблену педагогічну методику можна вважати ефективною, за умови, якщо на початковому етапі педагогічного експерименту в контрольних і експериментальних групах студентів спостерігається збіг отриманих статистичних даних, а на кінцевому етапі експерименту виявляється їх розбіжність [218]. Тому, аналізуючи результати тестування знань студентів з мікроеволюції, ми зосереджували увагу на:

- описі основних характеристик статистичних даних в контрольних і експериментальних групах;
- визначенні достовірності збігу статистичних даних на початковому етапі експерименту та їх розбіжностей на кінцевому етапі експерименту.

Опис основних характеристик результатів тестування знань студентів, насамперед, передбачає перетворення первинних статистичних даних на згрупований варіаційний ряд, який вказує на розміщення варіант, впорядкованих за зростанням або убутанням [214, с. 373].

Побудований за результатами тестування знань 237 студентів з мікроеволюції статистичний варіаційний ряд (додаток Ш, табл. Ш.1), має 12 груп окремих числових варіант – це бали “1”, “2”, “3”, “4”, “5”, “6”, “7”, “8”, “9”, “10”, “11”, “12”.

На основі згрупованих статистичних даних (див. додаток Ш, табл. Ш.1) обчислювалися такі характеристики розсіювання варіаційного ряду: розмах варіювання значень вибірки, довжина і межі інтервалів варіювання, частота потрапляння статистичних даних вибірки у визначені інтервали.

Найпростішою характеристикою розсіювання статистичного варіаційного ряду спостережуваних значень є *розмах варіювання*, його обчислення здійснювалось за формулою (3.7) [212, с. 376],

$$R = X_{max} - X_{min} \quad (3.7)$$

де R – розмах варіювання числових значень вибірки;

X_{max} – максимальне числове значення частоти варіанти у вибірці;

X_{min} – мінімальне числове значення частоти варіанти у вибірці.

В нашому дослідженні розмах варіювання числових значень вибірки, обчислений за формулою (3.7), становить $R=12-1=11$. Проте, розмах варіювання є наближеною характеристикою розсіювання статистичного

варіаційного ряду, оскільки він залежить тільки від двох крайніх значень варіаційного ряду і не враховує проміжні варіанти та розподіл частот.

Повніше характеризує розсіювання статистичного варіаційного ряду *довжина інтервалу варіювання*. Обчислення довжини інтервалу варіювання здійснювалось за формулою (3.8) [219]

$$C = \frac{R}{k} \quad (3.8)$$

C – довжина інтервалу варіювання спостережуваних значень;

R – розмах варіювання числових значень вибірки;

k – число визначених інтервалів (груп).

В результаті обчислення інтервалу варіювання, числові значення варіант (див. додаток Ш, табл. Ш.1), перерозподілено на таку кількість груп, яка забезпечує найповніше відображення властивостей варіаційного ряду. При цьому, кожна група варіант має однаковий визначений інтервал варіювання, так званий, класичний інтервал.

Обчислений нами розмах варіювання $R=11$, відповідно число визначених інтервалів (груп) $k=12$, тому довжина інтервалу варіювання $C = 11/12 = 0,9$.

Межі інтервалів варіювання статистичних даних вибірки визначено за формулою (3.9) [219]

$$y_{i+1} = y_i + C \quad (3.9)$$

де y_{i+1} – числове значення $i+1$ інтервалу варіювання, ($y_{i+1} = x_{max}$);

y_i – числове значення i -го інтервалу варіювання, ($y_1 = x_{min}$);

$i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);

C – довжина інтервалу варіювання.

Обчислення емпіричних частот \bar{n}_i ($i = 1, 2, \dots, k$) потрапляння статистичних даних x_j вибірки у визначені інтервали здійснювалось з дотриманням нерівності $y_i < x_j \leq y_{i+1}$ ($i=1, 2, \dots, k; j=1, 2, \dots, n$). Результати обчислення емпіричних частот варіювання спостережуваних значень показані в додатку Ш, табл. Ш.2.

Для наочної ілюстрації розподілу даних варіаційного ряду, тобто відображення динаміки зміни (варіювання) інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень, як правило, використовуються графіки і діаграми. Їх зручно будувати за допомогою засобів програми Microsoft Office Excel 2007.

В програмі Excel шляхом нанесення і послідовного з'єднання лініями на площині xOy точок з координатами $(y_{i+1}; \psi_i)$, $(y_{i+1}; \beta_i)$ відповідними даним емпіричних частот варіювання (див. додаток Ш, табл. Ш.2), нами побудовані графіки (додаток Ш, рис. Ш.1, Ш.3) і діаграми (додаток Ш, рис. Ш.2, Ш.4) інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень початкового і кінцевого етапів формувального експерименту. В результаті аналізу емпіричних частот варіювання спостережуваних значень, відображених на цих графіках і діаграмах, можна зробити висновок що отримані статистичні дані вище згаданого експерименту підпорядковані закону “нормального (гаусівського) розподілу”. Це означає що на величину інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень підсумкових балів студентів впливає чимало випадкових, слабо залежних між собою факторів, кожний з яких відіграє незначну, приблизно однакову роль.

На основі даних інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень на кінцевому етапі формувального експерименту (див. додаток Ш, табл. Ш.2), нами обчислені і охарактеризовані узагальнюючі характеристики міри розсіювання статистичного варіаційного ряду. Такими характеристиками є: середина інтервалів варіювання, зважена середня арифметична величина та середнє квадратичне відхилення.

Обчислення *середини інтервалів* варіювання здійснювалось за формулою (3.10) [219]

$$\xi_i = \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \quad (3.10)$$

де ξ_i – числове значення середини i -го інтервалу варіювання;

$i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);

y_i – числове значення i -го інтервалу варіювання, ($y_1 = x_{min}$);

y_{i+1} – числове значення $i+1$ інтервалу варіювання, ($y_{i+1} = x_{max}$).

Результати обчислення середини інтервалів в контрольних і експериментальних групах студентів на кінцевому етапі формувального експерименту показані у додатку Ю, табл. Ю.1, Ю.2.

Статистична оцінка математичного очікування випадкової величини – *зважена середня арифметична величина* або середнє зважене значення варіаційного ряду є абстрактною величиною, її обчислено за формулою (3.11) [214, с. 373]

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{n}_i \xi_i}{n} \quad (3.11)$$

де \bar{x} – зважена середня арифметична величина визначеної сукупності значень (середнє значення вибірки);

\bar{n}_i – числове значення i -ої варіанти інтервалу у вибірці;

$i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);

ξ_i – числове значення середини i -го інтервалу варіювання;

n – число усіх варіант у вибірці (об'єм вибірки).

Оскільки в контрольних групах на кінцевому етапі формувального експерименту (див. додаток Ю, табл. Ю.1) при $n=122$ за формулою (3.11) $\sum_{i=1}^k \bar{n}_i \xi_i = 676,2$, тому зважена середня арифметична $\bar{x} = 5,54$. В експериментальних групах (див. додаток Ю, табл. Ю.2) при $n=115$, за формулою (3.11) $\sum_{i=1}^k \bar{n}_i \xi_i = 852,10$, відповідно $\bar{x} = 7,39$.

Середнє значення варіаційних величин є найближчим до показників, які зустрічаються найчастіше у вибірці. Це число є своєрідним центром розсіювання частот спостережуваних значень досліджуваної величини. Середні значення ознаки визначають “рівень” варіаційного ряду, проте, вони не повною мірою характеризують варіаційний ряд, оскільки різні за характером ряди можуть мати однакові показники середнього значення [219].

Для найповнішої характеристики ступеня варіювання статистичного ряду, за допомогою методу “стандартизації розподілу” нами обчислювалась статистична оцінка розсіювання частот, зокрема *середнє квадратичне (стандартне) відхилення* результату всіх вимірювань досліджуваної величини від середнього арифметичного. При цьому, використовувалась формула (3.12) [214, с. 375]

$$\bar{\sigma}_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \bar{n}_i (\xi_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.12)$$

де $\bar{\sigma}_x$ – середнє квадратичне відхилення спостережуваних значень;

$i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);

\bar{n}_i – числове значення i -ої варіанти інтервалу у вибірці;

ξ_i – числове значення середини i -го інтервалу варіювання;

\bar{x} – зважена середня арифметична величина визначеної сукупності значень (середнє значення вибірки);

n – число усіх варіант у вибірці (об’єм вибірки).

Оскільки в контрольних групах на кінцевому етапі формувального експерименту (див. додаток Ю, табл. Ю.1) при $n=122$ за формулою (3.12) $\sum_{i=1}^k \bar{n}_i (\xi_i - \bar{x})^2 / n = 5,93$, відповідно середнє квадратичне відхилення $\bar{\sigma}_x = \sqrt{5,93} = 2,43$. В експериментальних групах (див. додаток Ю, табл. Ю.2) при $n=115$ $\sum_{i=1}^k \bar{n}_i (\xi_i - \bar{x})^2 / n = 4,87$, тому $\bar{\sigma}_x = \sqrt{4,87} = 2,21$.

Отримані на кінцевому етапі формувального експерименту статистичні дані обчислено за вище вказаними формулами із застосуванням програмних засобів Microsoft Office Excel 2007. Результати опрацювання даних на кінцевому етапі формувального експерименту в контрольних і експериментальних групах (додаток Ю, табл. Ю.3), якісно і кількісно характеризують компетентність студентів з чотирьох тем навчального розділу “Мікроеволюція”. Ці дані свідчать про вирівнювання у студентів знань, умінь та навичок з мікроеволюції завдяки застосуванню у навчальному процесі розробленої методики. В умовах збільшення загального середнього значення вибірки в експериментальних групах виявлено незначне відхилення середніх балів студентів від зваженого середнього. Це пояснюється застосуванням у навчальному процесі ВПНЗ створеного ППЗ “Microevolution 1.0”, який полегшує студентам опанування складним навчальним матеріалом з мікроеволюції.

Проаналізувавши обчислені показники середнього квадратичного відхилення спостережуваних значень в контрольних ($\max \bar{\sigma}_x = 2,54$) і експериментальних ($\max \bar{\sigma}_x = 2,26$) групах (див. додаток Ю, табл. Ю.3), можна зробити висновок, що на кінцевому етапі формувального експерименту обчислення проведені з середньою точністю. Виявлено тенденцію до зростання показників середнього балу в експериментальних групах. Так, наприклад, зріс показник середнього балу в експериментальних групах ($T1 = \sum \bar{x} = 7,39$) (див. додаток Ю, табл. Ю.3) у порівнянні з контрольними групами ($T1 = \sum \bar{x} = 5,54$), при цьому приріст знань з мікроеволюції у студентів становить 1,85. Отримані результати обчислення статистичних даних

досліджуваної варіаційної сукупності можна поширити на всю генеральну сукупність.

Для визначення достовірності збігу отриманих результатів тестування знань з мікроеволюції у студентів, на початковому етапі та їх розбіжностей на кінцевому етапі формувального експерименту, статистичні дані (див. додаток Ю, табл. Ю.2) ми перегрупували у відповідності з чотирма рівнями навчальних досягнень студентів з мікроеволюції: низький (1-3 балів), середній (4-6 балів), достатній (7-9 балів) і високий (10-12 балів) (див. додаток Ф, табл. Ф.1). В результаті аналізу перегрупованих за шкалою відношень статистичних даних виявлено, що в контрольних і експериментальних групах на початковому етапі формувального експерименту статистичні дані (додаток Ю, табл. Ю.4, рис. Ю.1) не мають значних розбіжностей. Проте, на кінцевому етапі формувального експерименту у студентів контрольних і експериментальних груп спостерігаються значні розбіжності статистичних даних (додаток Ю, табл. Ю.5), зокрема, показники достатнього і високого рівнів сформованих знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп значно підвищуються. В правомірності цього твердження можна переконатися порівнюючи візуально відображені на діаграмі (додаток Ю, рис. Ю.2) характерні (якісні) особливості виявленої тенденції зростання рівня сформованих знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп. Коефіцієнт достатнього рівня знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп зріс у 3,6 рази (16,4-58,3%), високого рівня знань у 1,9 рази (6,5-12,2%) при одночасному зменшенні коефіцієнта середнього рівня знань у 2,6 рази (52,5-19,9%), низького рівня знань у 2,5 рази (24,6-9,6%).

В результаті візуального порівняння статистичних даних за допомогою графіків, можна лише з наближеною точністю визначити достовірність їх збігу та розбіжностей. Для більш точного визначення достовірності розбіжностей результатів тестування знань з мікроеволюції у студентів контрольних і експериментальних груп на кінцевому етапі формувального

експерименту (див. додаток Ю, табл. Ю.5) і перевірки правомірності гіпотези науково-педагогічного дослідження, отримані статистичні дані опрацьовувались за допомогою нижче описаних математичних методів варіаційної статистики.

Нехай гіпотеза H_0 [214, с. 390] стверджує, що розбіжність частот варіювання дослідних даних науково-педагогічного експерименту є випадковою, тобто ефективність запропонованої методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0” не перевищує ефективності традиційної методики. У якості гіпотези H_1 приймемо протилежне до гіпотези H_0 твердження.

В статистичній науці прийнято розрізняти малу (< 30), середню (від 30 до 100) та велику (> 100) вибірки досліджуваної величини [214, с. 383], [220, с. 6]. Згідно з цим означенням, в нашому експерименті об’єм вибірки досліджуваної величини (за кількістю студентів) належить до великої вибірки, тому перевірка правомірності гіпотези H_0 здійснювалась за критерієм однорідності розподілу Пірсона χ^2 [219, с. 87]. Цей критерій застосовується у варіаційній статистиці, здебільшого, для забезпечення точності математичних обчислень при виявленні частоти варіювання різних значень ознаки в емпіричному і теоретичному розподілах середньої або великої вибірки досліджуваної величини. Емпіричне значення критерію однорідності χ^2 обчислювалось за формулою (3.13) [218, с. 52]

$$\chi_{\text{емп}}^2 = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \frac{\left(\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}\right)^2}{\frac{n_i}{N} + \frac{m_i}{M}} \quad (3.13)$$

де $\chi_{\text{емп}}^2$ – числове емпіричне значення критерію однорідності;

N – числове значення кількості варіант інтервалу у вибірці в експериментальних групах;

M – числове значення кількості варіант інтервалу у вибірці в контрольних групах;

$k = 1, 2, \dots, L$ (k – число груп визначених інтервалів, L – максимальне число груп визначених інтервалів);

n_i – числове значення i -ої варіанти інтервалу у вибірці в експериментальних групах;

m_i – числове значення i -ої варіанти інтервалу у вибірці в контрольних групах;

Результати обчислення емпіричного значення критерію однорідності $\chi^2_{\text{емп}}$ за формулою (3.13) на кінцевому етапі формувального експерименту, показані у додатку Ю, табл. Ю.6.

Визначення критичного значення критерію однорідності χ^2 при рівні значущості (ступеню ризику неправильного висновку про хибність гіпотези) $\alpha=0,05$ здійснювалось за таблицею (додаток Ю, табл. Ю.7), [212, с. 300]. При цьому, число ступенів вільності обчислювалось за формулою (3.15) [219]

$$r = (\lambda - 1)(c - 1) \quad (3.15)$$

де r – число ступенів вільності;

λ – число рядків таблиці;

c – число стовпців таблиці.

Обчислене за формулою (3.15) число ступенів вільності становить $\lambda=(2-1)(3-1)=2$, тоді згідно даних (див. додаток Ю, табл. Ю.7), при рівні значущості $\alpha=0,05$ критичне значення критерію однорідності $\chi^2_{\text{кр}}=5,991$.

Результати перевірки правомірності гіпотези H_0 , зокрема, обчислень емпіричного і критичного критеріїв однорідності розподілу Пірсона χ^2 з

чотирьох тем навчального розділу “Мікроеволюція” показані в додатку Ю, табл. Ю.8.

Для кожної з чотирьох навчальних тем, емпіричне значення критерію однорідності перевищує критичне значення критерію $\chi^2_{\text{емп}} > \chi^2_{\text{кр}}$ (див. додаток Ю, табл. Ю.8), тому достовірність розбіжностей статистичних даних експериментальної і контрольної груп на кінцевому етапі формувального експерименту становить 95%. У відповідності з правилом прийняття рішення для критерію однорідності χ^2 гіпотеза H_0 відкидається, а гіпотеза H_1 набуває правомірності.

Отже, математичні обчислення статистичних даних в контрольних і експериментальних групах студентів на кінцевому етапі формувального експерименту підтвердили правомірність гіпотези, що розбіжність частот варіювання даних науково-педагогічного дослідження є не випадковою, тобто ефективність запропонованої методики формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0” перевищує ефективність традиційної методики навчання.

Висновки до третього розділу

1. Під час застосування у навчальному процесі експертно-навчальної програми “MicroevolutionTest”, яка є складовою ППЗ “Microevolution 1.0”, виявлено що точність і об’єктивність оцінювання знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ корелятивно залежить від коефіцієнта знань і коефіцієнта вгадування тесту. Відповіді студентів на тестові запитання утворюють біноміальний ряд, або, так звану, “послідовність Бернуллі”, що підтверджено результатами перевірки гіпотез стаціонарності (імовірність відповіді на будь-яке запитання тесту залишається незмінною $P \approx 0,7$) і незалежності (відповіді на наступні запитання тесту не залежать від відповідей на попередні $P \approx 0,77$),

тому проведенні обчислення науково-педагогічного дослідження є правомірними.

Застосування кваліметричних параметрів в експертно-навчальній програмі “MicroevolutionTest” дозволило значно підвищити точність підрахунків балів і визначення підсумкової оцінки знань студентів з мікроеволюції. Математичні обчислення статистичних даних під час педагогічного експерименту виконані нами з середньою точністю, про це свідчать відповідні показники середньоквадратичного відхилення (в контрольних групах студентів $\max \bar{\sigma}_x=2,54$, в експериментальних групах $\max \bar{\sigma}_x=2,26$) при нормі ($\bar{\sigma}_x \leq 2$).

2. Оцінювання знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ здійснюється експертно-навчальною програмою “MicroevolutionTest” адекватно традиційному методу контролю, оскільки обчислений коефіцієнт кореляції Пірсона r_x взаємозалежності оцінок виставлених експертною програмою і викладачем наближений до одиниці ($r_x=0,98$).

3. Застосування у навчальному процесі ВПНЗ комп'ютерно-орієнтованої методики навчання мікроеволюції зумовило зростання показників зваженої середньої арифметичної величини рівня знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп ($\Sigma \bar{x}=7,39$) в порівнянні з контрольними групами ($\Sigma \bar{x}=5,54$), при цьому приріст знань у студентів становить 1,85. Коефіцієнт достатнього рівня знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп на кінцевому етапі формувального експерименту зріс у 3,6 рази (16,4-58,3%), високого рівня знань у 1,9 рази (6,5-12,2%) при одночасному зменшенні коефіцієнта середнього рівня знань у 2,6 рази (52,5-19,9%), низького рівня знань у 2,5 рази (24,6-9,6%), що підтверджено математичними методами варіаційної статистики.

4. Достовірність розбіжностей статистичних даних експериментальної і контрольної груп студентів у формувальному експерименті 95%, оскільки обчислене емпіричне значення критерію однорідності становить $\min \chi^2_{\text{емп}}=24,57 > \chi^2_{\text{кр}}=5,991$. Це надає правомірності твердженню, що

створений ППЗ “Microevolution 1.0” і розроблена на його основі методика формування знань з мікроеволюції у студентів ВПНЗ є ефективними. Вони створюють необхідні умови для інтенсифікації процесу навчання, підвищують якість формування знань з мікроеволюції у студентів, тому вважаємо доцільним їх систематичне застосування у ВПНЗ України.

ВИСНОВКИ

В дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення проблеми підвищення ефективності формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів. Результати педагогічного дослідження дозволяють зробити такі висновки:

Сьогодні у вищих педагогічних навчальних закладах України, в умовах зменшення навчального часу, відведеного навчальними планами для вивчення еволюційної теорії, недостатньої кількості динамічного унаочнення процесів мікроеволюції та обмеженого доступу до нього в позааудиторний час навчання, значно загострилась проблема ефективного опанування студентами навчальним матеріалом з мікроеволюції як фундаментальної складової еволюційного вчення. Під час вивчення навчального матеріалу з мікроеволюції у студентів біологічних спеціальностей виникають труднощі в розв'язанні суперечностей трактування наукових фактів і теорій, опануванні складними поняттями структурних одиниць “популяція” і “вид”, формуванні умінь виявляти фактори спрямування еволюції, моделюванні і поясненні на основі наукових фактів особливостей дії механізмів мінливості, спадковості, природного добору тощо. Результати аналізу психолого-педагогічної і методичної літератури переконують в тому, що для підвищення ефективності навчального процесу у вищих педагогічних навчальних закладах доцільно застосовувати комп'ютерні засоби навчання і комп'ютерно-орієнтовані методики формування знань, які сприяють розвитку у студентів навичок і умінь формулювати наукові поняття, виявляти істотні ознаки, аналізувати та порівнювати їх в певній послідовності.

В результаті критичного аналізу дидактично-методичних можливостей застосування комп'ютерних засобів навчання виявлено, що потужні автоматизовані навчальні системи є зручним засобом підвищення ефективності формування знань студентів. Тому для підвищення ефективності формування знань з окремих навчальних розділів курсу

“Еволюційне вчення” доцільно застосовувати педагогічні програмні засоби, оскільки на відміну від автоматизованих навчальних систем, їх повноцінне функціонування здійснюється без залучення значних комп’ютерних ресурсів і фахівців (адміністраторів). В існуючих педагогічних програмних засобах з біології навчальна інформація висвітлена фрагментарно (відсутні латинські назви біологічних об’єктів, недостатньо розкриті особливості дії еволюційних механізмів видоутворення тощо), що обумовлює можливість їх вибіркового застосування у навчальному процесі з мікроеволюції. Створення і впровадження у навчальний процес вищих педагогічних навчальних закладах нових україномовних педагогічних програмних засобів сприяє вирішенню проблеми застосування комп’ютерних засобів навчання з мікроеволюції.

Успішність розробки і впровадження педагогічного програмного засобу у навчальний процес вищих педагогічних навчальних закладів корелятивно залежать від врахування психолого-педагогічних засад проектування і застосування комп’ютерних засобів навчання. Для концептуального рівня проектування найважливішим є встановлення психологічних механізмів взаємодії викладача і студента у навчальному процесі. Для технологічного рівня проектування важливим є передбачення взаємодії різноманітних компонентів засобу керування навчальною діяльністю. Для операційного рівня найістотнішим є визначення тих функцій і засобів реалізації, які покладаються на комп’ютер. Для рівня педагогічної реалізації, під час написання сценарію комп’ютерних засобів навчання, важливо правильно вибрати шляхи втілення психолого-педагогічних принципів і засобів керування в певні навчальні дії. Ефективність застосування комп’ютерних засобів навчання залежить від врахування традиційних психолого-педагогічних засад навчання, сучасних психолого-педагогічних теорій: пізнання, розвивального навчання, поетапного формування розумових дій, діяльнісного підходу до навчання, наукових закономірностей розвитку особистості та інших.

За допомогою зручних засобів мов комп'ютерного програмування HTML, JavaScript, ActionScript та прикладних програм Microsoft Power Point 2007, Microsoft Office Excel 2007, Adobe Photoshop CS, 3D Studio Max, Macromedia Flash Professional 8.0 створено україномовний педагогічний програмний засіб "Microevolution 1.0" з мікроеволюції, обґрунтовано його зміст, структуру, особливості застосування у навчальному процесі вищих педагогічних навчальних закладів. Основу педагогічного програмного засобу "Microevolution 1.0" складає розміщений в "базі навчальної інформації" навчальний матеріал у вигляді html-файлів з обсягом тексту 32262 слова, динамічним унаочненням механізмів мікроеволюційних явищ і процесів (172 фотозображення, 25 фрагментів відеофільмів, 33 фрагменти звукових записів). Запропонований педагогічний програмний засіб надає можливість студентам самостійно опрацьовувати в індивідуальному зручному темпі складний навчальний матеріал з мікроеволюції, сприяє вирішенню актуальної наукової проблеми розробки і впровадження ефективних комп'ютерних засобів навчання у навчальному процесі вищих педагогічних навчальних закладів.

У розробленій нами і науково обґрунтованій на основі педагогічного програмного засобу "Microevolution 1,0" методиці формування знань з мікроеволюції запропоновані напрями застосування комп'ютерних засобів навчання, зокрема: унаочнення складного навчального матеріалу (демонстрація дії механізмів мікроеволюційних явищ і процесів, статичних таблиць, кольорових графічних схем і зображень, динамічних моделей, звукового та відео матеріалу), проведення лекційних і лабораторних занять, здійснення контролю знань. Вони підсилюють наочність навчання, роблять доступнішою для сприйняття навчальну інформацію, надають їй дослідницького спрямування.

Результати педагогічного експерименту, опрацьовані з використанням математичних методів (зокрема, критерію однорідності розподілу Пірсона χ^2) варіаційної статистики, підтвердили під час формувального експерименту

тенденцію до зростання показників зваженої середньої арифметичної величини рівня знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп ($T1 = \Sigma \bar{x} = 7,39$), в порівнянні з контрольними групами ($\Sigma \bar{x} = 5,54$), при цьому приріст знань становить 1,85. Коефіцієнт достатнього рівня знань з мікроеволюції у студентів експериментальних груп на кінцевому етапі формувального експерименту зріс у 3,6 рази (16,4-58,3%), високого рівня знань у 1,9 рази (6,5-12,2%) при одночасному зменшенні коефіцієнта середнього рівня знань у 2,6 рази (52,5-19,9%), низького рівня знань у 2,5 рази (24,6-9,6%). Достовірність одержаних результатів обчислення становить 95% (емпіричне значення χ^2 -критерію однорідності в експериментальних групах $\min \chi^2_{\text{емп}} = 24,57 > \chi^2_{\text{кр}} = 5,991$). Ці дані переконливо свідчать про те, що розроблена методика формування знань з мікроеволюції у студентів вищих педагогічних навчальних закладів із застосуванням педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”, підвищує ефективність навчального процесу (забезпечує спрямованість, поетапність і цілісність навчальної діяльності студентів) завдяки динамічній наочності та ігровим формам організації навчання.

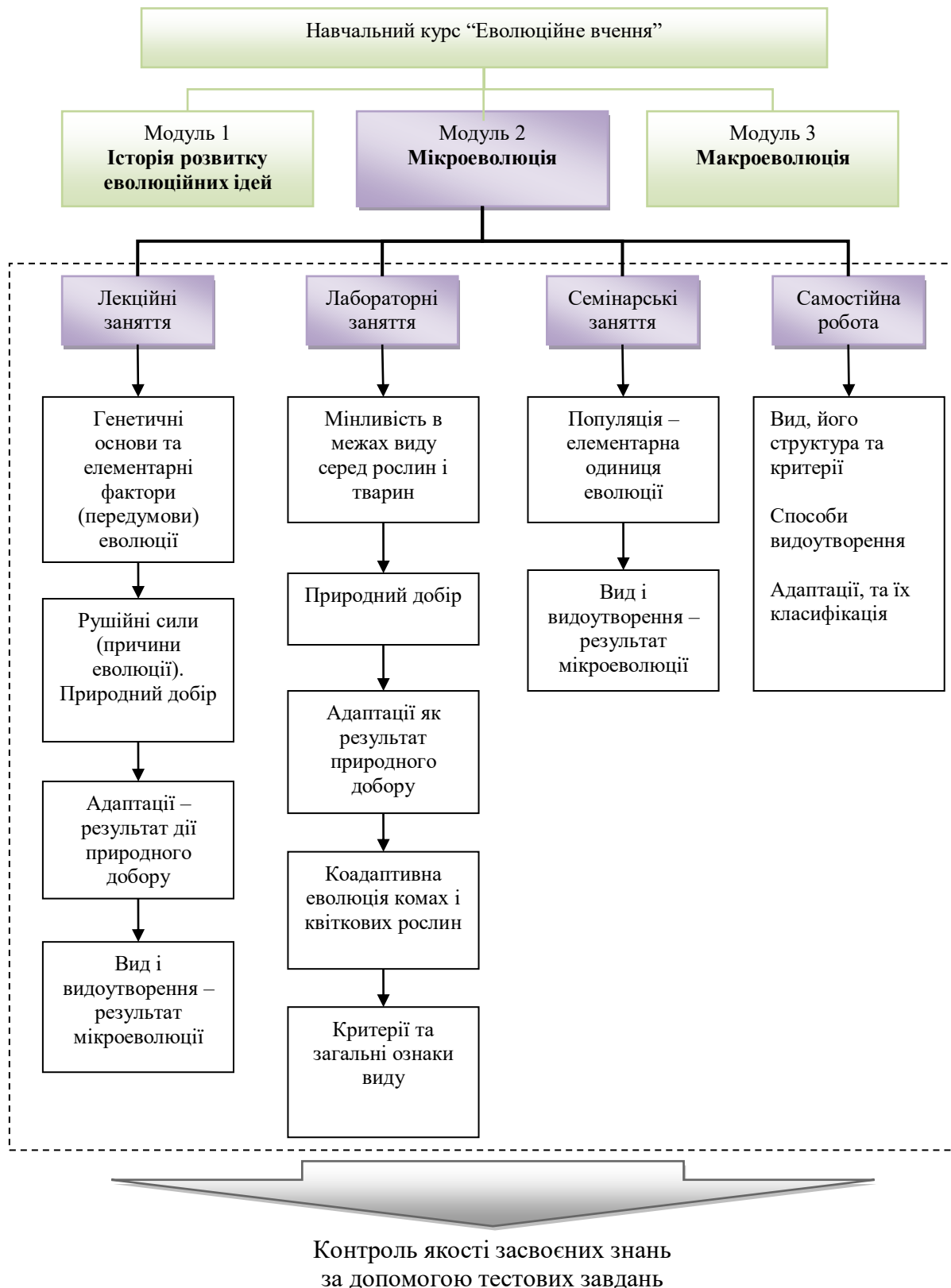
Для подальших досліджень доцільно продовжувати розробку і впровадження методик навчання студентів з інших розділів курсу “Еволюційне вчення”, зокрема, “Історії еволюційних ідей”, “Макроеволюції”, “Антропогенезу” із застосуванням педагогічних програмних засобів.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

Структура навчального курсу “Еволюційне вчення”

(за типовою навчальною програмою НПУ імені М. П. Драгоманнова)



Додаток А.2

Система основних понять навчального розділу “Мікроеволюція”



Додаток А.3

Таблиця А.3.1

Компетенції, які формуються у студентів ВПНЗ під час вивчення навчального розділу “Мікроеволюція” в курсі “Еволюційне вчення” (за напрямом підготовки 6.040102 “Біологія”, відповідно стандарту вищої освіти)

Вид компетенції	Назва компетенції
Соціально-особистісні компетенції	Розуміння та сприйняття етичних норм поведінки відносно природи (принципи біоетики)
	Здатність учитися
	Здатність до критики і самокритики
	Активність, здатність до системного мислення
	Адаптивність і комунікабельність
	Наполегливість у досягненні мети
	Турбота про якість виконуваної роботи
	Толерантність
Загально-наукові компетенції	Навички використання програмних засобів і навички роботи в комп’ютерних мережах, уміння використовувати Інтернет-ресурси
	Базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально професійних дисциплін
Інструментальні компетенції	Здатність до письмової і усної комунікації рідною мовою
	Навички роботи з комп’ютером
	Дослідницькі навички

Продовження табл. А.3.1

Вид компетенції	Назва компетенції
Професійні компетенції	Базові уявлення про різноманітність біологічних об'єктів
	Володіння методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації біологічних об'єктів
	Сучасні уявлення про молекулярні механізми життєдіяльності організмів
	Базові уявлення про основи еволюційної теорії, основні закономірності і досягнення генетики, розуміння ролі еволюційної ідеї в біологічному світогляді
	Уявлення про закономірності відтворення й індивідуального розвитку біологічних об'єктів
	Уміння вести дискусію з актуальних еволюційних проблем
Спеціалізовано-професійні компетенції	Здатність використовувати професійно знання, уміння й навички в галузі біології для дослідження еволюційних явищ і процесів
	Здатність володіти навичками роботи з комп'ютером на рівні користувача, використовувати засоби комп'ютерних технологій для розв'язання експериментальних і практичних завдань з мікроеволюції
	Здатність використовувати засоби інформаційних технологій для моделювання еволюційних явищ і процесів

Додаток Б.1

АНКЕТА

Шановний викладач!

Просимо Вас дати відповіді на запропоновані в анкеті запитання. Це допоможе удосконалити формування знань з навчального курсу “Еволюційне вчення”.

1. Назва навчального закладу.....
.....
2. Посада, вчене звання.....
3. Педагогічний стаж
4. З якого розділу навчального курсу “Еволюційне вчення” проблеми формування знань є найактуальнішими?

(Варіант Вашої відповіді підкресліть)

- a)* Історія розвитку еволюційних ідей;
- б)* Мікроеволюція;
- в)* Макроеволюція.

Ви вважаєте це обумовлено тим, що

.....
.....

5. Для підвищення ефективності формування знань з зазначеного Вами навчального розділу (див. запитання 4), першочергового розв’язання потребують проблеми: (Варіант Вашої відповіді підкресліть)

- a)* розвитку понять;
- б)* активізації навчальної діяльності студентів;
- в)* відповідності змісту знань і методів навчання;
- г)* формування матеріалістичного світогляду у майбутніх вчителів біології.
- д)* інші актуальні проблеми

Додаток Б.2

АНКЕТА

Шановний студенте!

Просимо Вас дати відповіді на запропоновані в анкеті запитання. Це допоможе удосконалити формування знань з навчального курсу “Еволюційне вчення”.

1. Назва навчального закладу.....
.....
2. Група, спеціальність
3. Чи достатньо часу виділено навчальною програмою на опанування знаннями з курсу Еволюційне вчення?
 - a). Так, достатньо часу;
 - б). Ні, часу не достатньо;
 - в). Для мене це не важливо;
 - г). Інша відповідь
4. Під час вивчення курсу “Еволюційне вчення” у Вас виникає найбільше проблем в опануванні знаннями з навчального розділу:
(Варіант Вашої відповіді підкресліть)
 - a). Історія розвитку еволюційних ідей;
 - б). Мікроеволюція;
 - в). Макроеволюція.

Ви вважаєте це обумовлено тим, що.....
.....
.....
5. Для підвищення ефективності формування знань з зазначеного Вами навчального розділу (див. запитання 4), першочергового розв’язання потребують проблеми: (Варіант Вашої відповіді підкресліть)

- a) суперечливості трактування наукових фактів і теорій;
- б) протиріччя між довільними уявленнями студентів про явища і науковими їх поясненнями;
- в) суперечливості між вже набутими знаннями студентів і новими науковими даними, які повідомляє викладач.
- г) відповідності змісту знань і методів навчання;
- д) інші актуальні проблеми

.....

.....

6. Ваше ставлення до застосування компютера в навчальному процесі

.....

7. Які комп'ютерні засоби навчання Ви застосовуєте на лекційних і лабораторних заняттях?.....

.....

.....

8. Чи використовуєте Ви на заняттях автоматизовану навчальну систему Moodle? Чому?.....

.....

.....

9. Назвіть педагогічні програмні засоби, які Ви застосовуєте для опанування знаннями з мікроеволюції органічного світу. Чому Ви їх обрали?.....

.....

.....

.....

10. Яким би Ви хотіли бачити педагогічний програмний засіб з еволюційного вчення, адаптований до застосування у вищих педагогічних навчальних закладах?.....

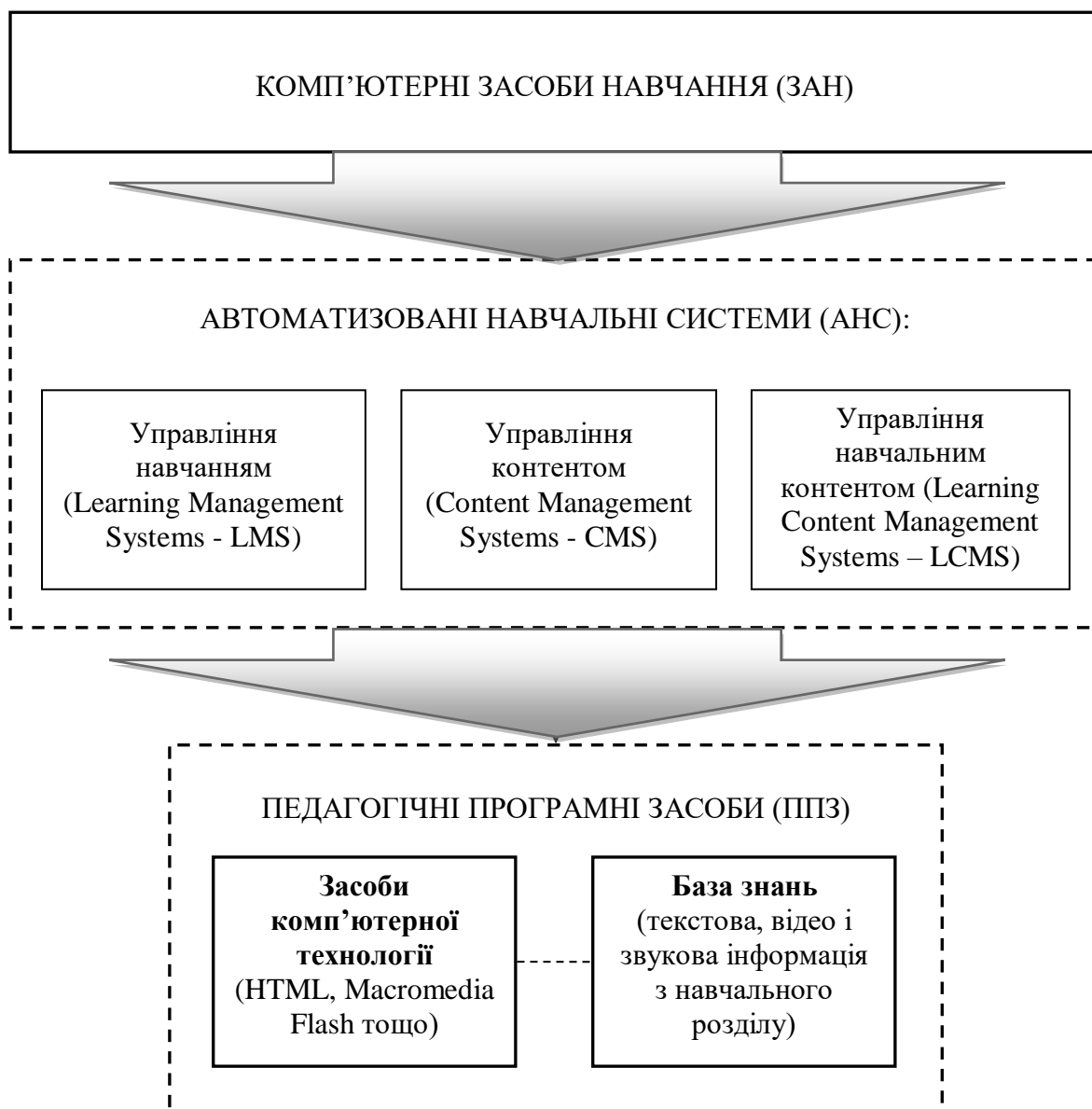
.....

.....

Щиро дякуємо за співпрацю!

Додаток В.1

Схема засобів реалізації методики навчання біологічних дисциплін



Додаток В.2

Характеристика найпоширеніших комп'ютерних засобів навчання та основні можливості їх застосування у ВПНЗ

АНС **WCB** (*Web Course in a Box*) є серверним програмним забезпеченням із засобами розробки комп'ютерно-орієнтованих навчальних дисциплін і керування навчальним процесом на рівні навчального закладу. Основу WCB складають засоби і технології Web, зокрема, гіпертекстові документи, дошки оголошень, форуми, сценарії CGI і засоби авторизації доступу до інформації. Робота в системі WCB основана на використанні Web-броузерів, які підтримують фрейми і JavaScrit-аплети.

Ця навчальна система розрахована на використання адміністраторами, викладачами і студентами. Адміністраторам дозволяється реєструвати викладачів і здійснювати загальний контроль за правильним функціонуванням системи та побудовою списків курсів. Викладачам надається можливість реєструвати студентів у системі, створювати навчальні форуми, тести для перевірки знань, розробляти і застосовувати в навчальному процесі, так звані, “відкриті” і “закриті” віртуальні лабораторії. До “відкритої” навчальної лабораторії всім студентам, як правило, надається вільний доступ, проте, право на користування “закритою” віртуальною лабораторією викладач може надавати тільки зареєстрованим в системі студентам. Вбудовані засоби адміністрування забезпечують безперебійне функціонування великої кількості віртуальних навчальних лабораторій.

Система WCB надає розробникам набір інструментів **AUTHORING TOOLS**, які призначені для створення віртуальних навчальних лабораторій і розраховані на викладачів з неглибоким рівнем знань щодо створення html-сторінок, це робить програму доступнішою для широкого кола користувачів.

HM-Card – АНС з набором засобів, які призначені для створення комп'ютерно-орієнтованих навчальних курсів. Розробникам навчальних

курсів надається можливість комбінування тестів, графіки, відео і анімації з використанням гіперпосилань у зв'язаних між собою двох мультимедійних документах.

У системі НМ-Card забезпечується покрокова побудова навчальних курсів і формування на їх основі модулів, підтримується багаторазове використання і керування потужної бази даних навчального курсу. В базі даних навчальна інформація зберігається у вигляді трьох складових частин: об'єктів, сторінок і S-колекцій.

Індивідуальні об'єкти (текст, відео і звук) інформації навчального курсу групуються у сторінки, які є складовими структурних S-колекцій. Між S-колекціями можна створювати структуровані зв'язки чотирьох видів: “конверт”, “папка”, “меню”, “вільний зв'язок”.

Керування системою НМ-Card здійснюється за допомогою трьох підпрограм “Editor”, “Linker”, “Viewer”.

Програма “Editor” забезпечує розробників зручними засобами для створення презентацій з (текстовими файлами, графіками, малюнками, звуком тощо). Потужні засоби програми “Linker” використовуються для створення складних S-колекцій і налагодження зв'язків між ними. Засоби для перегляду презентації, створеної засобами “Editor”, і “Linker” надає програма “Viewer”.

В АНС *Learning Space 5.0* застосовується технологія Notes Server, яка ефективно працює на платформах Windows NT або Unix. Ця навчальна система призначена для підтримки цілісного навчального курсу. Вона дозволяє в зручній формі реєструвати учасників навчальних курсів, надавати їм навчальний матеріал, організовувати дискусії і виконувати колективні навчальні проекти, здійснювати пошук навчальної інформації в комп'ютерних мережах та ін. В навчальному курсі передбачається діяльність трьох категорій його учасників: викладачів, студентів і адміністраторів.

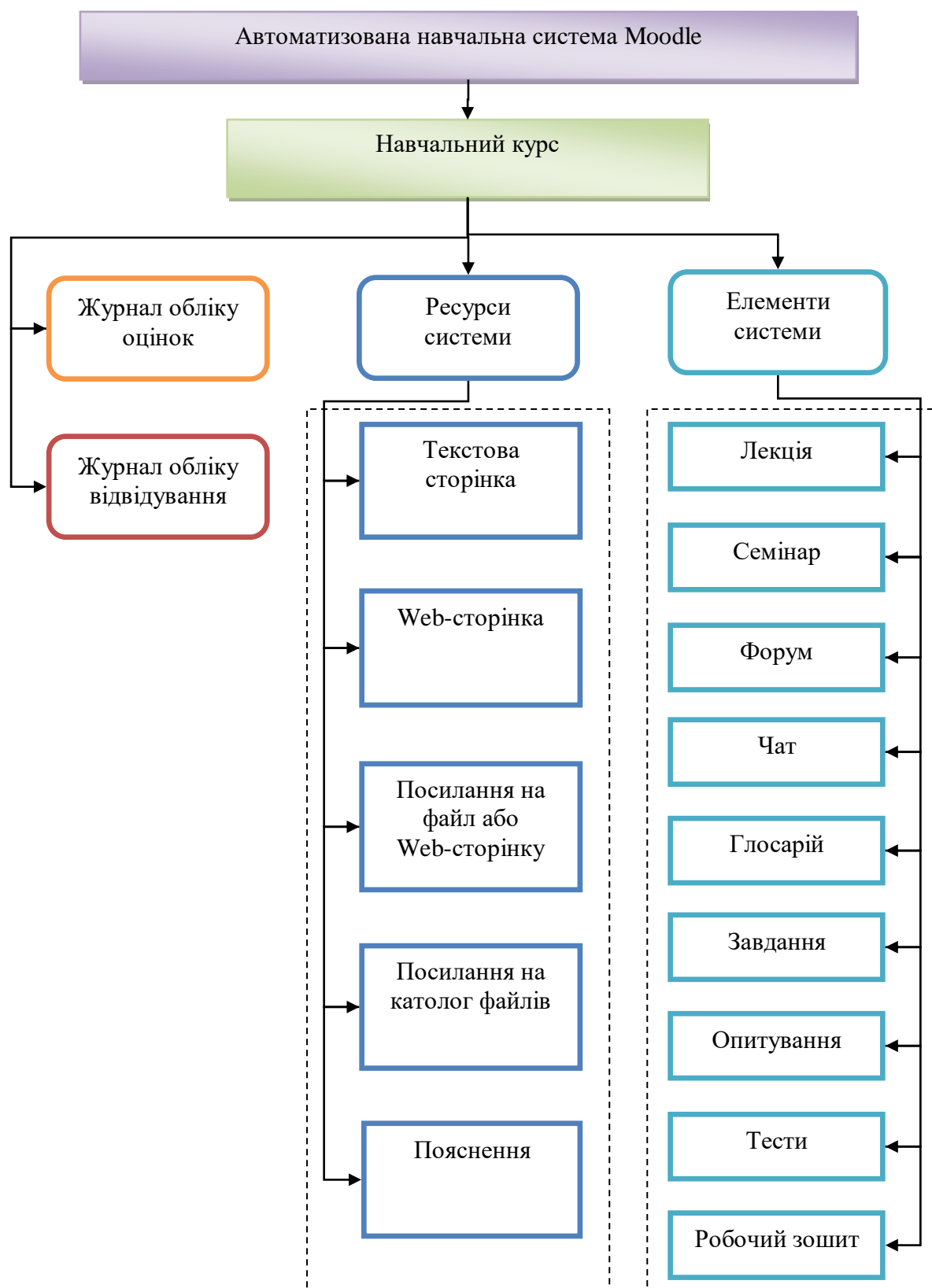
Система складається з двох основних компонентів: “Базового модуля” (Core) і модуля “Спільна робота” (Collaboration).

Складовими частинами базового модуля є: сервер Core (ядра з програмним забезпеченням Learning Space 5.0), сервер баз даних і авторський Web-сервер. “Базовий модуль” надає засоби для створення інтерфейса продукта, призначеного для введення, збереження і отримання інформації про результати навчання студентів. На сервері бази даних зберігається інформація про структуру навчального курсу, а його зміст розміщується на авторському Web-сервері.

Модуль “Спільна робота” надає можливість створювати віртуальну навчальну лабораторію, в якій викладачі і студенти можуть спільно працювати в on-line режимі з прикладними програмами (наприклад, писати на віртуальній дошці і одночасно відвідувати Web сторінки). За допомогою засобів цього модуля можна організувати дискусійні форуми, в яких користувачі можуть розміщувати свої коментарі і брати участь в онлайн-чатах.

Система надає розробникам навчальних курсів засоби для перегляду мультимедіа матеріалів і Web-документів. За допомогою асинхронних комунікаційних засобів (електронної пошти) можна організувати тематичні навчальні дискусії.

Додаток Д
Структурна схема автоматизованої навчальної системи Moodle



Додаток Е

Таблиця Е.1

**Перелік педагогічних програмних засобів з біології
(на основі операційної системи Windows 98/XP (RUS))**

Назва ППЗ (місце і назва розробника)	Клас ЗНЗ	Характеристика
Електронний посібник “Біологія 8-9” (Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН України, м. Донецьк)	8-9	<p>ППЗ загально-дидактичного спрямування містить навчальний текст, фотозображення з біологічних тем, які вивчаються у 8-9 класах загальноосвітніх середніх шкілах України. Він призначений для:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Застосування вчителями (проведення уроку з використанням окремих елементів ППЗ), 2) самостійного вивчення учнями навчального матеріалу з біології у 8-9 класах.
Бібліотека електронних наочностей. Біологія (АТЗТ “Квазар – Мікро Техно”, м. Київ)	6-11	<p>ППЗ загально-дидактичного спрямування містить навчальний текст, фото, анімації, статичні та динамічні ілюстрації, конструктор уроків, які призначені для:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3) використання вчителями (проведення уроку з використанням ППЗ), 4) самостійної роботи учнів 5) колективної форми навчання (робота учнів з ППЗ у комп’ютерному класі), 6) проведення поточної атестації з біології у 6-11 кл. загальноосвітніх шкіл України.

Продовження табл. Е.1

Назва ППЗ (місце і назва розробника)	Клас ЗНЗ	Характеристика
Дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 кл.” (НТУ “КПІ”, м. Київ)	6-11	ППЗ загально-дидактичного спрямування містить навчальний текст, фото, анімації, статичні та динамічні ілюстрації, схеми, які призначена для використання вчителями біології і учнями 11 класів загальноосвітніх навчальних закладів з метою забезпечення повторення шкільного курсу з біології (6-11 класи) у режимі дистанційного навчання із застосуванням Internet або у режимі електронного підручника, якщо можливості підключення до мережі Internet немає.
“Віртуальна біологічна лабораторія, 10-11 кл.” (Компанія “СМІТ” м. Харків)	10-11	ППЗ практичного спрямування з курсу загальної біології, містить повний набір лабораторних і практичних робіт, підтримує і доповнює чинні підручники з біології для 10-11 класів, рекомендованих Міністерством освіти і науки України. Програма містить теоретичний матеріал, відео фрагменти з голосовим супроводом, комп’ютерні анімації, статичні та динамічні ілюстрації, схеми, інтерактивні і тестові завдання. Учню надається можливість наприкінці роботи оцінити знання свої знання за 12 бальною системою.

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

**Можливості застосування ППЗ з біології у навчальному процесі ЗНЗ і
ВПНЗ під час вивчення процесів мікроеволюції органічного світу**

Назва ППЗ	Тема заняття у ЗНЗ	Тема заняття у ВПНЗ	Приклад застосування у ВПНЗ
Бібліотека електронних наочностей 6-11. Біологія (Обовязкова інсталяція ППЗ на комп'ютері користувача)	“Закономірності мінливості”. Лаб. роб. “Спостереження мутантних і нормальних форм дрозофіл, їх порівняння”	Лабораторна робота № 1 “Мінливість у межах виду серед рослин і тварин”	Унаочнення нормальних і мутаційних форм мух дрозофіл (фото малюнку)
	Розділ. “Історичний розвиток органічного світу”. Тема “Основи еволюційного вчення”	Лекція № 3 “Адаптації – результат дії природного добору”. Лабораторна робота № 3 “Адаптації як результат природного добору”	Унаочнення явища мімікрії на прикладі оси середньої і оси німецької, метелика лалінея медіатрікс і геліконія зегретус (фото колекції). Унаочнення явища маскуючого забарвлення і форми тіла на прикладах листовидки сухолистої і стрічкарки червоної
Дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 клас” (Обовязкова інсталяція і реєстрація на сайті ЦДО НТУУ “КПІ”)	“Закономірності мінливості”	Лекція №1 “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції”. Лабораторна робота № 1 “Мінливість у межах виду серед рослин і тварин”	Визначення понять ген, спадковість і мінливість (текст)

Продовження табл. Ж.1

Назва ППЗ	Тема заняття у ЗНЗ	Тема заняття у ВПНЗ	Приклад застосування у ВПНЗ
Дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 клас” (Обовязкова інсталяція і реєстрація на сайті ЦДО НТУУ “КПІ”)	“Генотип – цілісна система. Прояви дії генів”	Лекція №1 “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції”	Визначення понять “генотип”, “домінування”, “кодомінування”, “комплементарність” тощо (текст). Опис механізму взаємодії генів (текст).
	“Закономірності мінливості” Лаб. роб. “Вивчення мінливості у рослин. Побудування варіаційного ряду і варіаційної кривої”	Лабораторна робота № 1 “Мінливість у межах виду серед рослин і тварин”	Визначення понять “мінливість”, “модифікаційна мінливість” “мутаційна мінливість” “норма реакції. Опис механізму дії геномних, хромосомних мутацій (текст).
	“Основи еволюційного вчення” Практ. роб. “Порівняння природного і штучного добору”	Лабораторне заняття № 2 “Природний добір”	Визначення понять “природний добір” “штучний добір”, “індивідуальний і груповий добір”, “гібридизація” (текст).
	Розділ. Надорганізмові рівні організації життя. Тема “Популяція. Екосистема”.	Лабораторна робота № 5 “Критерії та загальні ознаки виду”	Визначення понять популяція і вид. Розкриття загальних ознак і критеріїв виду (текст).

Продовження табл. Ж.1

Назва ППЗ	Тема заняття у ЗНЗ	Тема заняття у ВПНЗ	Приклад застосування у ВПНЗ
Дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 клас” (Обовязкова інсталяція і реєстрація на сайті ЦДО НТУУ “КПІ”)	Розділ. “Історичний розвиток органічного світу”. Тема “Основи еволюційного вчення”	Лекція №1 “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції”. Лекція № 2 “Рушійні сили (причини) еволюції. Природний добір”	Визначення понять “поліморфізм”, “географічна і екологічна форми ізоляції”, “міграція”, “дрейф генів”, “стабілізуючий, рушійний і розвивальний добір” (текст).
“Віртуальна біологічна лабораторія, 10-11 кл.” (Обовязкова інсталяція і реєстрація на зовнішньому сервері)	“Закономірності мінливості”. Лаб. роб. “Спостереження нормальних і мутаційних форм дрозофіл, їх порівняння”	Лекція № 1 “Генетичні основи та елементарні фактори еволюції”. Лабораторна робота № 1 “Мінливість у межах виду серед рослин і тварин”	Демонстрування і порівняння нормальних та мутаційних форм дрозофіл на основі малюнків у Flash-анімаційній програмі.
	“Взаємодія генотипу і умов довкілля”. Модифікаційна мінливість. Лаб. роб. “Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційної кривої”	Лабораторна робота № 1 “Мінливість у межах виду серед рослин і тварин”	Унаочнення механізму мінливості серед рослин і тварин. Побудова і аналіз варіаційної кривої.

Продовження табл. Ж.1

Назва ППЗ	Тема заняття у ЗНЗ	Тема заняття у ВПНЗ	Приклад застосування у ВПНЗ
<p>“Віртуальна біологічна лабораторія, 10-11 кл.” (Обовязкова інсталяція і реєстрація на зовнішньому сервері)</p>	<p>“Екологічна характеристика виду та його популяційна структура”. Практ. роб. “Вивчення морфологічного критерію виду на прикладі рослинних і тваринних організмів”</p>	<p>Лекція № 4 “Вид і видоутворення – результат мікроеволюції”. Лабораторна робота № 5 “Критерії та загальні ознаки виду”. Семінарське заняття № 1 “Популяція – елементарна одиниця виду”</p>	<p>Унаочнення і розкриття особливостей критеріїв виду на прикладах представників тваринного і рослинного світу.</p>

Додаток 3

Приклад тестових завдань для перевірки якості засвоєння основних понять з мікроеволюції органічного світу

ТЕСТ № 1

ТЕМА: ГЕНЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА ЕЛЕМЕНТАРНІ ФАКТОРИ ЕВОЛЮЦІЇ

I рівень

Виберіть правильну відповідь

1. Кросинговер це:

<input type="checkbox"/>	а) подвоєння тих чи інших ділянок хромосом;	Виберіть правильні відповіді
<input type="checkbox"/>	б) втрата тієї чи іншої ділянки хромосом;	
<input type="checkbox"/>	в) обмін різними ділянками негомологічних хромосом;	
<input type="checkbox"/>	г) обмін ділянками гомологічних хромосом в результаті розривання і наступного поєднання хроматид;	
<input type="checkbox"/>	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

2. Інтрогресія генів це:

<input type="checkbox"/>	а) обмін генами між популяціями двох і більше видів;	Виберіть правильні відповіді
<input type="checkbox"/>	б) обмін генами між популяціями одного виду;	
<input type="checkbox"/>	в) обмін генами між генетично віддаленими видами;	
<input type="checkbox"/>	г) обмін генами між фенотипічно віддаленими видами;	

	д) серед відповідадей а-г немає жодного правильного.	
--	--	--

3. Дрейф генів це:

	а) випадкова зміна генетичної структури популяцій, що непов'язана з дією добору, мутагенезу та міграції;	Виберіть правильні відповіді
	б) спрямована зміна генетичної структури популяцій, що непов'язана з дією добору, мутагенезу та міграції;	
	в) випадкова зміна генетичної структури популяцій, що пов'язана з дією добору, мутагенезу та міграції;	
	г) спрямована зміна генетичної структури популяцій, що пов'язана з дією добору, мутагенезу та міграції;	
	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

4. Потік генів це:

	а) обмін генами між популяціями одного виду внаслідок вільного схрещування особин;	Виберіть правильні відповіді
	б) обмін генами між популяціями різних видів внаслідок вільного схрещування особин;	
	в) обмін генами між популяціями генетично віддалених видів, внаслідок вільного схрещування особин;	
	г) обмін генами між генетично віддаленими видами внаслідок вільного схрещування особин;	
	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

5. Дуплікації це:

	а) подвоєння певної ділянки гена чи хромосоми;	Виберіть правильні відповіді
	б) потроєння певної ділянки хромосом;	
	в) випадання із середини хромосоми її ділянки з наступним з'єднанням частин, що залишились;	

	г) втрата кінцевої ділянки тієї чи іншої хромосоми разом з генами, які в ній розміщені;	
	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

II рівень

Виберіть правильну відповідь

1. Неспадкові зміни, що виникли під впливом факторів абіотичного і біотичного середовища у межах реалізації однієї форми реакції називаються:

	а) мутаціями;	Виберіть правильні відповіді
	б) модифікаціями;	
	в) транслокаціями;	
	г) делеціями;	
	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

2. Нормою реакції прийнято називати:

	а) весь спектр можливих змін даного генотипу за різних умов розвитку;	Виберіть правильні відповіді
	б) мінімально допустиму межу змін даного генотипу за різних умов розвитку;	
	в) максимально допустиму межу змін даного генотипу за різних умов розвитку;	
	г) середнє значення допустимої межі змін даного генотипу за різних умов розвитку;	
	д) серед відповідей а-г немає жодного правильного.	

3. *Вставте пропущені слова*

- а) Хромосомні мутації це – структурні хромосом, які виникають внаслідок, перебудови чи ділянок хромосом.

- б) Генні мутації – це стійкі молекулярної структури генів, які виникають в результаті заміни,, чи окремих нуклеотидів.

III рівень

Дайте наукове визначення:

1. Мутації це
2. Мінливість це
3. *Визначіть правильну відповідність і заповніть таблицю:*
(для кожного поняття лівої колонки запишіть в правій колонці таблиці літеру відповідного йому визначення)
 - а) Взаємний обмін ділянок між двома різними не гомологічними хромосомами.
 - б) Вставлення в ту чи іншу ділянку хромосоми мобільного генетичного елемента, перенесеного з іншого місця тієї самої, або іншої хромосоми.
 - в) Повернення будь-якої ділянки хромосоми на 180° .
 - г) Подвоєння будь-яких ділянок хромосом, що обумовлює незбалансовану генну активність, яка іноді знижує життєздатність організму
 - д) Випадання ділянки із середини хромосоми з наступним з'єднанням її частин, що залишилися.

1. Транслокація	
2. Транспозиція	
3. Інверсія	
4. Дуплікація	
5. Делеція	

IV рівень

Дайте науково обґрунтовану відповідь:

1. Розкрийте значення ролі модифікаційної мінливості в еволюції органічного

світу.....

.....

Додаток И

Загальний вигляд програмних вікон тестової програми “MicroevolutionTest” для перевірки якості засвоєння основних понять з мікроеволюції

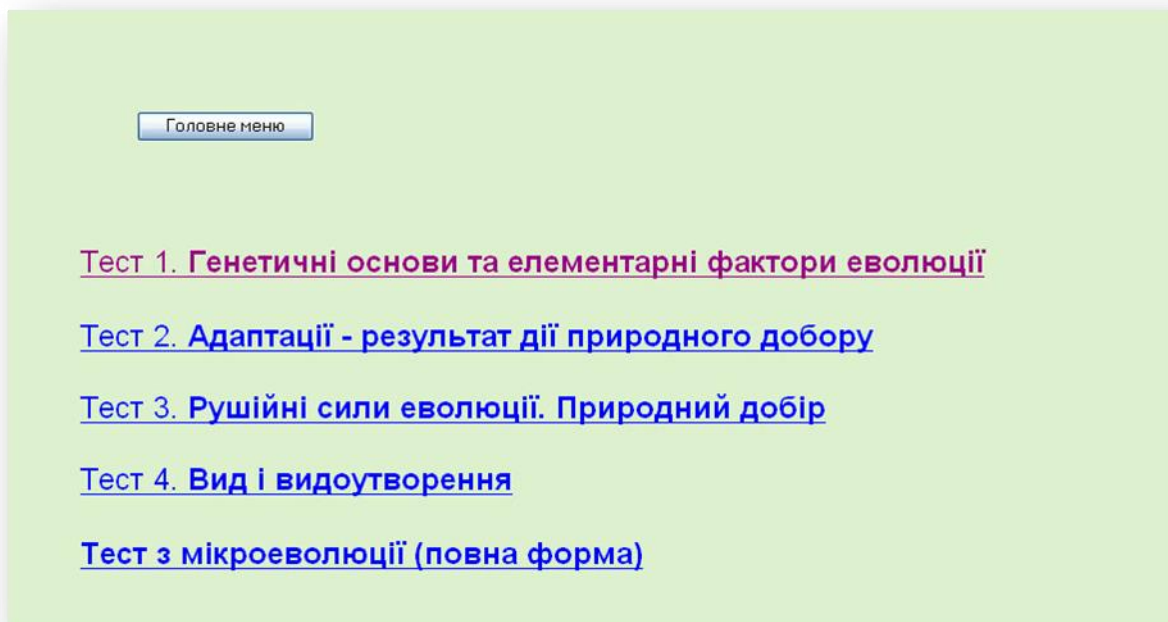


Рис. И.1. Фотографія вікна меню програми “MicroevolutionTest”.

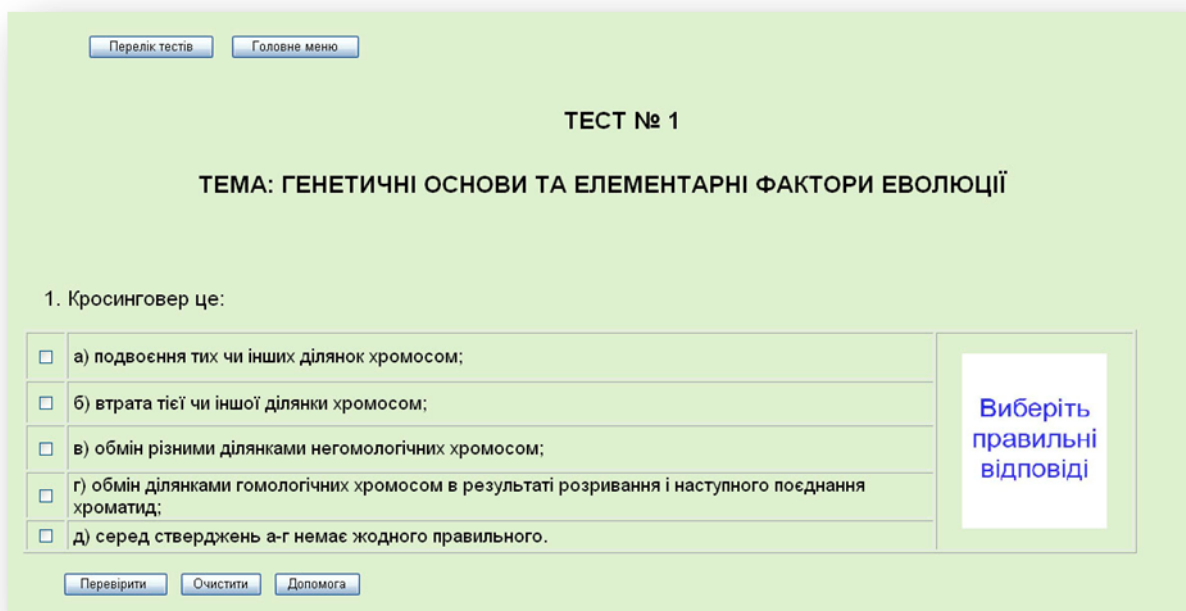



Рис. И.2. Фотографія вікна з тестовими запитаннями і відповідями програми “MicroevolutionTest”.

1. Кросингвер це:

<input type="checkbox"/>	а) подвоєння тих чи інших ділянок хромосом;
<input type="checkbox"/>	б) втрата тієї чи іншої ділянки хромосом;
<input type="checkbox"/>	в) обмін різними ділянками негомологічних хромосом;
<input checked="" type="checkbox"/>	г) обмін ділянками гомологічних хромосом в результаті розривання і наступного поєднання хроматид;
<input type="checkbox"/>	д) серед стверджень а-г немає жодного правильного.




Вірно

Рис. И.3. Фотографія програмного вікна при правильному вирішенні тестового контрольного завдання з мікроеволюції

1. Кросингвер це:

<input checked="" type="checkbox"/>	а) подвоєння тих чи інших ділянок хромосом;
<input checked="" type="checkbox"/>	б) втрата тієї чи іншої ділянки хромосом;
<input type="checkbox"/>	в) обмін різними ділянками негомологічних хромосом;
<input type="checkbox"/>	г) обмін ділянками гомологічних хромосом в результаті розривання і наступного поєднання хроматид;
<input type="checkbox"/>	д) серед стверджень а-г немає жодного правильного.



Невірно

Рис. И.4. Фотографія програмного вікна при помилковому вирішенні тестового контрольного завдання з мікроеволюції

Додаток К

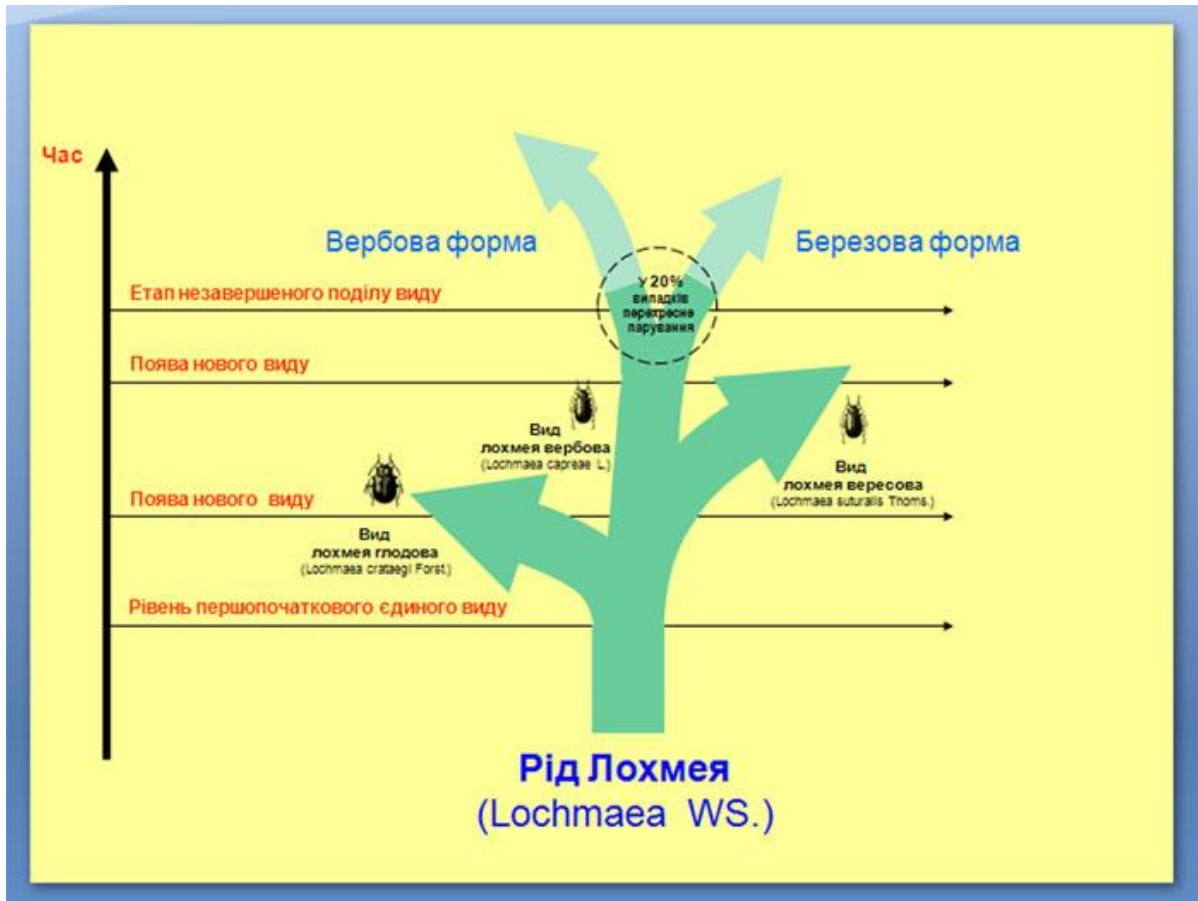
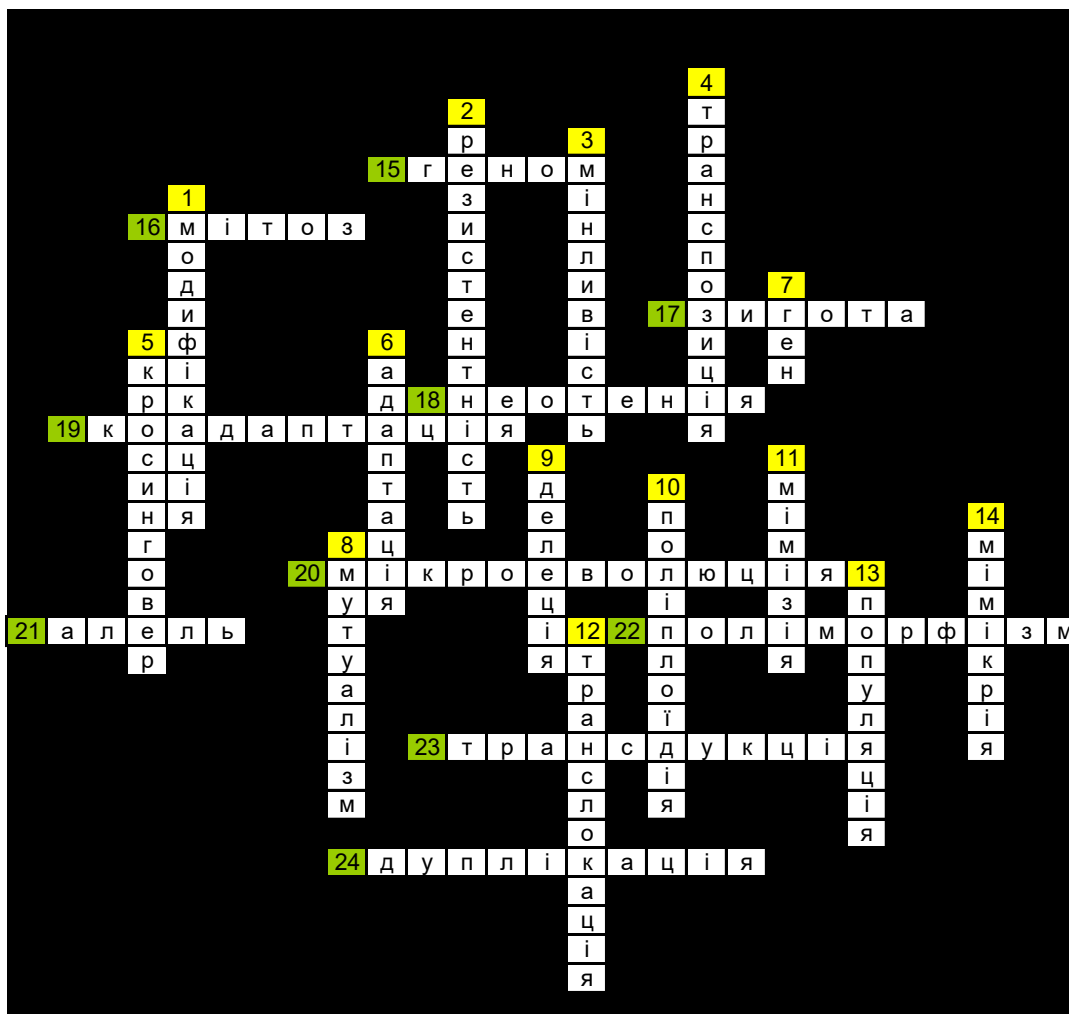


Рис. К.1. Фотографія фрагменту комп'ютеризованої моделі екологічного способу видоутворення у жуків-листоїдів лохмеї вербової (*Lochmaea capreae* L.) і лохмеї глодової (*Lochmaea crataegi* Forst.)

Додаток Л

Кросворд "МІКРОЕВОЛЮЦІЯ"



Результати вирішення кросворда

1	ВІРНО	13	ВІРНО
2	ВІРНО	14	ВІРНО
3	ВІРНО	15	ВІРНО
4	ВІРНО	16	ВІРНО
5	ВІРНО	17	ВІРНО
6	ВІРНО	18	ВІРНО
7	ВІРНО	19	ВІРНО
8	ВІРНО	20	ВІРНО
9	ВІРНО	21	ВІРНО
10	ВІРНО	22	ВІРНО
11	ВІРНО	23	ВІРНО
12	ВІРНО	24	ВІРНО

Рис. Л.1. Фотографія головного програмного вікна кросворду
(з фреймами комірок ключових слів і результативності
розв'язання кросворду)

ЗАПИТАННЯ (вертикаль)

- 1 Зміни зовнішніх ознак організму (його фенотипу), обумовлені факторами зовнішнього середовища і не пов'язані із зміною генотипу.
- 2 Стійкість організму, несприятливість до певних агентів (отрути).
- 3 Властивість живих істот існувати в різноманітних формах (варіантах).
- 4 Вмонтування (інсерція) в ту чи іншу ділянку хромосоми дрібного фрагменту, який містить гени, нормально не властиві цій ділянці хромосоми, тобто перенесеного туди з іншого місця геному. Або іншими словами, це результат обміну ділянками негомологічних хромосом.
- 5 Взаємний обмін гомологічними ділянками гомологічних хромосом в результаті розриву і з'єднання у новому порядку їх ниток – хроматид.
- 6 В широкому розумінні, будь-яке пристосування; у вузькому – комплекс морфо-фізіологічних і поведінкових особливостей особин, популяцій чи виду, що забезпечує можливість специфічного способу життя в певних умовах зовнішнього середовища.
- 7 Біологічна одиниця спадкової інформації – певна ділянка молекули ДНК у вищих організмів і РНК у вірусів та фагів, здатна до самовідтворення і розміщена в певній ділянці (локусі) хромосоми (у еукаріот) або генетичному матеріалі (у прокаріот).
- 8 Форма симбіозу, при якому співіснуючі організми є взаємнокорисними, залежними одна від одної і неспроможні жити окремо.
- 9 Тип хромосомної перебудови, при якій внаслідок двох розривів хромосоми втрачається її фрагмент, але не кінцевий, а з її середини, з наступним з'єднанням частин що залишились.
- 10 Спадкова зміна, яка пов'язана з кратним збільшенням кількості хромосом в клітинах організму.
- 11 Одна з форм мімікрії, при якій спостерігається схожість живих істот з різними частинами рослин (квітами, листками, гілками тощо), або з неживими предметами (камінцями, рештками рослин, грудочками землі тощо).
- 12 Тип хромосомної перебудови (мутації), при якій ділянка хромосоми переноситься в нове (незвичайне) положення в цій самій або в іншій хромосомі.
- 13 Сукупність особин одного виду, які протягом тривалого часу (ряду поколінь) населяють певний простір, вільно схрещуються між собою (панміксія) і відокремлені від інших аналогічних сукупностей певною формою ізоляції.
- 14 Біологічне явище, при якому незброєна істота маскується під озброєну, або добре захищену істоту. Це зовнішня схожість за формою тіла, забарвленням і навіть поведінкою, іноді систематично віддалених організмів.

Рис. Л.2. Фотозображення фрейма програмного вікна із запитаннями кросворду для вертикальних комірок

ЗАПИТАННЯ (горизонталь)

- 15 Сукупність генів, характерних для гаплоїдного набору хромосом даного виду організмів.
- 16 Механізм клітинного поділу, який забезпечує високу точність повторення дочірніми ядрами генетичної структури вихідного ядра. Він є універсальним засобом розмноження клітин у всіх живих істот і лежить в основі успадкування властивостей організмів.
- 17 Клітина (запліднене яйце), що утворюється в результаті злиття гамет різної статі.
- 18 Здатність організмів до розмноження на ранніх стадіях розвитку.
- 19 Взаємні пристосування (узгодженість дій і розвитку органів особини), які відіграють важливу роль в онтогенезі.
- 20 Еволюційні перетворення в середині виду на рівні популяцій і демів, які зумолюють внутрішньовидову дивергенцію і видоутворення.
- 21 В широкому розумінні, один з можливих структурних станів гена; у вузькому – різні форми одного і того самого гена, які розміщуються в однакових ділянках) (локусахгомологічних (парних) хромосом і визначають напрям розвитку однієї і тієї ж ознаки
- 22 Наявність в межах одного виду декількох морфологічних відмінних форм.
- 23 Передача генетичного матеріалу від одної бактерії (донора) до іншої (рецепієнту) бактеріофагами. Відкрита у 1952 році Дж. Ледербергом і Н. Циндером.
- 24 Тип хромосомної перебудови, в результаті якої певна ділянка хромосоми повторюється два рази.

Рис. Л.3. Фотозображення фрейма програмного вікна із запитаннями кросворду для горизонтальних комірок

Додаток М

Загальний вигляд програмних вікон педагогічного програмного засобу “Microevolution 1.0”

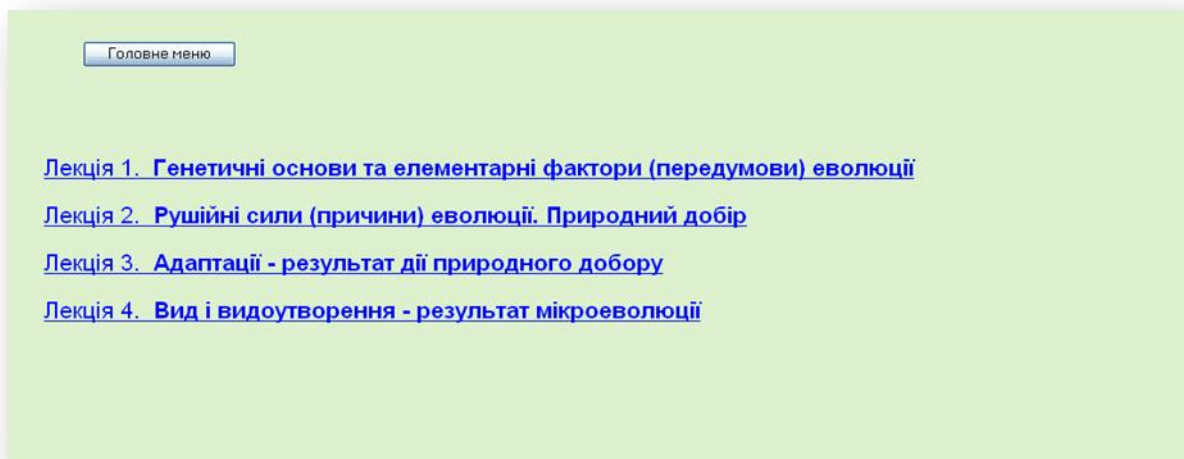


Рис. М. 1. Фотографія вікна “вибір лекцій” ППЗ “Microevolution 1.0”.

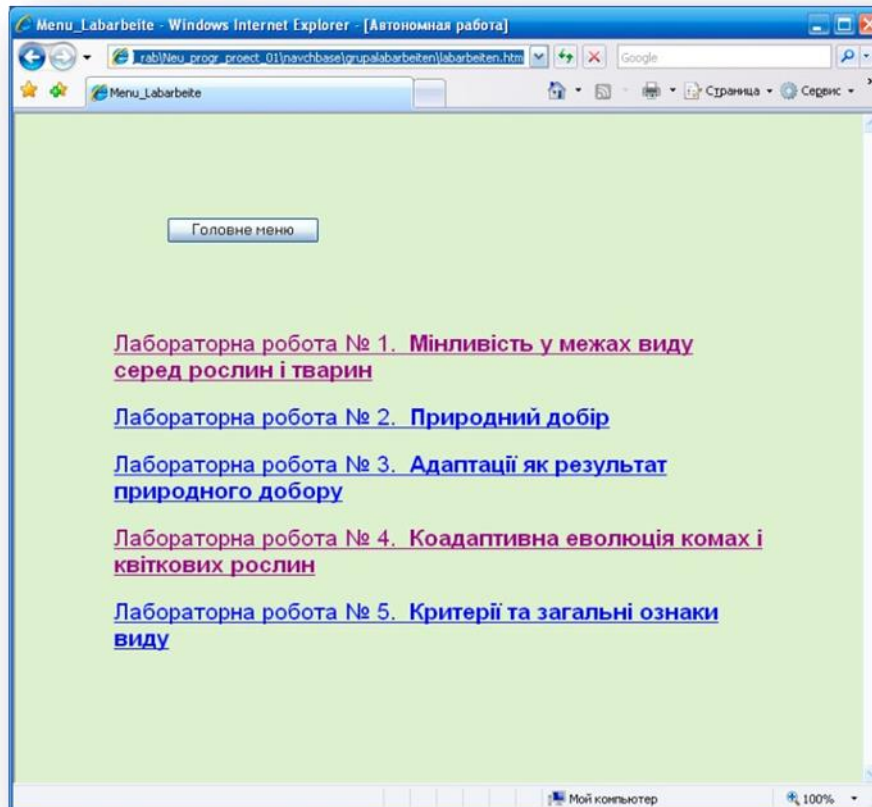


Рис. М.2. Фотографія вікна “вибір лабораторної роботи”
ППЗ “Microevolution 1.0”.



Рис. М.3. Фотографія вікна “література” ППЗ “Microevolution 1.0”.

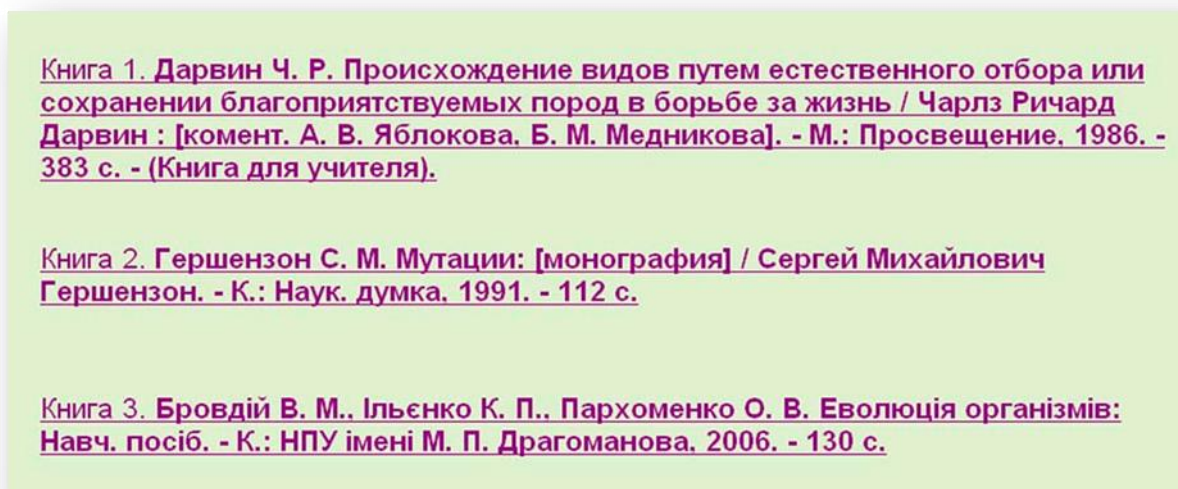


Рис. М.4. Фотографія вікна “вибір електронного посібника”
ППЗ “Microevolution 1.0”.

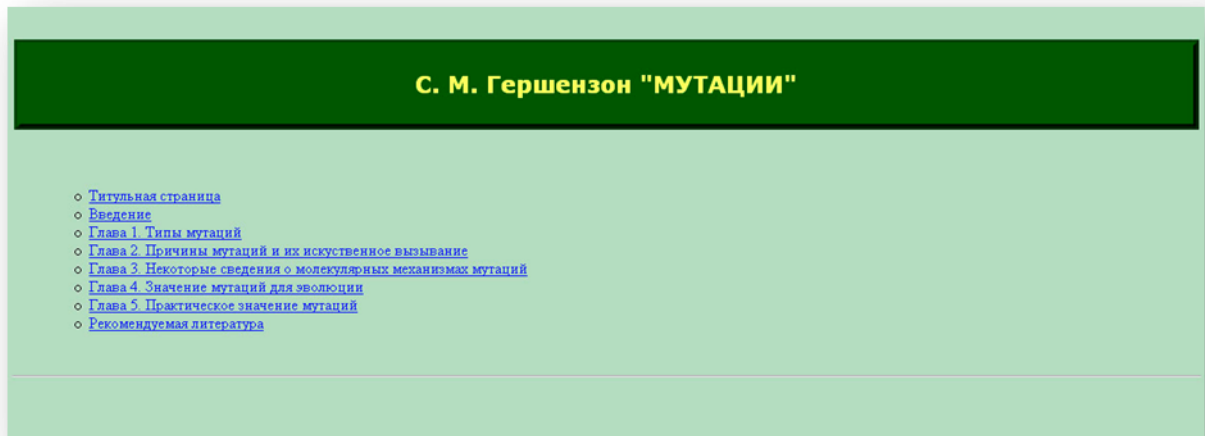


Рис. М.5. Фотографія вікна “зміст електронного посібника”
ППЗ “Microevolution 1.0”.

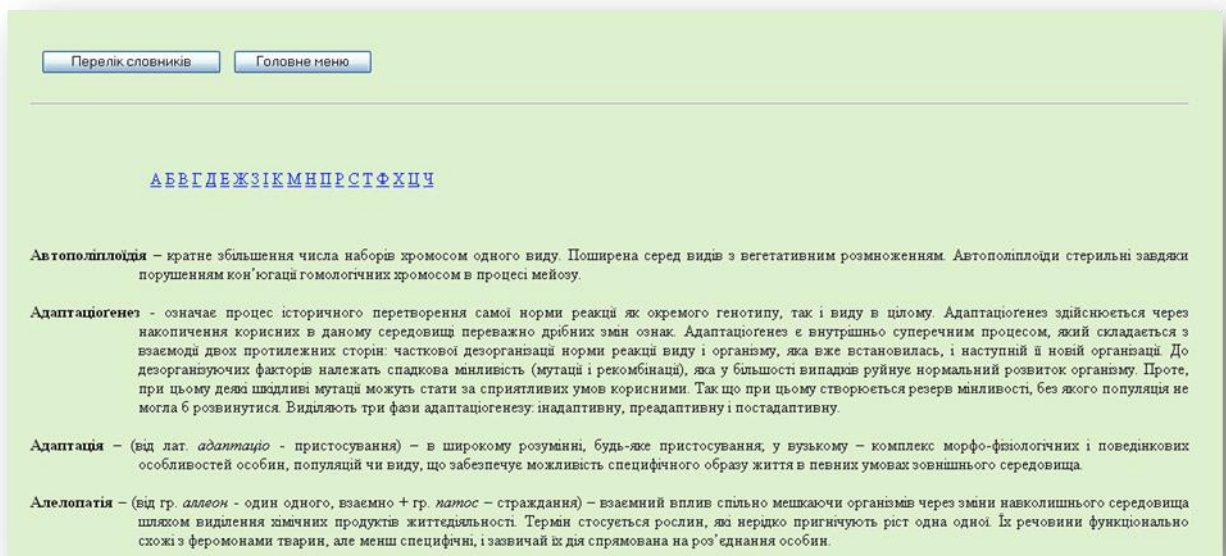
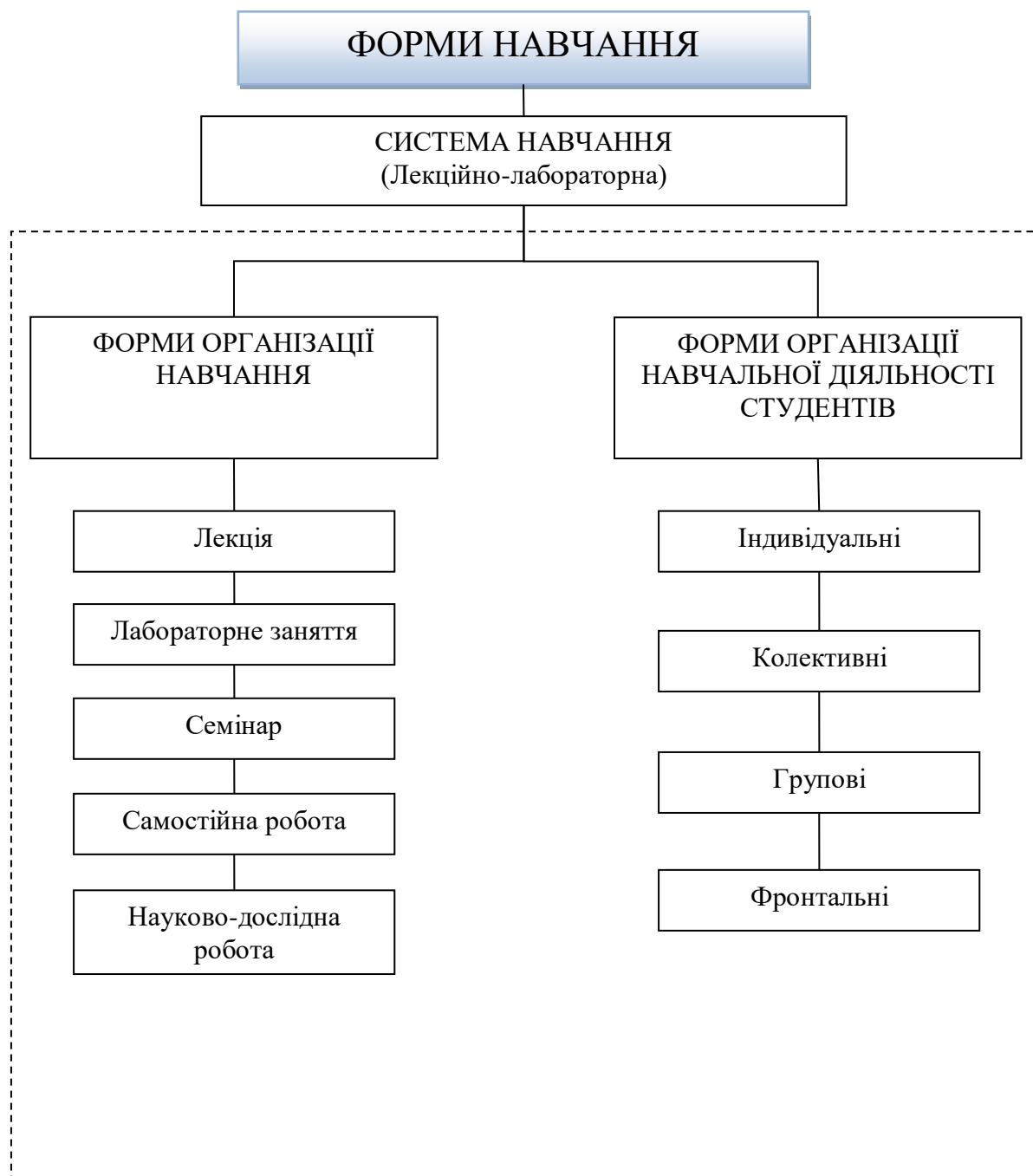


Рис. М.6. Фотографія програмного вікна “термінологічний словник”.

Додаток Н

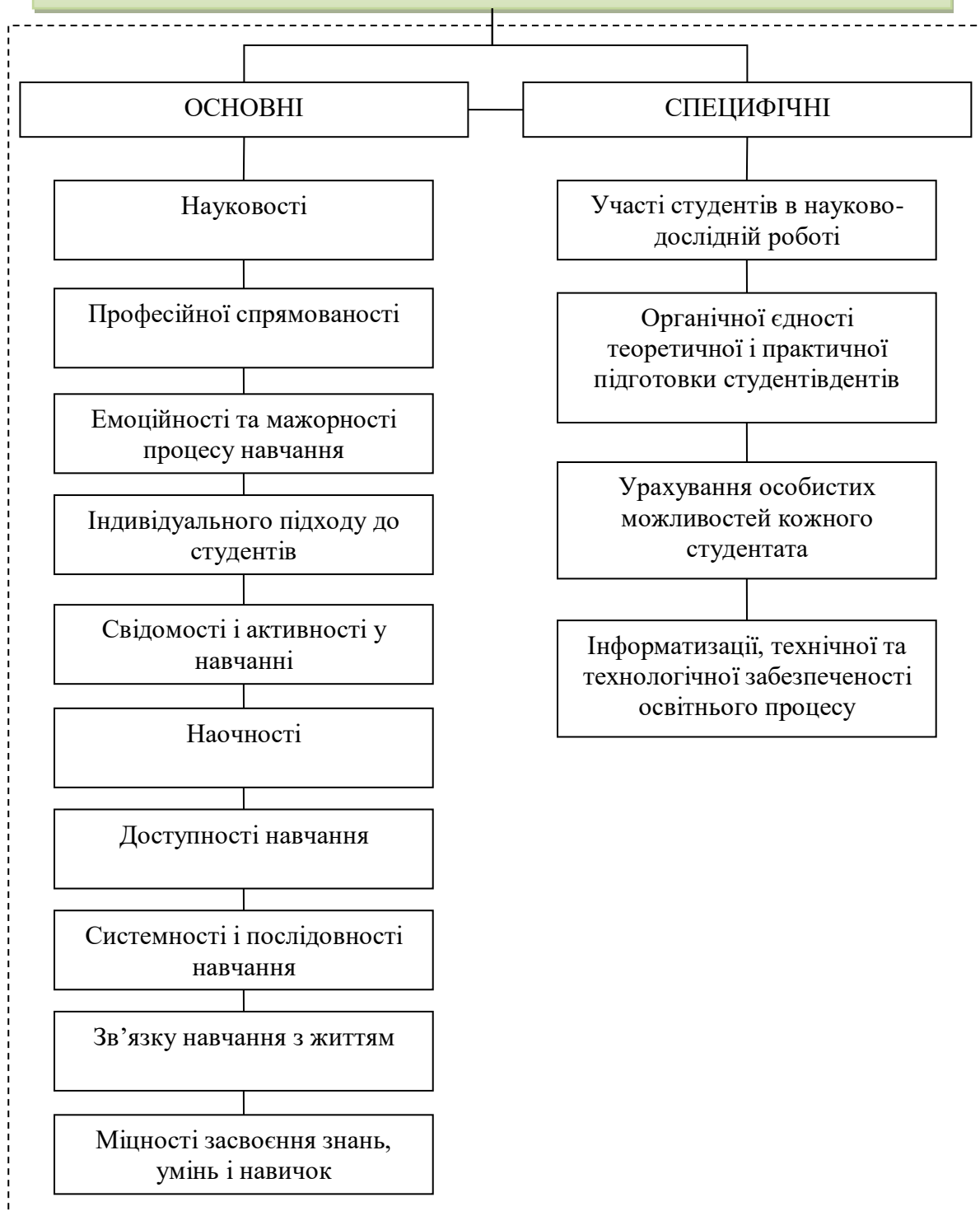
Схема форм навчання студентів біологічних спеціальностей
на основі застосування ППЗ “Microevolution 1.0”



Додаток II

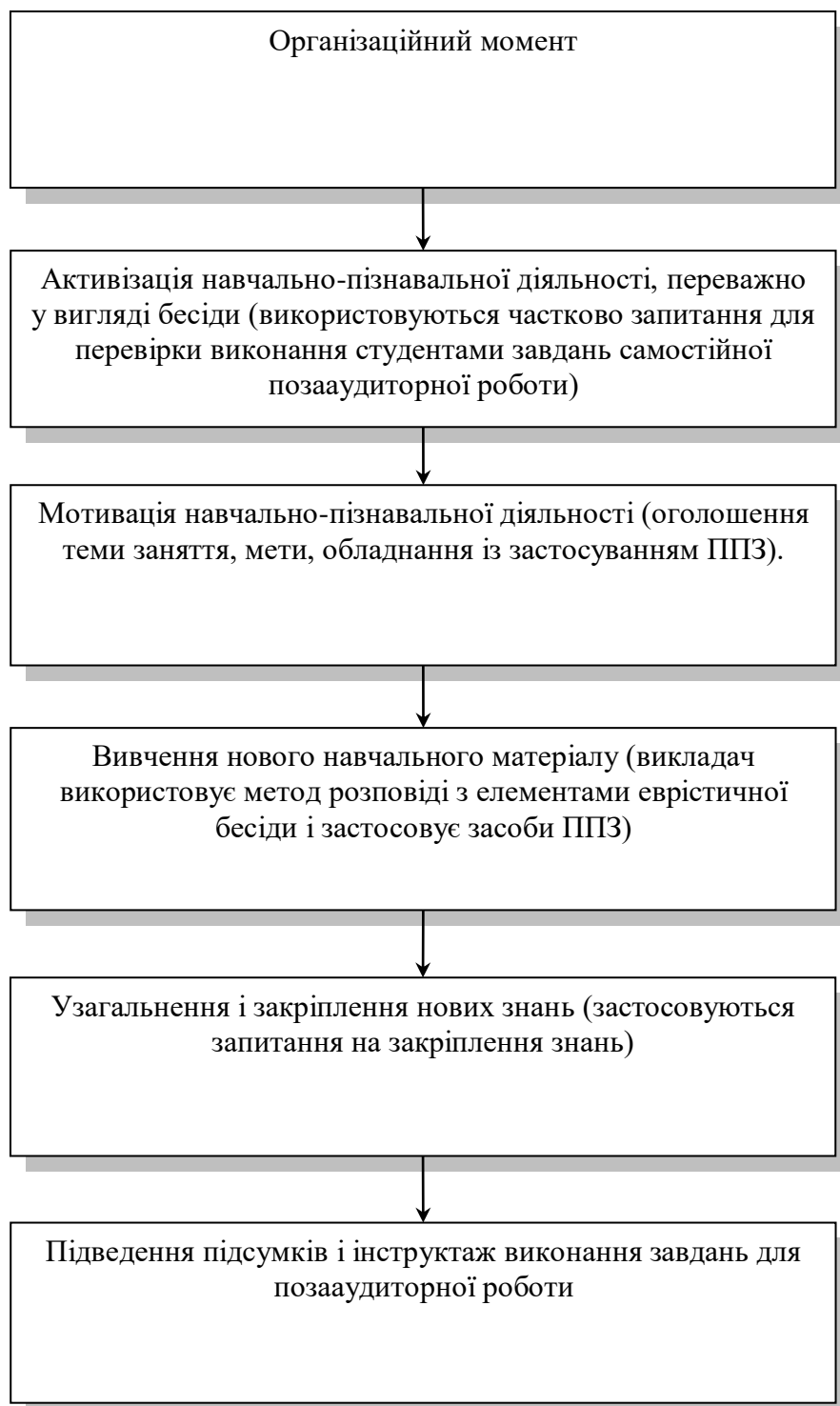
Схема принципів навчання студентів біологічних спеціальностей
із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”

Принципи навчання студентів біологічних спеціальностей



Додаток Р

Схема методики (послідовності) проведення лекційного заняття з мікроеволюції із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”



Додаток С

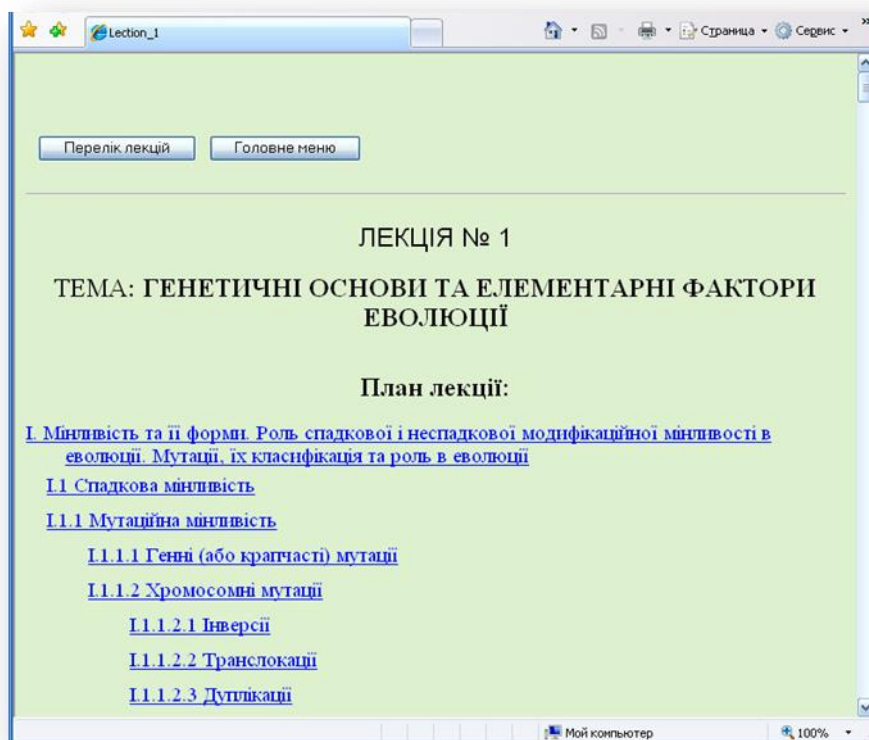


Рис. С.1. Фотографія програмного вікна “лекційне заняття”.

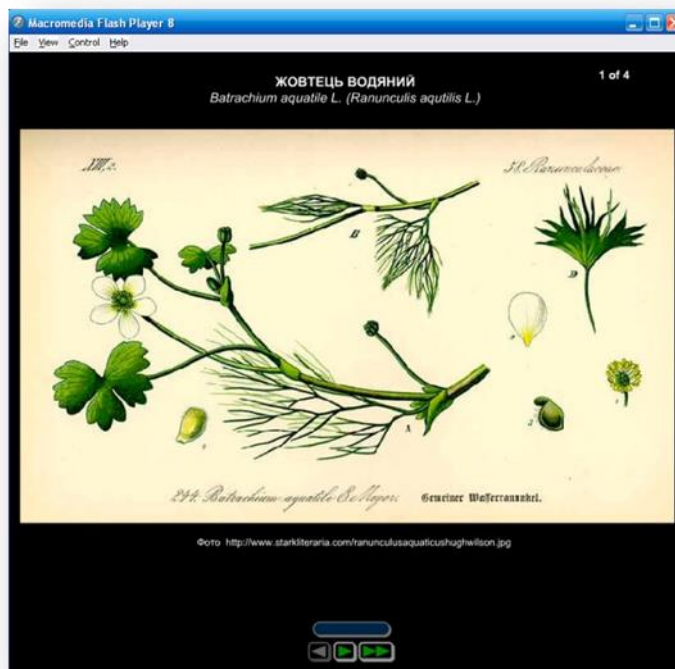
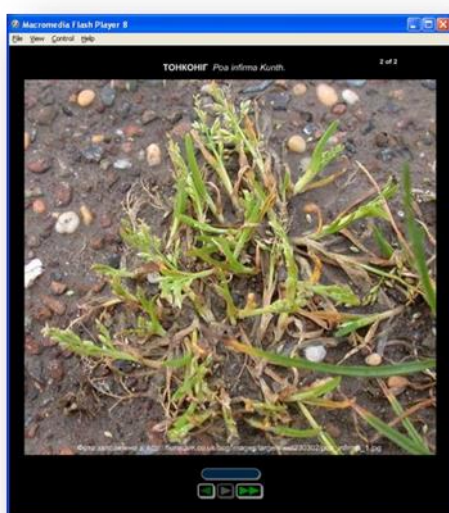
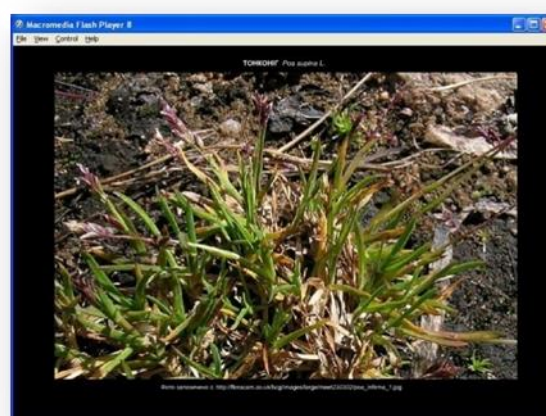
Рис. С.2. Фотографія програмного вікна “різні форми листків жовтецю водяного – *Batrachium aquatile* L. (*Ranunculus aquatilis* L.)”.



Рис. С.3. Фотографія програмного вікна
“різні форми листків стрілолиста звичайного – *Sagittaria sagittifolia* L.”



1.



2.

Рис. С.4. Фотографії програмних вікон:
1. Зовнішній вигляд тонконога *Poa infirma* Kunth.;
2. Зовнішній вигляд тонконога *Poa supina* L..

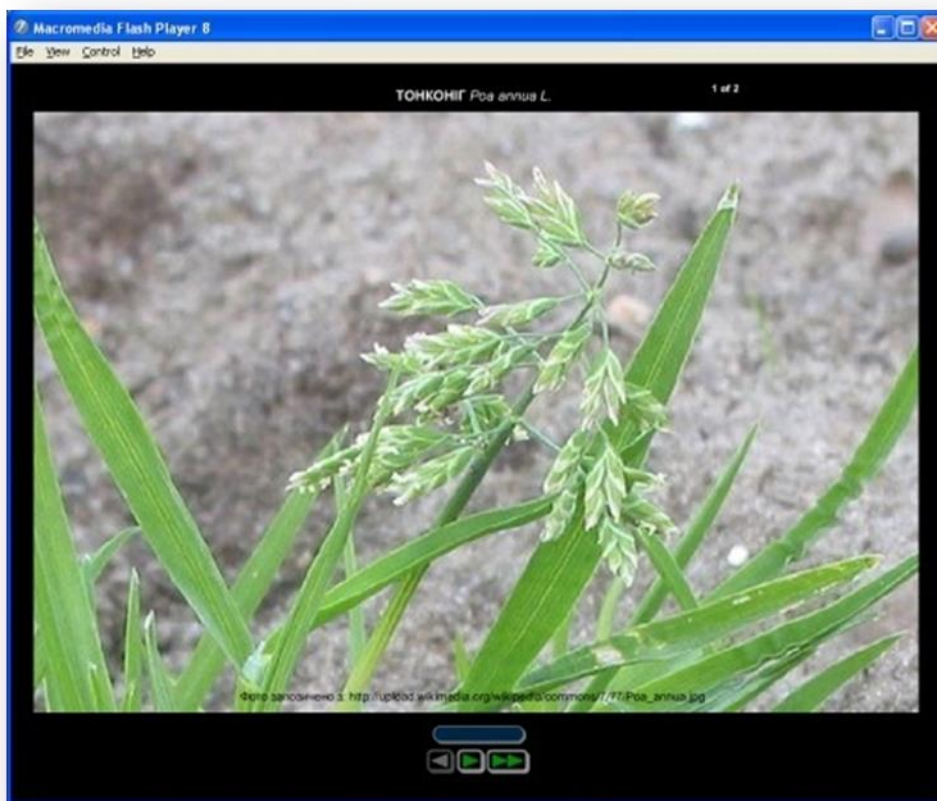


Рис. С.5. Фотографія програмного вікна “новий вид тонконога *Poa annua* L.”.

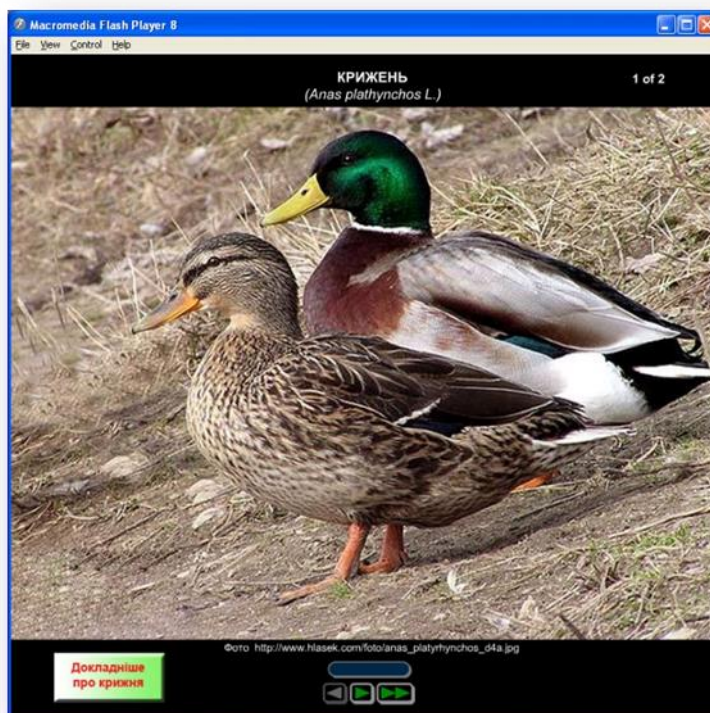


Рис. С.6. Фотографія програмного вікна “зовнішній вигляд крижня *Anas platyrhynchos* L.”.

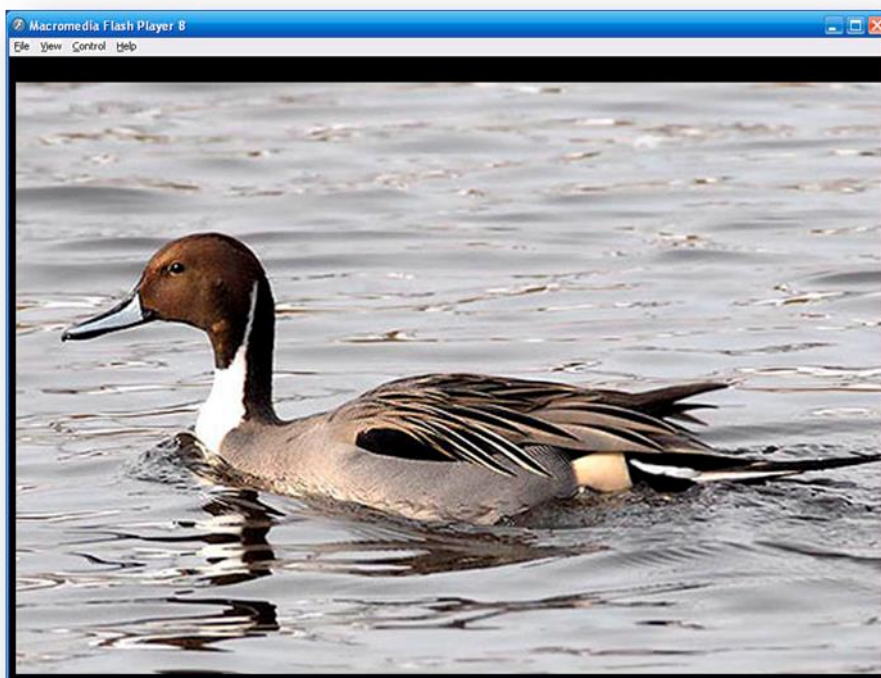


Рис. С.7. Фотографія програмного вікна “зовнішній вигляд шилохвіста *Anas acuta* L.”.

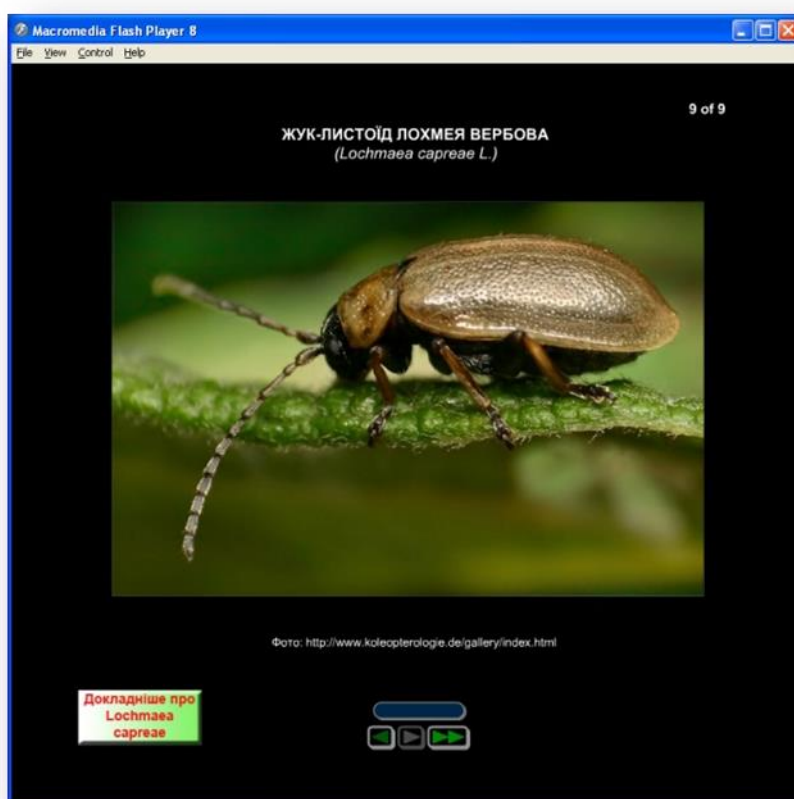


Рис. С.8. Фотографія програмного вікна “Зовнішній вигляд жука-листоїда лохмея вербова – *Lochmaea sarcopae* L.”.

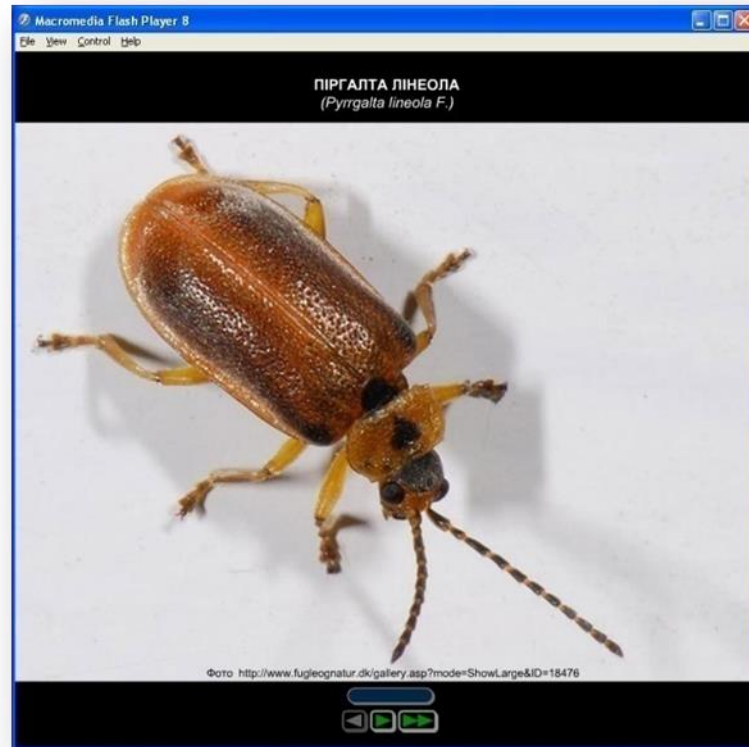


Рис. С.9. Фотографія програмного вікна “Зовнішній вигляд жука-листоїда піргалта лінеола – *Pyrrhalta lineola* F.”.

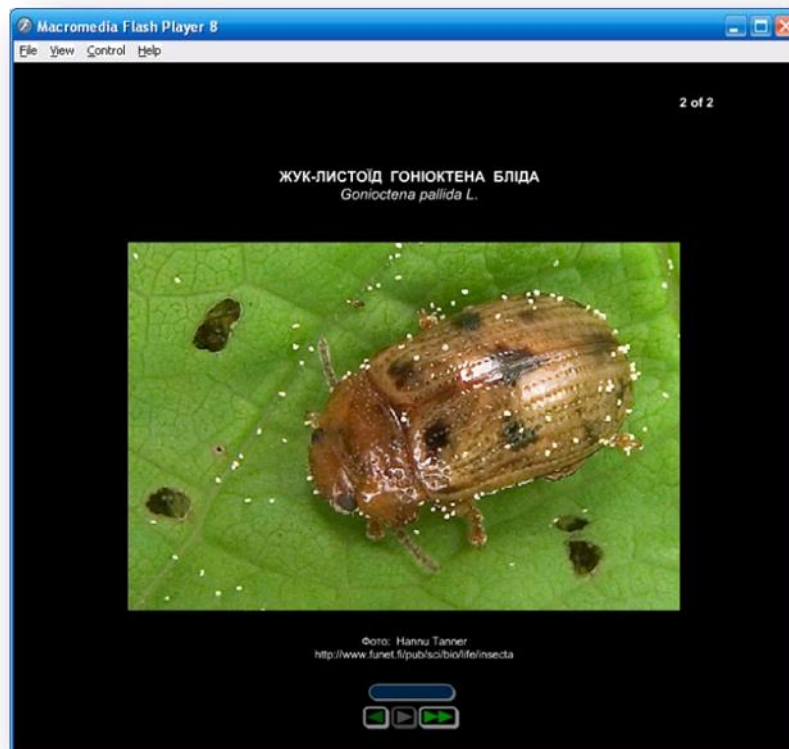


Рис. С.10. Фотографія програмного вікна “Зовнішній вигляд жука-листоїда гоніоктена бліда – *Gonioctena pallida* L.”.

Додаток Т

Схема методики (послідовності) проведення викладачем лабораторного заняття з мікроеволюції із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”



Додаток У

Структура і зміст лабораторного заняття з теми “Коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин” із застосуванням ППЗ “Microevolution 1.0”

Тема заняття: Коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин

Тип заняття: лабораторна робота

Цілі (мета) заняття:

навчальна: проаналізувати і вивчити приклади форм взаємодії еволюційних взаємовідносин серед комах і квіткових рослин. Засвоїти особливості дії механізмів взаємних пристосувань комах і квіткових рослин, їх значення в еволюції;

розвивальна: за допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” розвивати практичні навички і вміння правильно аналізувати та пояснювати особливості взаємовідносин і пристосувань в системах “тварини-запилювачі – квіткові рослини”, “фітофаг – рослина”, “організми-галоутворювачі – рослини”, “комахоїдні рослини – комахи”, “паразит – господар”, “організми-галоутворювачі – рослини”; розвивати навички роботи з комп’ютером.

виховна: здійснювати естетичне виховання, формувати науковий світогляд, спрямований на бережливе ставлення до природи.

Методи і прийоми: словесні (інформаційна розповідь, вступна і контрольна-коректувальна бесіда, потоковий і заключний інструктаж виконання завдань для самостійної аудиторної і позааудиторної роботи), наочні (ілюстрування засобами ППЗ “Microevolution 1.0” фотозображень таблиць, колекцій комах, фрагментів відеофільмів), практичні (визначення, опис, спостереження), контролю і самоконтролю успішності навчально-пізнавальної діяльності студентів (програмований контроль засобами ППЗ “Microevolution 1.0”).

Поняття: коадаптивна еволюція, антофільні комахи, орнітофілія, хіроптерофілія, паразитизм, комахоїдні рослини, галоутворення, симбіонти, протокооперація, мутуалізм, коменсалізм.

Міждисциплінарні зв'язки: ботаніка (1 курс), зоологія безхребетних (1 курс), зоологія хребетних (2 курс).

План заняття:

- I. Коадаптивна еволюція та форми еволюційних взаємовідносин і пристосувань серед тварин і рослин, їх значення для еволюції;
 - I.1. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Тварини-запилювачі – квіткові рослини”;
 - I.2. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Фітофаг – рослина”;
 - I.3. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Хижак – жертва”;
 - I.4. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Комахоїдні рослини – комахи”;
 - I.5. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Паразит – господар”;
 - I.6. Еволюційні взаємовідносини і пристосування в системі “Організми-галоутворювачі – рослини”;
 - I.7. Симбіоз та його форми. Особливості симбіотичних взаємовідносин і пристосувань.

Матеріали та обладнання: комп'ютер, ППЗ “Microevolution 1.0”, робочі альбоми, олівці, письмові ручки.

1. Гербарій: ентомофільні рослини (зозулинцеві, складноцвіті, вербові, розові, бобові, росичка круглолиста).
2. Колекції: антофільні комахи (бджоли, джмелі, жуки-листоїди, довгоносики, горбатки, мухи, метелики);

комахи пристосовані до живлення на рослинах з високим вмістом біологічно активних речовин: (приклади форм еволюційних взаємовідносин та пристосувань в системі “фітофаг – рослина”).

Жуки листоїди:

- жук колорадський (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) – в гемолімфі отрута кантаридин;
- хризомела вербова (*Chrysomela saliceti* Ws.) – в гемолімфі отрута саліцилальдегід;
- хризомела осикова – (*Chrysomela tremulae* F.) – в гемолімфі отрута саліцилальдегід;
- плагіодера різнобарвна (*Plagioderia versicolora* Laich.) – в гемолімфі отрута саліцилальдегід.

Метелики:

- строкатки (в гемолімфі отрута гіперидин);
- кропивниця (в гемолімфі отрута кантаридин);
- лимонниця (в гемолімфі отрута кантаридин);
- денне павичеве око (в гемолімфі отрута кантаридин).

Гали у рослин: (приклади форм еволюційних взаємовідносин та пристосувань в системі “організми-галоутворювачі – рослини”):

- гали горіхотворок, пильщиків, галиць, попелиць;
- гали рослинних кліщів.

3. Допоміжний навчальний матеріал:

лупи ручні, олівці, албоми.

4. Таблиці:

- орхідея (будова квітки);
- шавлія (будова квітки);
- росичка круглолиста (будова квітки);
- непентес (будова квітки);
- венерина мухоловка (будова квітки);

- комахи-запилювачі;
- комахи галоутворювачі;

5. Відео:

прикладі форм еволюційних взаємовідносин та пристосувань в системі “тварини-запилювачі - квіткові рослини”:

- запилення квітів горічавки джмелями в Пн. Африці (джмелі використовують звук певної частоти);
- запилення квітів губоцвітих бджолами (на прикладі шавлії);
- запилення квітів орхідеї джмелями (квіти використовують статевий інстинкт комах);
- запилення квітів орхідеї осами у Зх. Європі (квіти використовують статевий інстинкт комах);
- запилення квітів орхідеї осами у Зх. Австралії (квіти використовують статевий інстинкт комах);
- запилення квітів ірису мухами дзюрчалками;
- запилення квітів метеликами бражниками;
- запилення квітів орхідеї червоної метеликами в Пд. Африці;
- запилення квітів птахами (приклад орнітофілії);
- запилення квітів “дуріану” кажанами (приклад хіроптерофілії);
- запилення квітів протеї польовими мишами в Пд. Африці;

прикладі форм еволюційних взаємовідносин та пристосувань в системі “комахоїдні рослини – комахи”:

- росичка круглоста (озброєна на поверхні листка особливими залозистими волосками);
- венерина мухоловка (з пастками типу западні);
- трубколист (глечик) (з пастками типу западні).

Література:

1. Бровдій В. М. Еволюція організмів: [навч. посіб.] / Бровдій В. М., Ільєнко К. П., Пархоменко О. В. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 69-91.
2. Бровдій В. М. Вибірковість комах-фітофагів фауни України щодо кормових рослин / Василь Михайлович Бровдій // Наукові записки. – К.: КДПУ, 1992. – С. 332-333.
3. Гринфельд Э. К. Происхождение энтомофилии у растений и антофилии у насекомых / Э. К. Гринфельд // Проблемы новейшей истории эволюционного учения. – Л.: Наука, 1981. – С. 56-67.
4. Зерова М. Д. Насекомые-галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. Перепончатокрылые / Зерова М. Д., Дьякончук Л. А., Ермоленко В. М. – К.: Наукова думка, 1988. – 160 с.
5. Насекомые-галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. Равнокрылые, чешуекрылые, жесткокрылые, полужесткокрылые / [Зерова М. Д., Мамонтова В. А., Ермоленко В. М. и др.]. – К.: Наукова думка, 1991. – 344 с.
6. Насекомые-галлообразователи культурных и дикорастущих растений европейской части СССР. Двукрылые / [Колomoец Т. П., Мамаев Б. М., Зерова М. Д. и др.]. – К.: Наукова думка, 1989. – 168 с.
7. Пианка Э. Эволюционная экология: [учеб. пособ.] / Э. Пианка. – М.: Мир, 1981. – 399с.
8. Яхонтов В. В. Экология насекомых: [учеб. пособ.] / В. В. Яхонтов. – М.: Высшая школа, 1964. – С. 223-256.
9. Правдін Ф. М. Дарвінізм: [підручник для студентів пед. вузів] / Федір Миколайович Правдін. – К.: Вища школа, 1973. – С. 77-85.
10. Яблоков А. В. Эволюционное учение: [учеб. пособ.] / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 1976. – С. 174-176.

Студенти повинні знати та уміти:

розкривати зміст понять коадаптивна еволюція, антофільні комахи, орнітофілія, хіроптерофілія, паразитизм, галоутворення, симбіоз, протокооперація, мутуалізм, коменсалізм;

розпізнавати і класифікувати різні форми коадаптивної еволюції;

характеризувати взаємовідносини організмів в системах “тварини-запилювачі – квіткові рослини”, “фітофаг – рослина”, “хижак – жертва”, паразит – господар”, “організми галоутворювачі – рослини”, “комахоїдні рослини – комахи”, “симбіонти”;

порівнювати та пояснювати на науково обґрунтованих прикладах особливості дії механізму утворення взаємних пристосувань в системах генетично неспоріднених груп організмів.

Структура і зміст заняття:

I. Етап. Організаційний момент.

Викладач перевіряє готовність студентів до заняття, налаштування ППЗ “Microevolution 1.0” на комп’ютерах студентів.

II. Етап. Мотивація навчально-пізнавальної діяльності.

Використовуючи комп’ютер і засоби ППЗ “Microevolution 1.0”, викладач відкриває студентам для перегляду навчальну html-сторінку (рис. У.1), оголошує тему, мету, план заняття і рекомендовану літературу. Студенти конспектують вищезазначену інформацію у свої зошити.

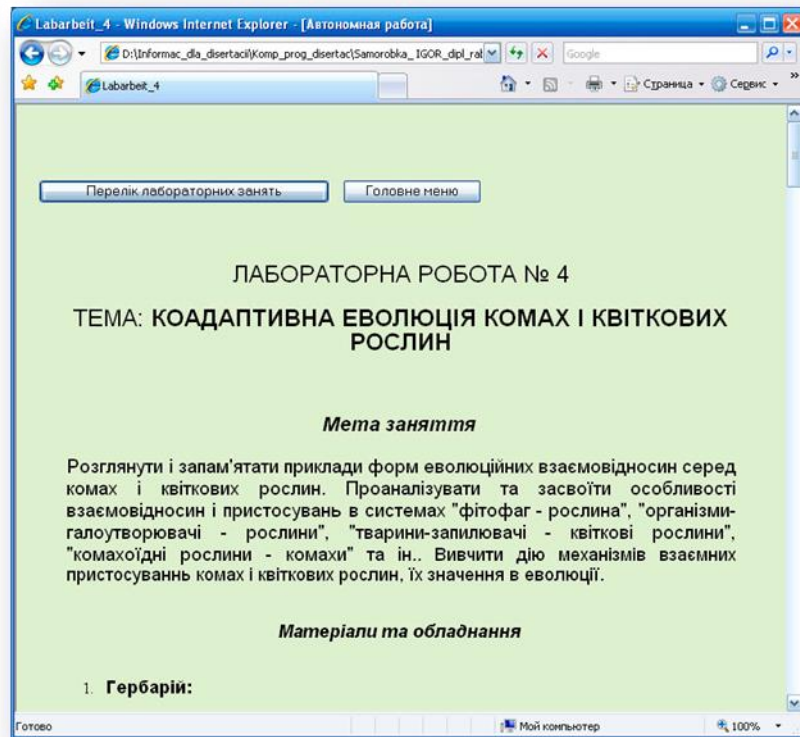


Рис. У.1. Фотографія програмного вікна “лабораторна робота № 4”.

Ш. Етап. Перевірка засвоєння попереднього навчального матеріалу.

Відповідно до робочої програми курсу “Еволюційне вчення” передбачено, що на попередньому лабораторному занятті студенти вивчали особливості дії механізмів різних форм адаптацій. Для перевірки якості засвоєння студентами навчального матеріалу з попереднього лабораторного заняття, викладач пропонує студентам дати відповіді на нижче зазначені запитання:

4. Який основний зміст поняття “адаптація”?
5. За якими основними ознаками характеризуються адаптації?
6. Назвіть основні форми морфологічних адаптацій.

ІV. Етап. Активізація навчально-пізнавальної діяльності.

Після перевірки у студентів якості засвоєння навчального матеріалу з попереднього лабораторного заняття, викладач поступово створює сприятливі передумови для виконання студентами завдань самостійної аудиторної роботи. З цією метою, активізується навчально-пізнавальна

діяльність студентів. Викладач пропонує студентам дати відповіді у формі бесіди на такі запитання:

4. Яке еволюційне значення адаптацій?

5. Що таке коадаптивна еволюція?

6. Назвіть основні форми еволюційних взаємовідносин та пристосувань в природних системах.

V. Етап. Виконання студентами завдань для самостійної аудиторної роботи.

Студенти записують в свої робочі зошити нижче зазначені завдання і за допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” їх виконують.

8. Проаналізуйте будову квітів ентомофільних рослин (орхідних, губоцвітих та ін.) і пристосування до них комах.

9. Поясніть характерні особливості пристосування бджоли до запилення квітів шавлії.

10. Наведіть приклади комах-запилювачів. Поясніть їх значення в природі і практичній діяльності людини.

11. Проаналізуйте взаємні фізіолого-біохімічні пристосування в системі “фітофаг – рослина”. Наведіть приклади. Яке значення цих пристосувань в еволюції.

12. Поясніть явища комахоїдності серед рослин. Наведіть приклади.

13. Наведіть приклади галів і галоутворюючих комах.

14. Поясніть на прикладах взаємні пристосування паразитів і господарів в процесі еволюції.

Методичний коментар:

В ППЗ “Microevolution 1.0” завдання для самостійної роботи і відповідні їм унаочнення розміщені за певним алгоритмом, який забезпечує якісне і системне засвоєння навчального матеріалу. Тому, перед використанням студентами ППЗ, викладач наголошує на важливості попереднього ознайомлення із завданнями самостійної роботи. При такому підході до використання ППЗ у навчальному процесі значно підвищується

ефективність осмисленого засвоєння навчального матеріалу (тексту і відповідних фото-, відео унаочнень) студентами.

Після уважного ознайомлення із завданнями самостійної роботи, студенти, використовуючи зручні засоби ППЗ (навчальний текст, відповідні фото- і відео унаочнення), безпосередньо приступають до вивчення різних форм еволюційних взаємовідносин організмів, особливостей дії механізмів коадаптивної еволюції. При цьому, значна увага надається вивченню нижче зазначеного теоретичного матеріалу і відповідному унаочненню застосованому в ППЗ “Microevolution 1.0”.

Коадаптивна еволюція в широкому розумінні – це сумісна еволюція генетично неспоріднених груп організмів (двох або більше таксонів), які об’єднані тісними екологічними зв’язками, але не обмінюються генетичною інформацією [31, с. 69].

Поняття “кoeволюція” часто вживається у вузькому значенні, для розкриття сутності еволюційних механізмів взаємодії між рослинами і тваринами, насамперед тваринами-запилювачами і тваринами рослиноїдними. В такому значенні термін “кoeволюція” застосовують також для розкриття особливостей взаємних пристосувань різних органів один до одного в межах організму. Так, І. І. Шмальгаузен (1969) вказував на очевидне взаємне пристосування зовнішньої форми внутрішніх органів організмів.

Прикладом взаємного пристосування для забезпечення нормальної роботи є рухоме з’єднання лопатки і крижової кістки з голівкою плечової і стегнової кісток [31, с. 70].

До коадаптивної еволюції відносять різні форми еволюційних взаємовідносин та пристосувань в системах: “тварини-запилювачі – квіткові рослини”, “фітофаг – рослина”, “хижак – жертва”, паразит – господар”, “організми галоутворювачі – рослини”, “комахоїдні рослини – комахи”, “симбіонти” [31, с. 69].

Студенти під керівництвом викладача розглядають в зазначеній нижче послідовності форми еволюційних взаємовідносин. При цьому, викладач

звертає увагу студентів на особливості запилення квітів, зокрема, зауважує що існування яскравих квітів з нектаром можна розцінювати як результат еволюції, спрямованої на приваблювання потрібних тварин. Саме забарвлення квітки уже свідчить про характер його запилювачів, оскільки різні види комах розрізняють неоднакові кольори. Для бджіл – це жовтий, синьо-зелений і синій кольори, метелики летять на червоні і білі квіти. Якщо квіти невеликі і можуть бути малопомітними для комах, то формуються різноманітні суцвіття, в яких квіти зібрані в голівки, кошики, зонтики, волоть, колоски, сережки і стають цілком помітними, чого б вони не досягли поодиноці. Так, що сам факт існування різних суцвіть також обумовлений пристосуваннями рослин до перехресного запилення за допомогою комах.

Здатність багатьох квітів виділяти ароматичні речовини теж є одним із засобів приваблювання комах. Якби не було на Землі комах, не було б і запашних квітів. Квіти сильно пахнуть саме в той час, коли активні комахі їх запилюють. Жимолость, пеларгонія, любка дволиста, петунія, маренка, чимало видів гвоздикових вдень або зовсім не пахнуть, або пахнуть дуже слабо. Проте, з настанням сутінок з'являються нічні метелики (совки, шовкопряди, бражники), квіти розпускаються і відкриті протягом ночі, поширюючи навколо себе сильний аромат. Навпаки, квіти, які розпускаються вдень і запилюються денними метеликами, бджолами і джмелями, запашніші в денний період (конюшина, люцерна, яблуна та ін.) [31, с. 71].

Із словом “квітка” завжди асоціює слово запашна. Проте не всі квіти мають приємний запах. Квіти різних аронників (*Arum*), рафлезії (*Rafflesia*), кірказони (*Aristolochia*), деяких видів орхідей, південно-африканської стапелії (*Stapelia*) мають трупний запах, чи запах тухлої риби. До того ж забарвлення деяких з цих квітів (наприклад, рафлезії) імітує м'ясо, що розкладається. До таких рослин злітається безліч мух і жуків, розвиток яких пов'язаний з трупами тварин, чи екскрементами, на яких вони годуються і відкладають яйця. Комахі, прилетівши до таких квітів, звичайно обмануті, не

знаходять того, чого чекали, проте вони сприяють перехресному запиленню рослин [27, с. 71].

Запах пилку відрізняється від запаху квітки. Медоносні бджоли їх добре розрізняють. Досить неприємні запахи квітів калини і дерену білого зобов'язані своїм походженням амінам, які містяться в пилку.

Запахи стимулюють приліт комах до квітів. До комах, що летять на далеку відстань, належать, насамперед ті, які розшуковують їжу на екскрементах і відкладають там свої яйця (мухи, жуки-калоїди та ін.).

Цікаве явище – приваблювання з далекої відстані комах-запилювачів статевими атрактантами квітів. За допомогою засобів ППЗ студенти мають можливість переглянути фрагмент відеофільму “Запилення орхідеї бджолами” (рис. У.2).

Під час перегляду фільму звертається увага студентів на те, що квіти окремих видів рослин здатні випускати аромат, який нагадує запах самок і цим приваблює самців. Самці поодиноких бджіл (*Andrena*, *Corytes*, *Eucera* та ін.) відвідують квіти різних видів роду офрис (*Ophrys*) із родини орхідних і здійснюють на них рухи, ніби паруючись з самкою. Запах і форма квітки офрисів, імітуючи самок-запилювачів і діючи на органи чуттів самців, спонукають їх до перельоту з квітки на квітку для задоволення статевого інстинкту. При цьому відбувається перенесення полініїв цих орхідей і перехресне запилення. Відвідування і запилення квітів офрисів самцями припиняється як тільки появляться самки відповідного виду, що з'являються пізніше самців. Подібні явища сексуальної обумовленості запилення статевими атрактантами виявлені у ряду інших представників орхідних (*Oncidium*, *Brassia*, *Calochium*) [31, с. 72].

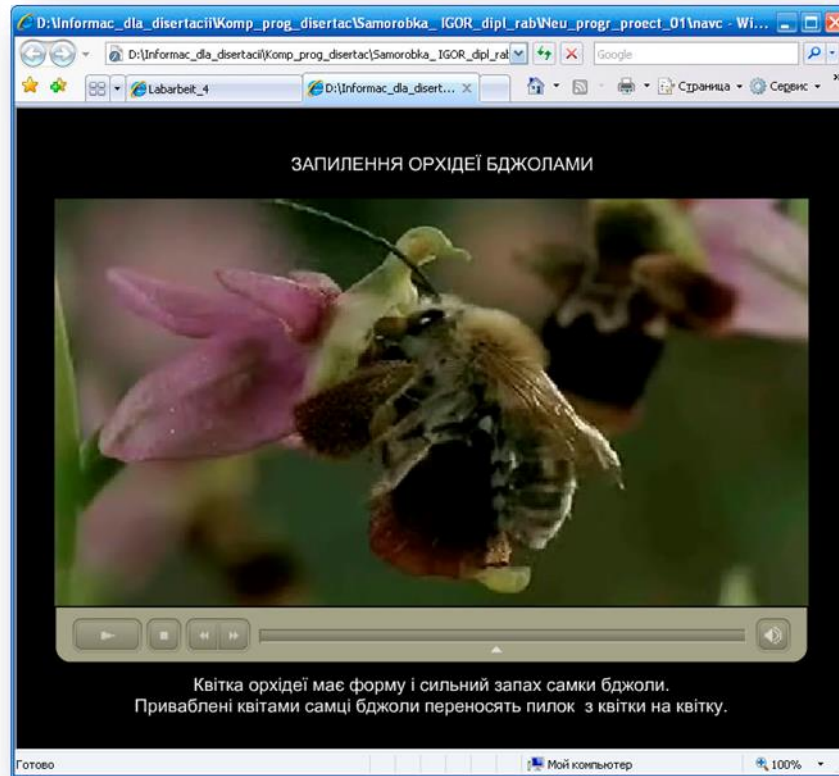


Рис. У.2. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму
“Запилення орхідеї бджолами”.

Особливим засобом приваблювання комах є нектар. Грецьке “нектар” – напій богів, що дарує безсмертя і вічну юність. Така назва пов’язана з тим, що нектар є джерелом меду, який має цінні цілющі властивості. Нектар є їжею для багатьох комах, в тому числі і бджіл, які переробляють його в мед, запасуючи його. Добуваючи нектар і пилок, комахи здійснюють перехресне запилення квітів. Припускають, що нектарники синтезують певні гормональні речовини, необхідні для процесів запліднення, розвитку зав’язі, плода і насіння. Такими речовинами є стероїдні гормони [31, с. 72].

Основними компонентами нектару є глюкоза, сахароза, фруктоза, амінокислоти, білки, вітаміни та інші органічні та неорганічні речовини. Кількість нектару коливається в широких межах, від ледве помітних слідів до десяти міліграмів в одній квітці. Особливо велика кількість нектару утворюється в квітах представників тропічної флори, вона коливається також протягом доби. Більшість рослин найінтенсивніше виділяє нектар в ранішні

години (липа, глуха кропива, материнка, віка), інші – в денні години (фацелія, дербенник, зніт), а то і ввечері (синюха, чина, медуниця).

Нектарники надто різноманітні за величиною, формою, походженням та розміщенням. В квітах різного типу нектарники розміщені в різних місцях, що робить їх неоднаково доступними для комах. В деяких випадках нектар майже відкритий і легкодоступний для комах, які мають короткі хоботки лижучого типу (мухи), або смоктального (деякі види диких бджіл). В іншому випадку він, до певної міри, захищений і його можуть дістати бджоли з довшим хоботком, і, нарешті, в третьому випадку, нектар доступний тільки кохам з досить довгими хоботками (джмелям і метеликам) [31, с. 73].

Як приклад, студенти переглядають фрагмент відеофільма “Запилення губоцвітих рослин бджолами” (рис. У.3).

Під час перегляду фільму викладач звертає увагу студентів на особливості будови квітки шавлії із родини губоцвітих. Ця назва родини відповідає будові квітки. Віночок шавлії складається із п’яти пелюсток, що зрослися в дві губи. Верхня губа схожа на склепіння, широка, нижня губа квітки з зручною площинкою для посадки бджоли. Частини органу розмноження у вигляді довгого стовпчика з подвійною приймочкою і парою тичинок розміщуються над верхньою губою. Приймочка дещо виступає назовні. Тичинки прикріплені рухомо, ніби на шарнірі, і мають в основі подушечки. Щоб дістати нектар, бджола проникає головою всередину квітки, при цьому штовхаючи подушечки так, що тичинки згинаються і б’ють бджолу своїми пиляками по спинці.

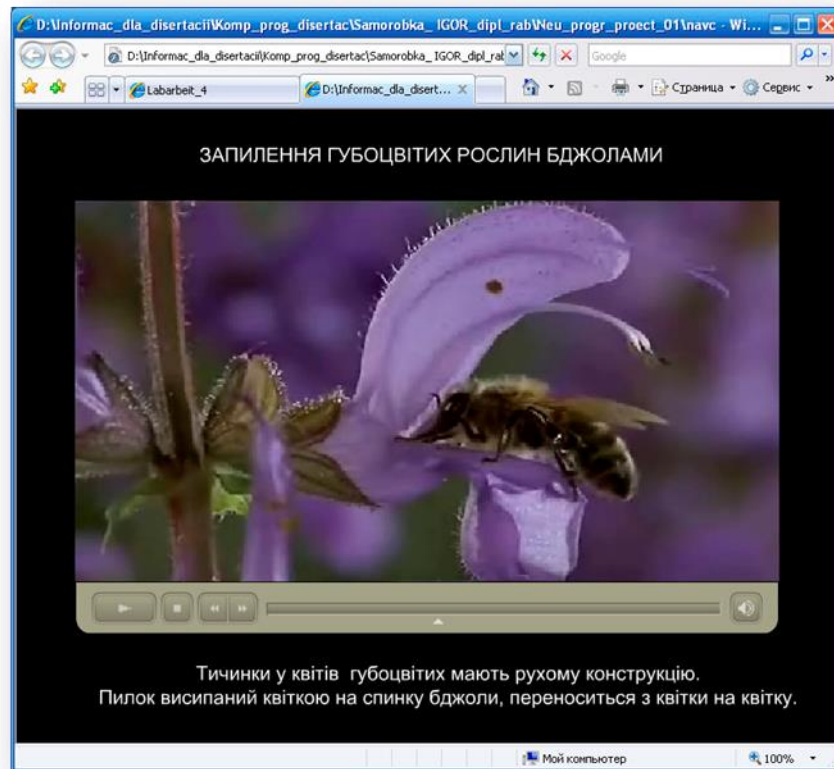


Рис. У.3. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму
 “Запилення губцвітих рослин бджолами”.

Пилок при цьому висипається на мохнату спинку бджоли і переноситься ним на іншу квітку шавлії. Таким чином відбувається перехресне запилення і запліднення шавлії.

Подібним чином відбувається запліднення настурції (красолі) джмелями.

Квітка настурції має “посадкову площадку” у вигляді трьох нижніх пелюсток. Коли джміль сідає на площинку, то пелюстки роз’їжджаються і джміль провалюється до пиляків. Нектар знаходиться в довгій шпорці і щоб до неї дотягтися необхідно розпластатись на квітці, при цьому вивалюючись в пилку.

Отже, яскраве забарвлення квіткового вбрання, тонкий аромат, наявність пилку і нектару, часто сама будова квітки – все це засоби для приваблювання комах і для досягнення мети, щоб комахи не тільки

прилітали, але і забирали пилок на свої лапки і мохнату спинку і переносили його на інші такі ж квіти, що сприяє перехресному запиленню.

Квіткові рослини і комахи-запилювачі, згідно палеонтологічних даних, з'явилися на Землі приблизно одночасно і змінювались разом в процесі коеволюції. Зрозуміло, що наявність “свого” запилювача – важливий селективний фактор для рослин, а ті, в свою чергу – джерело існування для комах.

Потрібно зазначити, що крім комах запилювачами можуть бути і птахи (орнітофілія), кажани (хіроптерофілія).

В Америці птахами запилювачами є колибри, в Австралії – папуги-лорі, в Африці – нектарниці. Орнітофільними рослинами є евкаліпти (*Eucalyptus*), канни (*Canna*), акації (*Acacia*), фуксії (*Fuchsia*), алое (*Aloe*), деякі види кактусів та ін. [31, с. 74].

Квіти, які запилюються птахами, характеризуються відсутністю запаху, що пов'язано із слабо розвиненим у птахів нюхом. Проте вони досить чутливі до кольору і, на відміну від багатьох комах, добре розрізняють червоний колір.

Нектар у орнітофільних рослин водянистий і інколи слизовий. Його продукується чимало. Наприклад, рослини роду банксія (*Banksia*, родина протейних) утворюють так багато нектару, що мешканці Австралії використовують його в їжу.

В будові тіла і в поведінці птахів-запилювачів відобразилось багаторічне пристосування до рослин, яких вони запилюють. Дрібні птахи пурхають в повітрі, висмоктуючи нектар із квітів, не сідаючи на них. Інші птахи, масивніші, сідають на землю, добуваючи нектар із квітів і суцвіть, які розташовані поблизу землі.

Хіроптерофільні рослини – здебільшого дерева (часто досить високі) та ліани, зрідка, кущі і трав'янисті рослини. “Послугами” кажанів користуються зокрема квіти представників родини баобабових – мешканців африканських

саван баобабів (*Adonsonia digitata*) та південноамериканського “вовняного дерева” (*Ceiba pentandra*) [31, с. 74].

Кажани відвідують і запилюють квіти в темну пору доби – в сутінках і вночі. За допомогою засобів ППЗ студенти можуть переглядати в зручному режимі фрагмент фільму “Запилення квітів “дуріану” кажанами” (рис. У.4).

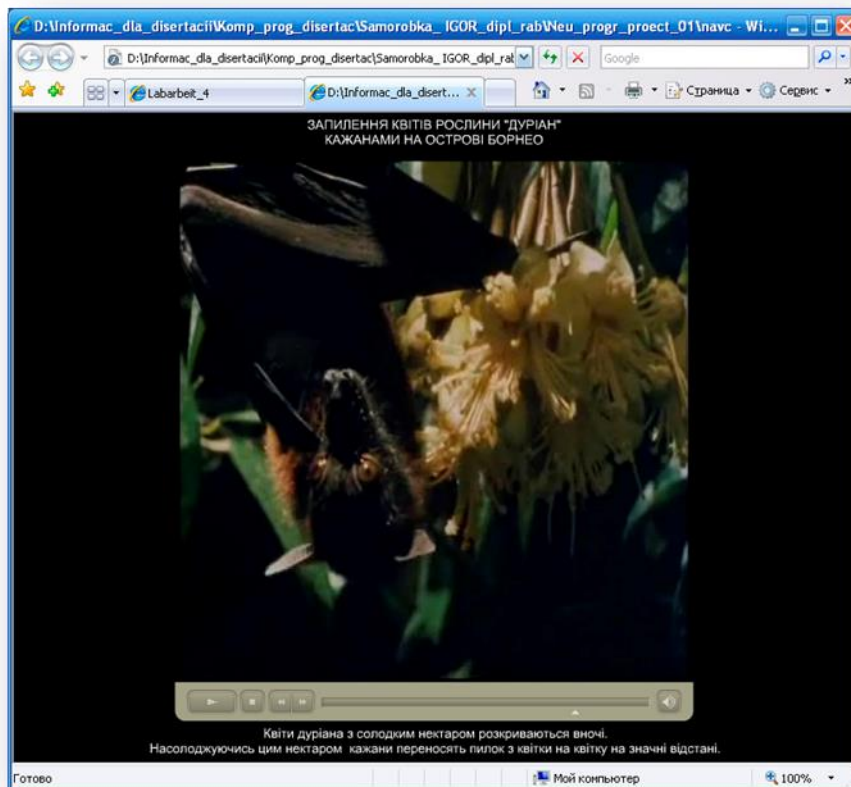


Рис. У.4. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму “Запилення квітів “дуріану” кажанами”.

Під час перегляду фільму викладач звертає увагу студентів на те, що з нічним способом запилення пов’язані такі особливості квітів хіроптерофільних рослин, як тьмянний зеленувато-жовтий, коричневий і фіолетовий кольори та розкривання квітів ввечері, так що пилок і нектар стають доступними для відвідувачів тільки з настанням темряви. Квіти, чи суцвіття, як правило, великі, з міцною оцвітиною і міцними “посадковими площадками” для запилювачів. В квітах чимало слизового нектару і пилку,

вони мають неприємний затхлий запах, що імітує запах секретії залоз самих кажанів, який дозволяє їм орієнтуватись в зграї.

Однією із хіроптерофільних рослин є паркія (*Parkia clappertoniana*) – із підродини мімозових, родини бобових. Її квіти мають слабкий фруктовий запах.

Відомі також випадки участі деяких нелітаючих ссавців в запиленні квітів ряду тропічних рослин. Запилювачами деревних рослин із родини миртових, протейних, сарколенових і деяких інших є дрібні сумчасті в Австралії, гризуни в Австралії і Південній Америці, лемури на Мадагаскарі. Прикладом може слугувати австралійський хоботноголовий кускус (*Tarsipes sphenocrae*). Це дрібна нічна сумчаста тварина, добре пристосована до деревного способу життя, живиться пилком і нектаром квітів. Спосіб її життя надто схожий на життя австралійських птахів-медоносів. Язик звірка подібний на кетяжок для збору пилку, ротові органи пристосовані до втягування нектару. Цікаво, що, як і птахи-медоноси, хоботноголовий кускус здійснює міграції, пов'язані з цвітінням деревних рослин, на яких він проводить життя і отримує їжу. Нелітаючі ссавці-запилювачі рослин були широко поширені в нижньому кайнозої, а в наші дні збереглися як реліктові [31, с. 75].

IV. 2. Еволюційні взаємовідносини в системі “фітофаг – рослина”

У багатьох рослин виробились властивості синтезувати деякі вторинні сполуки, які відлякують більшість хижаків, проте, якщо у рослиноїдній тварини, в свою чергу, виробиться здатність справлятися з цією сполукою, то вона може отримати джерело їжі, неприступне для конкурента.

Відомо, що чимало видів і систематичних груп рослин характеризуються високим вмістом специфічних біологічно активних речовин, що робить їх недоступними, або, принаймні, малодоступними для поїдання фітофагами. Наприклад, для вербових характерний саліцилальдегід, букових – танін, коноплевих – каннабін, молочайних – еуфорбін, гарбузових – кукурбітацин, горіхових – юглон, звіробійних – гіперин, м'яти – ментол,

ромашки – пиретрин, чебрецю – тимін, беладонни – атропін, пасльонових – солонін тощо. Згадані рослини мають дуже специфічну фауну комах-фітофагів, які звикли до них, виробили механізми розкладу і детоксикації цих речовин та їх сполук і успішно використовують їх в їжу [31, с. 75].

Так, наприклад, *Drosophila pachea* – єдиний представник плодових мух, які можуть житись на кактусах групи “сеніта”. Ці рослини продукують алкалоїд, який є смертельним для личинок всіх плодових мух, крім *Drosophila pachea*, яка виробила заходи знешкодження цієї речовини.

Жуки-листоїди хризомели вербова і осикова пристосувались до живлення на рослинах з родини вербоцвітих, що містять саліцилальдегід. Жук колорадський (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), поїдаючи рослини з родини пасльонових, знешкоджує солонін, солацисин, томатин та інші сполуки, конопляна блішка пристосувалась до живлення на коноплі, розкладаючи каннабін. Листоїд гастроліна торацика в Сибіру спеціалізувався на поїданні гороху, що має токсичну речовину юглон [31, с. 76].

Личинки жуків-листоїдів з роду хризомела *Chrysomela* (хризомела тополева – *Chrysomela populi* L., хризомела вербова – *Chrysomela saliceti* Ws., хризомела осикова – *Chrysomela tremulae* F., плагіодера різнобарвна – *Plagioderia versicolora* Laich. та лінеїда вільхова – *Linnaeidea aenea* L.) накопичують в своїх залозах, розташованих по боках тіла, біологічно активні речовини, що містяться в їх кормових рослинах, і при загрозах з боку хижаків виділяють рідину з різким неприємним запахом, захищаючись від ворогів [209, с. 200-201]. За допомогою засобів ППЗ студенти переглядають фотослайди з зображеннями личинок жуків-листоїдів (рис. У.5).

Після перегляду унаочнення студенти роблять висновок, що завдяки такій коеволюції чимало видів тварин спеціалізується на споживанні одного або декількох видів рослин і у такий спосіб значно обмежили кількість своїх конкурентів, що забезпечило їм успіх в боротьбі за існування.

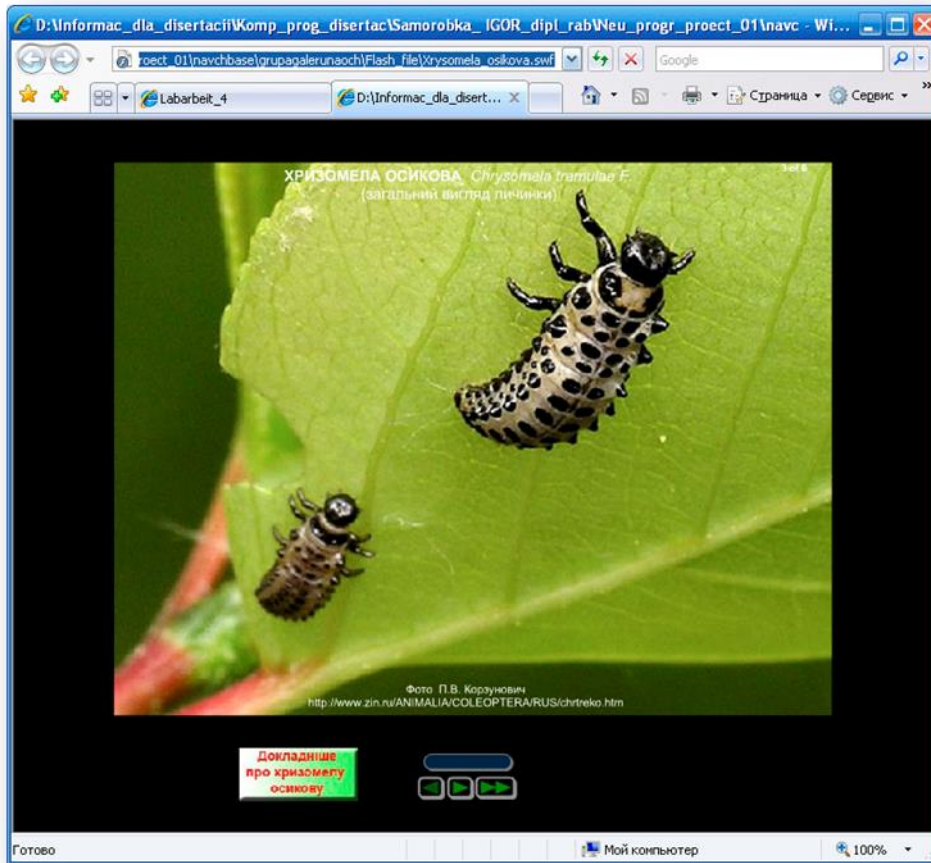


Рис. У.5. Фотографія програмного вікна з фотослайдом “Загальний вигляд личинки жука-листоїда хризомела осикова (*Chrysomela tremulae* F.)”.

IV. 3. Еволюційні взаємовідносини в системі “хижак – жертва”

Хижацтво має спрямований характер і діє так, що хижак отримує вигоду від співіснування з жертвою. Хижаки, які успішно ловлять здобич, отримують при цьому більшу кількість їжі і краще виживають, ніж менш спритні. Тому, природній добір, який діє в популяції хижаків, спрямований на збільшення ефективності пошуку, ловлі і поїдання жертви. А в популяціях жертви селективну перевагу матимуть ті члени, які успішно уникатимуть хижаків. Природній добір в популяціях жертви сприяв виникненню таких пристосувань, які б дозволили особинам уникнути їх виявлення і поїдання. Водночас, як жертва набуває досвіду уникнення хижаків, самі хижаки, в свою чергу, виробляють ефективніші механізми їх виявлення.

В процесі еволюції системи “хижак – жертва” жертва діє так, щоб звільнитись від взаємодії, а хижак, щоб постійно її підтримувати [31, с. 76]. В результаті такої довготривалої еволюції з'явилося чимало цікавих і досить складних пристосувань. Наприклад, у хижаків – це загнуті отруйні зуби гадюк з апаратом вприскування отрути, отрута і павутина у павуків, швидкі і точні рухи богомолів, змій, хижих птахів і ссавців. Жертви, в свою чергу мають свої пристосування, наприклад, крики тривоги, виставлення охорони, інстинкт затаювання, використання недоступних для хижаків схованок, маскувальне забарвлення тіла і різні шипи, колючки (їжак, дикобраз, акація, шипшина, ожина, троянда, шавлія, тощо). Зрозуміло, що озброєний, чи замаскований організм має більше можливостей протистояти своїм ворогам, ніж позбавлений цих пристосувань.

Жертви часто мають досить складні і несподівані пристосування. Наприклад, головоногі молюски (кальмари, восьминоги, каракатиці) в процесі еволюції “винайшли” дивну чудо-зброю – чорнильну бомбу. В хвилину небезпеки молюски викидають струмінь чорної рідини, яка створює “димову завісу”, під прикриттям якої молюски втікають від хижаків. Цікаво, що вміст мішка не вибризкується за один раз. Так, звичайний восьминіг може ставити “димову завісу” шість разів підряд і через півгодини в нього цілком відновлюється повний запас чорнил. Або, явище автотомії (самокаліцтва) в того ж восьминога. Схоплений за “руку”, він тут таки з нею розлучається. Щупальце відчайдушно звивається, ворог кидається на нього і в цей час пропускає свою основну жертву [31, с. 77].

IV. 4. Еволюційні взаємовідносини в системі “комахоїдні рослини – комахи”

Відносини в системі “Комахоїдні рослини – комахи” є специфічною формою хижацтва. Відомо близько 500 видів комахоїдних рослин, які є складовими 7 родин дводольних. Всі вони мають зелені листки, які у одних рослин вони цілком, а в інших частково перетворені в пастки для комах.

Своєрідне, здебільшого надто яскраве, або строкате, забарвлення цих пасток і наявність спеціальних ароматичних залоз, які виділяють нектар, є засобом приваблювання комах. Нерідко пастки нагадують квіти.

За характером пристосування для лову комах і інших дрібних тварин комахоїдні рослини поділяють на три групи [58, с.81-84]:

IV. 4. I. Рослини, озброєні на поверхні листка особливими залозистими волосками, що виділяють клейку речовину. Серед рослин флори України сюди належить росичка. На території СНД відомо 4 види росички. Найпоширенішою є росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.) [31, с. 77]. За допомогою засобів ППЗ студенти мають можливість переглядати фрагмент фільму “Росичка круглолиста” (рис. У.6).



Рис. У.6. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму “Росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.)”.

Під час перегляду фільму викладач звертає увагу студентів на те, що росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.) росте на торфових болотах,

збіднених на органічні речовини. Округлі листки росички зібрані в прикореневу розетку, вкриті волосками-щупальцями з червоною залозистою голівкою. Голівка кожної волосинки виділяє густий, липкий, тягучий слиз. Коли комаху привабили краплі цього секрету, вона сідає на листок і відразу ж прилипає до нього, подразнюючи залозисті волосинки, які починають згинатися і обхвачувати комаху. Особливі залозки при цьому виділяють протеолітичні або інші ферменти, під дією яких відбувається гідроліз білкових речовин комах. Потім відбувається всмоктування розчинених речовин і їх засвоєння [27, с. 174].

Через певний час від комах залишаються тільки тверді хітинові частини. А волосинки-щупальця виправляються і знову готові до захвату нової здобичі. Цікаво зазначити, що “чуттєві органи” росички діють не на кожний подразник. Речовини, придатні до цього, спричиняють до відповідного ефекту досить швидко, а до предметів, непридатних для споживання, вони відносяться індиферентно.

До цієї групи комахоїдних рослин належать також ліаноподібні тропічні рослини трифіофілум щитовидний (*Triphyophyllum peltatum*) та дрозофілум (*Drosophyllum*).

В Україні виявлено 10 видів комахоїдних рослин, серед яких найпоширенішою є росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.), сюди належать також росички англійська (*Drosera angelica* Hudson.) і середня (*Drosera intermedia* Haune.), товстянки звичайна (*Pinguicula vulgaris* L.), двоколірна (*Pinguicula bicolor* Woloszcz.) і альпійська (*Pinguicula alpina* L.), альдрованда пухирчаста (*Aldrovanda vesiculosa* L.), пухирники середній (*Utricularia intermedia* Haune.), Брема (*Utricularia bremii* Heer ex Kölliker.) і звичайний (*Utricularia vulgaris* L.) [31, с. 78].

IV. 4. II. Рослини, які мають пастки типу верші

За допомогою засобів ППЗ “Microevolution 1.0” студенти переглядають фрагмент фільму “Мисливець непентес (*Nepenthes* L.)” (рис. У.7).

Під час перегляду відеофільму, викладач звертає увагу студентів на особливості пристосування рослини непентес до полювання на комах. Непентес – це чагарникові, або напівчагарникові ліани, стебло яких по стовбурах і гілках піднімається на десятки метрів і має пастку типу верші. Відомо 60 видів непентесів, які зростають в тропічній Індо-Малайській області [31, с. 80].

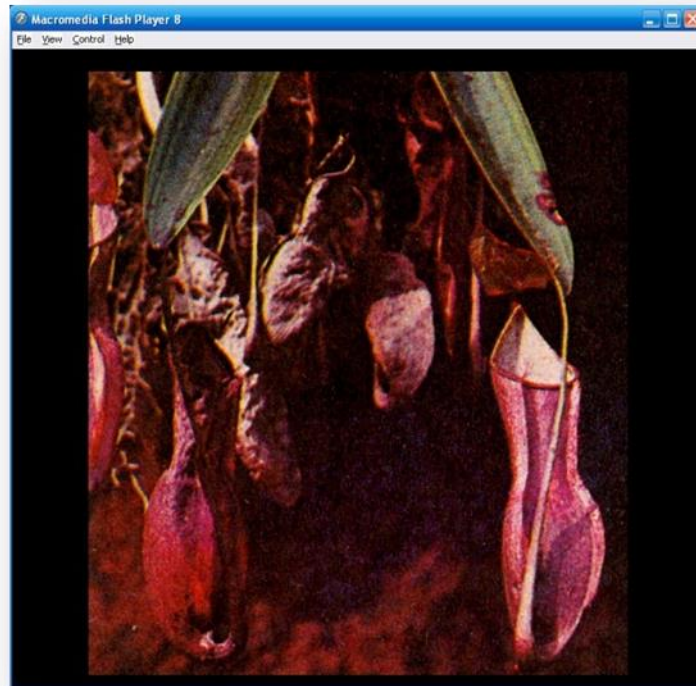


Рис. У.7. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму
“Мисливець непентес (*Nepenthes* L.)”

Листки непентеса мають довгий черешок, нижня частина якого широка і виконує функцію листової пластинки, середня – вузька, обвивається навколо інших рослин, а верхня перетворена в пастку, яка має форму глечика. Цей глечик прикривається зверху невеликою кришкою, яка є рудиментом листової пластинки. Глечик нагадує квіти. У різних видів непентеса глечики різного розміру, форми і забарвлення, їх довжина коливається від 2,5 до 50 см. В такому великому глечику може поміститися навіть птах. В верхній частині внутрішньої стінки глечика розташовані залози, які секретують віск. Восковий наліт двошаровий. Верхній шар

складається з дрібних лусок, що прилипають до лапок комах, і, відриваючись від нижнього шару, примушують комах, як на ковзанах, ковзати вниз, назустріч травним залозам на дні пастки. Вони виділяють протеолітичний фермент непентесин, активний тільки в кислому середовищі. Тому тут виробляється і мурашина кислота, яка не тільки активує фермент, але й відіграє роль антисептика [31, с. 81].

Великий глечик нагадує шлунок ссавця, кількість рідини, яка збирається в ньому, досягає 1-2 л, а комах, які потрапляють в нього кілька сотень. В процесі розкладу комах і розмноження в рідині бактерій, з'являється специфічний запах гниття, який приваблює до рослин інших комах.

На болотах Північної Америки ростуть комахоїдні рослини сараценія пурпурова (*Sarracenia purpurea*) і жовта (*Sarracenia flava*). Листки згаданих рослин зібрані віночком при землі. Кожний листок нагадує собою глечик. Розмір глечиків у сараценії пурпурової – 10-40 см, а у сараценії жовтої – 70-60 см. Вони строкато забарвлені в пурпурово-жовто-зелені кольори. Найяскравіший малюнок поблизу отвору глечика, що робить вхід в пастку, добре помітний здалеку. Інколи листки-трубки напівлежать на поверхні землі, нагадуючи кобру, яка піднімається. Кожний ловчий листок на боці, який повернутий до стебла, несе крилоподібну облямівку у вигляді парасольки, яка прикриває отвір від потрапляння в нього дощової води. Вся облямівка вкрита чисельними нектароносними залозами і твердими, спрямованими донизу волосками. Епідермальні клітини нижньої частини глечика виділяють також антисептичні речовини, завдяки яким мертві комахи, розкладаючись, не спричиняють до гнильного запаху [31, с. 81].

Деякі види сараценій надто декоративні і в ряді країн їх здавна культивують. Найпоширенішою в культурі є сараценія жовта – ефектна багаторічна рослина з великими блідо-жовтогарячими квітами і соковитими, витончено-зігнутими, глечикоподібними листками. В кімнатній культурі ця рослина при щедрому поливанні і відповідному догляді здатна жити навіть

без підгодовування комахами. Не менш популярна і сараценія-пурпурова, квіти якої мають приємний запах фіалки. В листках і наземних органах кількох видів сараценій знайдений алкалоїд сараценін, який використовують в медицині.

IV. 4. III. Рослини наділені пастками типу западні

Використовуючи засоби ППЗ “Microevolution 1.0” студенти переглядають фрагмент фільму “Венерина мухоловка (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis.)” (рис. У.8) [31, с. 82].

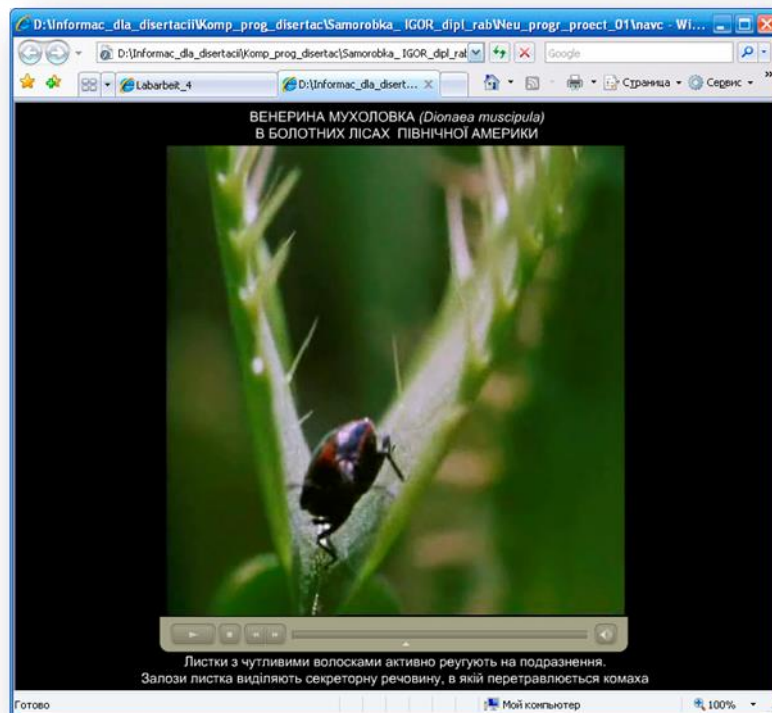


Рис. У.8. Фотографія програмного вікна з фрагментом відеофільму “Венерина мухоловка (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis.)”

Під час перегляду відеофільму, викладач звертає увагу студентів на те, що у венериної мухоловки (*Dionaea muscipula* Solander ex Ellis.), яка зростає на торфових болотах Північної Америки, листок має крилатий черешок і дволопатева пластинка, по боках якої знаходяться довгі зубці, а посередині її лопатей – по три чутливих щетинки. При дотику комахи листкові пластинки закриваються. При цьому крайові зубці заходять один за один, утворюючи решітку.

Якщо у пастку потрапила комаха малого розміру, вона має шанс звільнитися оскільки пройде крізь комірки решітки, проте здобич з розмірами достатніми для того, щоб листові пластинки її утримали, неминуче загине.

Чим відчайдушніше б'ється жертва в пастці, тим міцніше стискаються стулки листка, прилягаючи одна до одної.

Існують гіпотези, які пояснюють механізм такого рідкісного явища природи, як миттєве закриття ловчого апарату. Серед них найвірогіднішою є гіпотеза про поширення рухливого стимулу шляхом передавання електричної енергії. В листку венериної мухоловки при подразненні відбувається електрофізіологічне явища, що нагадує процеси, які відбуваються при передаванні збудження в нервово-м'язовому апараті тварин.

Тісно зачинені пастки венериної мухоловки утримуються в такому стані досить довго, не менше 40 годин, після чого листки знову розкриваються і залози на їх поверхні поновлюють свою функцію [31, с. 84].

Розглянувши різноманітні пристосування рослин до комахоїдності, студентам пропонується розв'язати проблемне питання: чому еволюція деяких рослин пішла в напрямі вироблення таких складних та унікальних механізмів для лову і перетравлення комах. Яку користь приносить рослинам додаткове живлення тваринною їжею?

Якщо у студентів виникають проблеми в розв'язанні цього питання, викладач, шляхом надання додаткової інформації, спрямовує хід мислення студентів на раціональний шлях розв'язання проблеми. Зокрема, наголошується на тому, що перші експерименти, які дають відповідь на ці запитання були проведені Ч. Р. Дарвіном, а згодом й іншими дослідниками. Результати досліджень показали, що хоча комахоїдні рослини й можуть розвиватись без тваринної їжі, проте при її наявності ростуть в декілька разів швидше і краще. Наземні форми комахоїдних рослин ростуть на болотах, пісках чи скелях, тобто на ґрунтах, збіднених азотними речовинами та мінеральними солями.

Рослинам, які б жили в таких несприятливих умовах, потрібно було або зовсім зникнути з поверхні Землі, або відшукати яке-небудь додаткове джерело для прожиття. Комахоїдні рослини, пристосувавшись до отримання додаткового джерела азотистого живлення у вигляді засвоєння живих організмів, успішно справились з цим завданням.

Початковий стан еволюційного розвитку комахоїдності, очевидно, був таким самим, як і у випадку виникнення ентомофілії, тобто, полягав у виділенні солодкого клейкого соку, який приваблював до себе комах. Ця клейка речовина могла бути корисною як засіб захисту від комах, а згодом вона стала засобом перетравлювання і засвоєння їжі. Можливо, що спочатку комахоїдні рослини почали засвоювати продукти бактеріального розпаду, а на пізніших етапах еволюції у них розвинулась функція виділення ферментів, здатних перетравлювати білок.

IV. 5. Еволюційні взаємовідносини в системі “Паразит – господар”

Паразитизм – явище давнього походження, його виникнення слід шукати десь на початку розвитку життя на Землі. Доказом цього є надзвичайне поширення паразитизму в природі. Майже половина сучасних типів тварин має в своєму складі паразитичних представників. Чимало класів тварин складаються виключно із паразитичних видів. Поширений паразитизм і в рослинному світі. Чи не найбільше паразитичних форм виявлено серед грибів та бактерій [31, с. 85].

Шляхи виникнення паразитизму в тваринному світі досить різноманітні. Порівняно неважко зрозуміти походження ектопаразитизму. Один із основних способів виникнення ектопаразитизму – це шлях через синойкію (тісне сумісне співжиття) та симбіоз. Спочатку це може бути випадкове поселення на іншому організмі, а потім це явище може закріпитись та поглибитись. Прикладом можуть слугувати вусоногі рачки – морські жолуді (*Balanus*), що часто селяться на рибах, десятиногих раках і молюсках.

Відомий також шлях виникнення ектопаразитизму через хижацтво. Наприклад, риб'яча п'явка (*Piscicola*) – типовий паразит, який живе на тілі риби і вже не може без неї обходитись.

Варто зазначити, що ектопаразитизм і ендopаразитизм пов'язані між собою генетично.

Вчені вважають також, що основою виникнення паразитизму послужило факультативне екологічне зближення живих істот. В процесі їх еволюційного розвитку і адаптації один до одного подібне зближення із факультативно екологічного поступово перетворилось в облігатно-біологічне.

В кінцевому результаті один із партнерів такого зближення цілком замінив собою необхідне середовище мешкання іншого партнера. Прикладів такого поетапного адаптивного становлення паразитизму немало як в тваринному, так і в рослинному світі.

За підрахунками відомого паразитолога В. А. Догеля [31, с. 86], науці відомо близько 70 тисяч паразитичних видів тварин і всі вони від вільного способу життя до паразитизму дійшли своїм шляхом. Серед найпростіших одноклітинних паразитичними є близько 18%, а в класі нематод – половина представників.

Серед 62 тисяч відомих видів перетинчастокрилих комах, до яких належать і бджоли, 55% – паразити інших тварин. Паразитами є навіть деякі види хребетних тварин. Так, калани, що живуть у Центральній та Південній Америці, живляться кров'ю теплокровних тварин. Кажани-вампири – живляться кров'ю тварин і людини.

Еволюція паразитів проходить паралельно з еволюцією їх господарів, чим і пояснюється свій видовий набір паразитів в кожній родині тварин-господарів. Тільки процес еволюції перших дещо відстає від еволюції інших.

Наприклад, віслук і кінь, як самостійні роди родини конячих сформувались за певний відрізок часу від загального предка. А їх загальний ендopазит шлунковий овід за цей період в своїй еволюції не вийшов за

межі роду, виникли тільки окремі види конячого і віслиюкового шлункових паразитів.

З тієї ж причини паразити азіатського і африканського слонів з родів *Elephas* і *Locodon* належать до одного і того ж роду шлункового овода, відповідні особини яких відрізняються тільки за видовими ознаками.

Чимало паразитів відомо й серед об'єктів рослинного світу. Рослинні паразити невідомі науці тільки серед мохів, папоротеподібних та голонасінних. В усіх інших типах рослинного світу паразитичні представники рослин є звичайними.

Відомо чимало паразитичних видів бактерій. Найвідомішими людству є патогенні бактерії, які спричинюють до таких страшних хвороб, як холера, туберкульоз, сифіліс, тиф, чума, ботулізм, гангрена, сепсис тощо.

Чимало видів паразитичних бактерій поширюють різні хвороби сільськогосподарських рослин: плодіву гниль, пухлини, плямистість листків та плодів, в'янення рослин тощо.

Серед паразитичних форм нижчих грибів одні паразитують на рослинах, інші – на тваринах і людині. Наприклад, гриб сапролегнія часто паразитує на тілі та ікрі риб і призводить до їх масової загибелі.

Інші гриби широко відомі тим, що спричиняють до різних захворювань шкіри людини і тварин, так званих, дерматомікозів [31, с. 86].

Проте, більшість паразитичних грибів вражають різні рослинні об'єкти, починаючи від одноклітинних водоростей і закінчуючи квітковими рослинами-господарями. Вони є збудниками таких хвороб рослин як іржа хлібних злаків та конюшини, мучниста роса злакових і гарбузових, персиків, яблунь та груш.

Грибковими захворюваннями є фітофтороз, головня злакових, зокрема, кукурудзи тощо.

Існує два погляди вчених на виникнення квіткового паразитизму. Згідно першого – причиною паразитизму слугувало ґрунтово-водне голодування рослин. Прихильники другого погляду вважають, що квітковий

паразитизм з'явився серед тропічних лісових рослин в результаті сплетіння їх корневих волосків. В результаті такого сплетіння кореневі волоски рослин, що мали більш високий осмотичний тиск клітинної протоплазми, при сплетінні з корневими волосками інших, фізіологічно близьких їм рослин, але з більш слабким осмотичним тиском клітинної протоплазми, всмоктували із них розчин мінеральних речовин [31, с. 87].

Вчені припускають, що спочатку це явище виникало випадково і мало факультативний характер, що й тепер можна спостерігати серед квіткових рослин напівпаразитів. Але в процесі філогенезу таких партнерів, біологічно активніша особина поступово адаптувалась до паразитизму на корінні більш пасивної рослини – господаря.

IV. 6. Взаємовідносини в системі “Організми-галоутворювачі – рослини”

Галоутворення – це патологічний процес розростання та змін рослинних тканин під дією специфічних збудників – галоутворювачів.

Використовуючи ППЗ “Microevolution 1.0”, студенти переглядають відповідні унаочнення (фото зображення) галів (рис. У.9).

Засоби ППЗ надають зручні можливості (кнопки керування) для детальнішого перегляду фотозображень досліджуваного об'єкту.

Під час перегляду фотозображень студентами, викладач кожне з них коментує і наголошує на особливостях взаємовідносин в системі “Організми-галоутворювачі – рослини”.

Звертається увага студентів на те, що галоутворювачами можуть бути бактерії, віруси, гриби, круглі черви, кліщі і комахи. Гали, спричинювані комахами найрізноманітніші. Відомо близько 400 видів комах фауни України, які утворюють гали. Вони належать здебільшого до рядів перетинчастокрилих та двокрилих [31, с. 87].

Поширеними галоутворювачами серед перетинчастокрилих комах є пильцики. Свою назву ці комахи отримали, завдяки пилкоподібній формі яйцеклада, за допомогою якого самки пильщиків надрізують тканини рослин

і відкладають в них яйця. При цьому одночасно комахи виділяють біологічно активну речовину, яка подразнює тканини рослин. Під її дією в місці відкладання яєць утворюється соковитий тканевий нарост – гал. Всередині нього із відкладеного яйця розвивається личинка, яка живиться вмістом стінок гала.



Рис. У.9. Фотографія програмного вікна з фотослайдом “Горіхотворка коренева – *Biorhiza pallida* Ol. (гілкова форма)”.

Масовими галоутворювачами серед перетинчастокрилих є горіхотворки, які спричинюють гали на дубах та інших рослинах.

Раніше гали із листків дуба, які містять чимало таніну, використовували для дублення шкіри та виготовлення чорнил, завдяки чому дубові гали в народі називають чорнильними горішками [31, с. 89].

Гали значно відрізняються за формою, розмірами та будовою. Вони можуть розвиватись на різних органах рослин: листках, черешках, стеблах та корінні. Для комах гали служать на певному етапі розвитку середовищем проживання і джерелом живлення.

Отже, практичне значення галоутворюючих комах значне та неоднозначне. Серед них є важливі шкідники культурних рослин, наприклад, галоутворюючі на хлібних злаках, або ті, що ушкоджують лікарські рослини (шипшину, шавлію та ін.), лісові та декоративні рослини (клен, дуб, троянду тощо.). Хоча серед комах-галоутворювачів є й види, які пошкоджують бур'яни, наприклад, пирій повзучий, гірчак повзучий та ін. Ці галоутворювачі можна використовувати для біологічної боротьби з бур'янами.

IV. 7. Еволюційні взаємовідносини симбіонтів

Симбіоз – це співжиття організмів, при якому вони не приносять шкоди один одному, а є взаємокорисними. Відомо кілька форм симбіозу: протокооперація, мутуалізм, коменсалізм [31, с. 89].

За допомогою ППЗ “Microevolution 1.0” студенти переглядають фрагменти відеофільмів з прикладами зазначених форм симбіозу організмів. Під час перегляду студентами фрагментів відеофільмів викладач звертає їх увагу на особливості різноманітних пристосувань до співжиття у цих організмів.

Характерним прикладом *протокооперації* (необлігатного співжиття) є система “рослина – тварина, яка розносить насіння”. Оскільки, більшість наземних рослин не може переміщатись, для запилювання і поширення насіння вони використовують тварин. Насіння багатьох плодових рослин проходить непошкодженим через кишечник травоядних тварин і дає початок новій рослині, висіяній разом з послідом тварини, що “сіє”.

Інший приклад. Деякі дрібні птахи мандрують верхом на водяних буйволах, при цьому птах отримує їжу, а тварина звільняється від багатьох паразитичних комах.

Окремі види птахів живляться, розгулюючи в пащі крокодила. При цьому птах очищає рептилії зуби, а сам отримує їжу.

Птах медопокажчик (*Indicator indicator*) і ссавець з Африки і Південної Азії – медоїд (*Mellivora capensis*) в процесі еволюції виробили унікальний

союз. Медопокажчик розшукує гнізда диких бджіл і приводить до них медоїда, а той, в свою чергу, забирається на дерево і спустошує ці гнізда, поїдаючи мед та личинок, залишаючи при цьому частину здобичі медопокажчику [31, с. 90].

Медопокажчик легко знаходить бджіл, проте не здатний їх здобути, а медоїд не здатний відшукати бджіл, хоча легко їх здобуває. Отже, подібне співробітництво вигідне обом партнерам.

Мутуалізм – форма симбіозу, при якій популяції цілком залежать одна від одної і неспроможні жити окремо. Ця форма співжиття зустрічається рідше, ніж протокооперація. Класичним прикладом є терміти, які самі не здатні синтезувати необхідні ферменти для перетравлювання деревинної клітковини, якою живляться. За них синтезують целюлозу найпростіші, що живуть в їх кишечнику. Завдяки такій протокооперації терміти здатні використовувати деревину в їжу [31, с. 90].

Прикладами стійких взаємовигідних, мутуалістичних відносин організмів є також лишайники (співжиття грибів і водоростей), бактерії на корінні бобових рослин, бактерії і найпростіші в організмах жуйних тварин тощо.

Коменсалізм – форма симбіозу, при якому один із партнерів системи (коменсал) покладає на іншого (господаря) регуляцію своїх відносин з зовнішнім середовищем, але не вступає з господарем в тісні відносини. Коменсал отримує односторонню користь, але його присутність для господаря залишається байдужою.

Прикладом коменсалізму є проживання риби карапуса середземного (*Carapus acus*) в порожнині тіла деяких видів голотурій, яких вона використовує як сховище.

Єгипетські чаплі супроводжують худобу під час випасання на сонці і ловлять свою жертву (коників, мух, жуків, ящірок, жаб та ін.), які при наближенні худоби вискакують із своїх сховищ. Подібно до них поведуть

себе й деякі комахоїдні птахи фауни України, наприклад, плиска біла (*Motacilla alba*), що супроводжує худобу на пасовиськах [31, с. 90].

Використовуючи засоби ППЗ, студенти під керівництвом викладача, здійснюють оцінювання особливостей взаємовідносин у вище зазначених еволюційних системах. При цьому, креслять і заповнюють у своїх зошитах табл. У.1 [31, с. 69], в якій взаємовигідні зв'язки позначають +, +, однобічні типи взаємовідносин +, –, або +, 0.

Таблиця У.1

Типи коадаптивних взаємовідносин між організмами

Типи еволюційних взаємовідносин		Оцінка взаємовідносин
“Тварини-запилювачі – квіткові рослини”		+ , +
“Фітофаг – рослина”		+ , –
“Хижак – жертва”		+ , –
“Комахоїдні рослини – комахи”		+ , –
“Паразит – господар”		+ , –
“Організми галоутворювачі – рослини”		+ , –
Симбіонти	<i>протокооперація</i> (взаємодія, сприятлива для обох популяцій, але не є облігатною);	+ , +
	<i>мутуалізм</i> (ні одна із популяцій не може існувати без іншої);	+ , +
	<i>коменсалізм</i> (одна популяція отримує вигоду, а популяція господаря при цьому не підлягає впливу коменсала)	+ , 0

VI. Етап. Перевірка результатів самостійної аудиторної роботи і закріплення знань.

На цьому етапі лабораторного заняття викладач перевіряє результати самостійної роботи студентів і з метою закріплення засвоєних знань і умінь студентів, пропонує дати відповідь на такі запитання:

9. Розкрийте зміст поняття “коадаптивна еволюція”?
10. Назвіть основні особливості еволюційної системи “Тварини-запилювачі – квіткові рослини”.
11. У чому полягає коадаптивна еволюція комах і квіткових рослин?
12. Які взаємні пристосування мають комахи і квіткові рослини, яке їх значення в еволюції.
13. Назвіть основні особливості еволюційних взаємовідносин в системах “Фітофаг – рослини”, “Хижак – жертва”.
14. Які характерні особливості специфічної форми хижацтва в системі “Комахоїдні рослини – тварини” ?
15. Коротко охарактеризуйте еволюційні взаємовідносини в системі “паразит – господар”.
16. Назвіть характерні особливості еволюційних взаємовідносин в системі “Галоутворювачі – рослини”.

Після розгляду вище зазначеного навчального матеріалу і перегляду відповідних унаочнень студенти роблять загальний висновок: в результаті різних форм коадаптивної еволюції у організмів виробилось чимало різноманітних взаємних пристосувань, які забезпечують їм умови для життя та ефективного використання ресурсів навколишнього середовища.

VII. Етап. Підведення підсумків та інструктаж виконання завдань для позааудиторної роботи.

На кінцевому етапі лабораторного заняття, викладач підводить підсумки і дає студентам завдання для позааудиторної роботи. Зокрема, наголошує студентам, що їм необхідно вдома самостійно законспектувати у

зошитах основні положення глав 4-5 праці Ч. Дарвіна “Походження видів шляхом природного добору”.

Для самостійного контролю своїх знань з даної теми студенти можуть скористатися зручними засобами ППЗ “Microevolution 1.0”, зокрема, тестовою програмою перевірки знань (див. додаток А.4).

Перевірити свої знання з цієї теми студенти можуть також за допомогою ігрових форм навчання і контролю знань, зокрема, розробленого нами навчального кросворду в ППЗ (див. додаток Е). Комп’ютерно-орієнтовані навчальні кросворди дозволяють підвищити зацікавленість студентів до вивчення складного навчального матеріалу.

Додаток Ф

Таблиця Ф.1

**Критерії оцінювання навчальних досягнень з мікроеволюції
у студентів ВПНЗ**

Рівень навчальних досягнень (шкала оцінювання)		Критерії	
(ECTS)	1-100	1-12	
Незадовільно (X)	1-34	1	Під час проведення лабораторного або практичного заняття у студента виникають непереборні труднощі у виконанні завдань. Студент за допомогою викладача може розпізнати і назвати окремі біологічні об'єкти.
Незадовільно (FX)	35-47	2	Студент за допомогою викладача або користуючись посібником наводить елементарні приклади й ознаки біологічних об'єктів. За допомогою викладача частково виконує лабораторну роботу без належного оформлення.
	48-59	3	Студент за допомогою викладача або посібника фрагментарно характеризує окремі біологічні об'єкти. За допомогою викладача виконує лабораторні заняття з частковим їх оформленням, але без висновків.
Задовільно (E)	60-64	4	Студент за допомогою викладача або посібника дає визначення окремих біологічних понять, неповно характеризує загальні ознаки біологічних об'єктів. За інструкцією або допомогою викладача виконує лабораторні і практичні заняття з неповним їх оформленням.
Задовільно (D)	65-66	5	Студент самостійно дає визначення окремих біологічних понять. За допомогою викладача або посібника відтворює навчальний матеріал, характеризує ознаки біологічних об'єктів, виконує лабораторні і практичні заняття, звертаючись за консультацією до викладача. Оформлює їх без висновків.

Продовження табл. Ф.1

Рівень навчальних досягнень (шкала оцінювання)			Критерії
(ECTS)	1-100	1-12	
Задовільно (D)	67-69	6	Студент самостійно, але неповно відтворює навчальний матеріал, характеризує будову і функції окремих біологічних об'єктів, наводить прості приклади. За допомогою викладача або посібника розв'язує нескладні завдання. За інструкцією виконує лабораторні і практичні заняття, оформлює їх, робить висновки, що невідповідають меті роботи.
Добре (C)	70-75	7	Студент самостійно відтворює навчальний матеріал, розкриває суть біологічних понять, розв'язує прості біологічні вправи і завдання. За інструкцією викладача виконує лабораторні і практичні роботи, оформляє їх, робить не повні висновки.
	76-79	8	Студент самостійно відповідає на поставлені запитання, дає порівняльну характеристику явищ і процесів живої природи, розв'язує типові біологічні вправи і завдання, виправляє допущені помилки. За інструкцією виконує, оформлює лабораторні і практичні роботи, робить висновки, але не чітко формулює їх.
Добре (B)	80-89	9	Студент вільно відповідає на поставленні запитання, самостійно розв'язує біологічні завдання, виправляє помилки, за допомогою викладача принципово-наслідкові зв'язки, виконує лабораторні і практичні заняття, оформлює їх і чітко формулює висновки.
Відмінно (A)	90-93	10	Студент вільно відповідає на складні запитання, самостійно аналізує і розкриває суть біологічних явищ, процесів, узагальнює, систематизує, встановлює причинно-наслідкові зв'язки, виконує лабораторні і практичні заняття, оформлює їх, робить логічно побудовані висновки відповідно до мети роботи.

Продовження табл. Ф.1

Рівень навчальних досягнень (шкала оцінювання)			Критерії
(ECTS)	1-100	1-12	
Відмінно (А)	94-97	11	Студент логічно, усвідомлено відтворює навчальний матеріал, самостійно аналізує і розкриває закономірності живої природи, оцінює окремі біологічні явища, закони, встановлює та обґрунтовує причинно-наслідкові зв'язки, ретельно виконує лабораторні і практичні роботи, оформлює їх, робить логічні висновки.
	98-100	12	Студент виявляє глибокі і міцні знання з біології, може вести дискусію з конкретного питання з використанням між предметних зв'язків. Самостійно оцінює та обґрунтовує різноманітні біологічні явища й процеси, виявляє особисту позицію щодо їх трактування, уміє аналізувати проблему і знаходити шляхи її розв'язання, самостійно користуватися джерелами інформації, ретельно виконує лабораторні і практичні роботи, робить творчо обґрунтовані висновки, справляється з додатковими завданнями.

Додаток X

Перелік термінів варіаційної статистики, використаних в науково-педагогічному дослідженні

Генеральна сукупність – множина всіх можливих значень досліджуваної характеристики.

Вибірка – частина або підмножина сукупності.

Варіювання – це процес зміни якогось значення, властивостей, ознак у визначених межах.

Варіації – окремі ступені варіювання обчислень, що визначені з довільною точністю.

Варіанта – окреме спостережуване значення, що представлене числовим виразом.

Групове значення варіант – це ступінь варіювання.

Варіаційний ряд – ряд чисел, які вказують на розміщення варіант з однаковими значеннями по групах з певною послідовністю.

Додаток Ц

Таблиця Ц.1

Випадкова неповторна вибірка результатів тестового контролю знань з мікроеволюції у 115 студентів засобами програми “MicroevolutionTest”

№ Студента	Відповіді на тестові запитання								Переходи			
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	10	01	00
1	1	0	1	1	1	1	1	1	5	1	1	0
2	1	1	1	1	1	1	1	1	7	0	0	0
3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	3	1
4	0	0	0	1	1	0	1	1	2	1	2	2
5	1	1	0	1	1	1	1	0	4	2	1	0
6	1	0	0	1	0	1	0	1	0	3	3	1
7	1	1	1	1	0	0	1	1	4	1	1	1
8	0	0	0	1	1	1	1	1	4	0	1	2
9	1	0	1	1	1	0	0	0	2	2	1	2
...
115	1	1	1	0	0	0	1	1	3	1	1	2
Число правильних Відповідей	79	83	85	82	83	88	88	82				
Частка правильних відповідей	0,69	0,72	0,74	0,71	0,72	0,77	0,77	0,71				
Загальне число переходів									433	155	158	58

Примітка:

1. Правильна відповідь в таблиці позначена “1”, а помилкова “0”.
Відповіді студентів 10÷114 не показані.

Таблиця Ц.2

**Результати розрахунків числа правильних і
помилкових відповідей студентів**

Відповіді		Номера тестових питань			
		1-2	3-4	5-6	7-8
Правильні	що спостерігаються (н)	162	167	171	170
	що очікуються (о)	168	168	168	168
	$\frac{(n-o)^2}{o}$	0,214	0,006	0,054	0,024
Помилкові	що спостерігаються (н)	68	63	59	60
	що очікуються (о)	62	62	62	62
	$\frac{(n-o)^2}{o}$	0,581	0,016	0,145	0,065

Таблиця Ц.3

**Результати розрахунків співвідношення правильних
і помилкових відповідей**

Відповіді		Відношення $\frac{(n-o)^2}{o}$	Відповіді		Відношення $\frac{(n-o)^2}{o}$
що спостерігаються (н)	що очікуються (о)		що спостерігаються (н)	що очікуються (о)	
58	57	0,017	158	158	0
155	158	0,056	433	430	0,020

Таблиця Ц.4

Показники (достатньої вибірки) результатів оцінювання якості знань з мікроеволюції у 115 студентів програмою “MicroevolutionTest”

№ п\п.	Прізвище, ім'я, по-батькові студента	Коефіцієнт вгадування (β)	Коефіцієнт знань (α)		Оцінка за результатами тестування (O)	
			(O_{max}) =5	(O_{max}) =12	(O_{max}) =5	(O_{max}) =12
1.	Балабанов О.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
2.	Дуля Н.	0,1	0,84	0,84	4,2	10,1
3.	Золотова Л.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
4.	Клюсовська Т.	0,1	0,84	0,84	4,2	10,1
5.	Кобзар І.	0,1	0,68	0,60	3,4	7,2
6.	Ковтун Т.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
7.	Коломієць О.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
8.	Кондрашов О.	0,1	0,68	0,60	3,4	7,2
9.	Косенко С.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
10.	Литвин В.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
11.	Лобас І.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
12.	Лящук Д.	0,1	0,68	0,60	3,4	7,2
13.	Осадча К.	0,1	0,68	0,60	3,4	7,2
14.	Петренко О.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
15.	Раш Д.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
16.	Ревко І.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
17.	Рибальченко О.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
18.	Сливка Л.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
19.	Сікорська С.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
20.	Строкань К.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2

Продовження табл. Ц.4

№ п/п.	Прізвище, ім'я, по-батькові студента	Коефіцієнт вгадування (β)	Коефіцієнт знань (a)		Оцінка за результатами тестування (O).	
			$(O_{max}) = 5$	$(O_{max}) = 12$	$(O_{max}) = 5$	$(O_{max}) = 12$
21.	Сулима О.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
22.	Шостак Ю.	0,1	0,36	0,12	1,8	1,4
23.	Юрченко О.	0,1	0,52	0,35	2,6	4,2
---	---	---	---	---	---	---
115	Ярмола О.	0,1	0,68	0,60	3,4	7,2

Примітки:

1. O_{max} – максимальна оцінка, передбачена програмою;
2. Показники оцінювання якості знань студентів 24÷114 не показані.

Таблиця Ц.5

Оцінки результатів (достатньої вибірки) тестування знань з мікроеволюції у 115 студентів, виставлені експертною програмою і викладачем

№ п/п	Прізвище, ім'я, по-батькові студента	Оцінки, виставлені експертною програмою (X)		Оцінки, виставлені викладачем (Y)	
		$(O_{max}) = 5$	$(O_{max}) = 12$	$(O_{max}) = 5$	$(O_{max}) = 12$
1.	Балабанов О.	2,6	4,2	3	5
2.	Дуля Н.	4,2	10,1	5	11
3.	Золотова Л.	1,8	1,4	2	2
4.	Клюсовська Т.	4,2	10,1	5	11
5.	Кобзар І.	3,4	7,2	4	8

Продовження табл. Ц.5

№ п/п	Прізвище, ім'я, по-батькові студента	Оцінки, виставлені експертною програмою (X)		Оцінки, виставлені викладачем (Y)	
		(O_{max}) =5	(O_{max}) =12	(O_{max}) =5	(O_{max}) =12
6.	Ковтун Т.	2,6	4,2	3	5
7.	Коломієць О.	2,6	4,2	3	5
8.	Кондрашов О.	3,4	7,2	4	8
9.	Косенко С.	2,6	4,2	3	5
10.	Литвин В.	2,6	4,2	3	5
11.	Лобас І.	1,8	1,4	2	2
12.	Лящук Д.	3,4	7,2	4	8
13.	Осадча К.	3,4	7,2	4	8
14.	Петренко О.	1,8	1,4	2	2
15.	Раш Д.	2,6	4,2	3	5
16.	Ревко І.	2,6	4,2	3	5
17.	Рибальченко О.	1,8	1,4	2	2
18.	Сливка Л.	1,8	1,4	2	2
19.	Сікорська С.	2,6	4,2	3	5
20.	Строкань К.	2,6	4,2	3	5
21.	Сулима О.	2,6	4,2	3	5
22.	Шостак Ю.	1,8	1,4	2	2
23.	Юрченко О.	2,6	4,2	3	5
---	---	---	---	---	---
115.	Ярмола О.	3,4	7,2	4	8

Примітка:

1. O_{max} – максимальна оцінка, передбачена програмою;
2. Показники оцінювання якості знань студентів 24÷114 не показані.

Додаток Ш

Таблиця Ш.1

**Варіаційний ряд розподілу частот по множині
спостережуваних значень підсумкових балів 237 студентів**

X	Початковий етап формульовального експерименту		Кінцевий етап формульовального експерименту	
	ω_i	τ_i	ω_i	τ_i
1	4	3	8	2
2	8	5	7	3
3	12	10	15	6
4	23	19	20	4
5	25	27	27	7
6	28	26	17	12
7	7	12	8	38
8	5	6	7	21
9	2	3	5	8
10	3	1	2	5
11	3	2	4	6
12	2	1	2	3
Усього:	122	115	122	115

Примітки:

1. X – числове значення інтервалу у вибірці;
2. ω_i – числове значення i -ої варіанти в контрольних групах вибірки;
3. $i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);
4. τ_i – числове значення i -ої варіанти в експериментальних групах вибірки.

**Інтервальний розподіл частот появи спостережуваних
значень підсумкових балів 237 студентів**

y_{i+1}	Початковий етап формульованого експерименту			Кінцевий етап формульованого експерименту		
	ψ_i	β_i	n_i	ψ_i	β_i	n_i
1,0-1,9	4	3	7	8	2	10
2,0-2,9	8	5	13	7	3	10
3,0-3,9	12	10	22	15	6	21
4,0-4,9	23	19	42	20	4	24
5,0-5,9	25	27	52	27	7	34
6,0-6,9	28	26	54	17	12	29
7,0-7,9	7	12	19	8	38	46
8,0-8,9	5	6	11	7	21	28
9,0-9,9	2	3	5	5	8	13
10,0-10,9	3	1	4	2	5	7
11,0-12	5	3	8	6	9	15
Усього:	122	115	237	122	115	237

Примітки:

1. y_{i+1} – числове значення $i+1$ інтервалу варіювання, ($y_1 = x_{min}$);
2. ψ_i – числове значення i -ої варіанти в контрольних групах вибірки;
3. β_i – числове значення i -ої варіанти в експериментальних групах вибірки;
4. n_i – числове значення $(\psi_i + \beta_i)$ i -ої варіанти (частота) в контрольних і експериментальних групах вибірки.

Додаток Щ

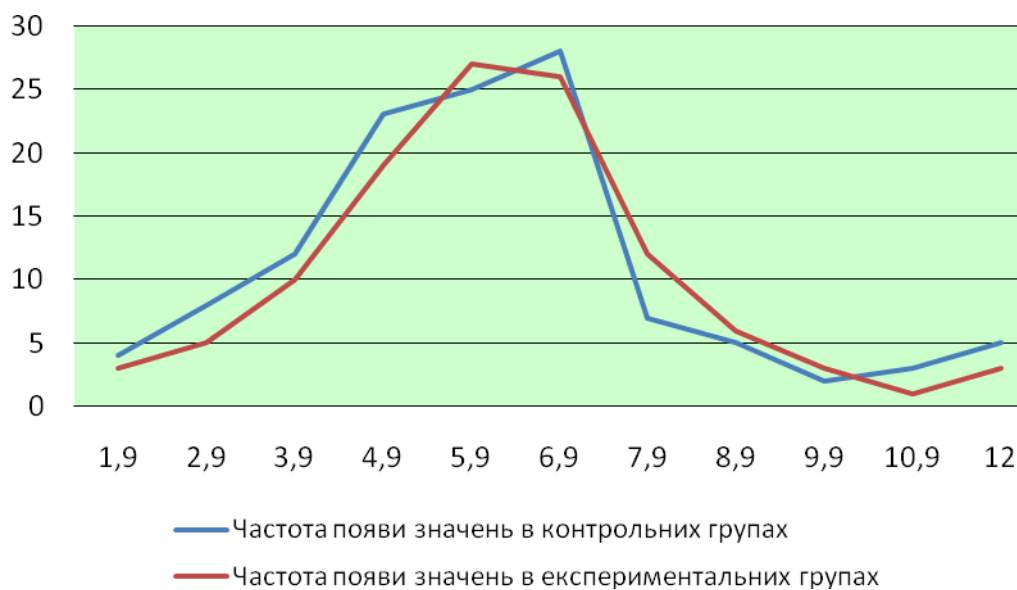


Рис. Щ.1. Графік інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень підсумкових балів студентів на початковому етапі формувального експерименту.

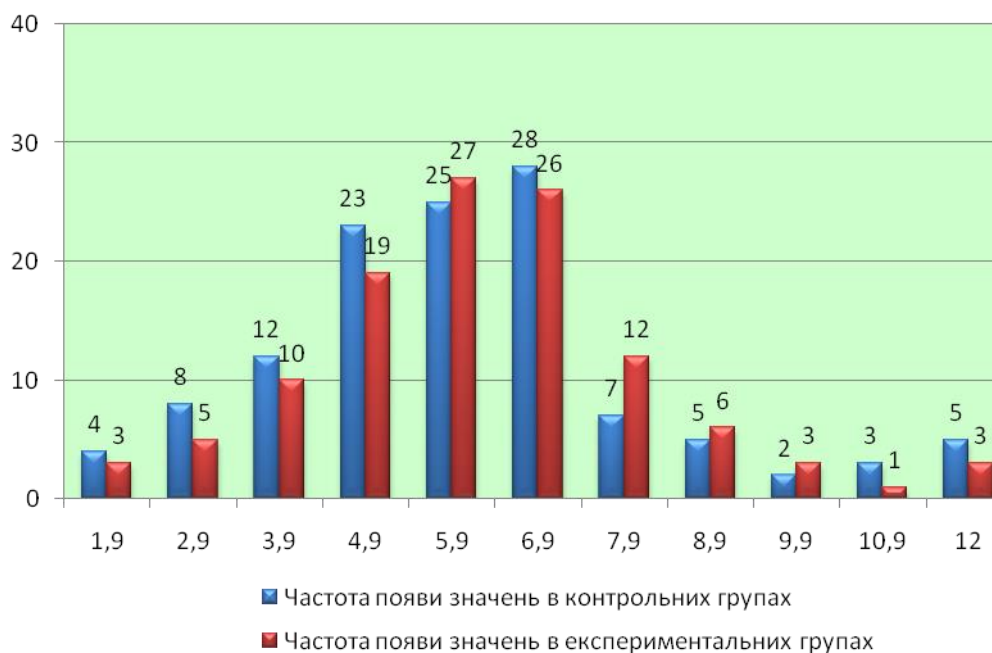


Рис. Щ.2. Гістограма інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень підсумкових балів студентів на початковому етапі формувального експерименту.



Рис. Щ.3. Графік інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень підсумкових балів студентів на кінцевому етапі формувального експерименту.

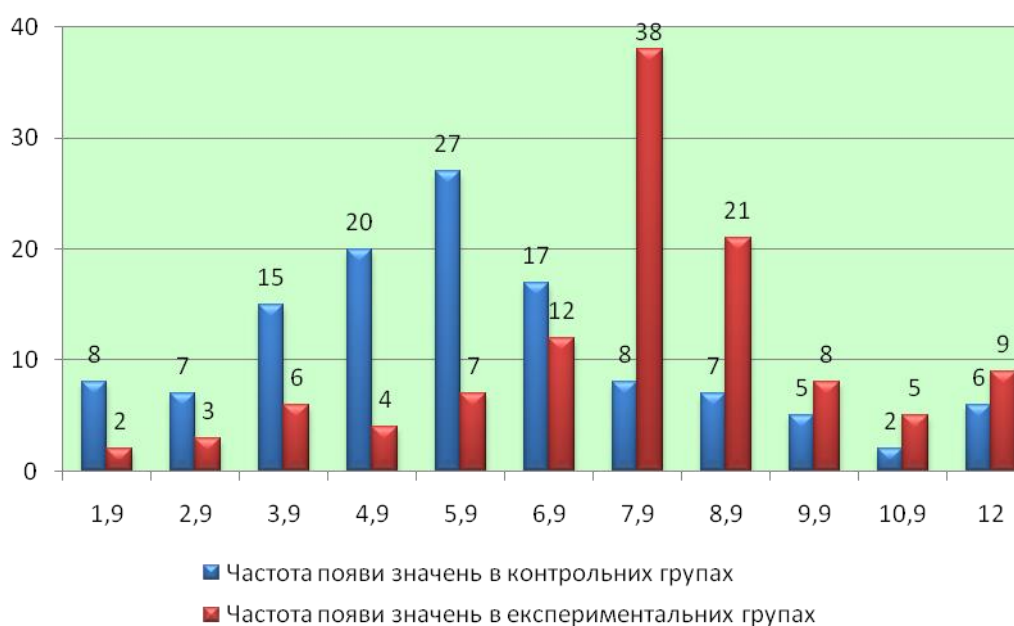


Рис. Щ.4. Гістограма інтервального розподілу частот появи спостережуваних значень підсумкових балів студентів на кінцевому етапі формувального експерименту.

Додаток Ю

Таблиця Ю.1

Основні характеристики міри розсіювання варіаційного ряду в контрольних групах на кінцевому етапі формувального експерименту

Межі інтервалу, ($max y_i$)	Частота, n_i	Середина інтервалів, (ξ_i)	$\bar{n}_i \xi_i$	Зважена середня арифметична величина, (\bar{x})	$\frac{\bar{n}_i (\xi_i - \bar{x})^2}{n}$
1,9	8	1,45	11,60	0,10	1,10
2,9	7	2,40	16,80	0,14	0,57
3,9	15	3,40	51,00	0,42	0,56
4,9	20	4,40	88,00	0,72	0,21
5,9	27	5,40	145,80	1,20	0
6,9	17	6,40	108,80	0,89	0,10
7,9	8	7,40	59,20	0,49	0,23
8,9	7	8,40	58,80	0,48	0,47
9,9	5	9,40	47,00	0,39	0,61
10,9	2	10,40	20,80	0,17	0,39
12	6	11,40	68,40	0,56	1,69
Усього:	$\Sigma=122$	$\Sigma=70,45$	$\Sigma=676,2$	$\Sigma=5,54$	$\Sigma=5,93$

Примітки:

1. $i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);
2. n – число усіх варіант у вибірці (об'єм вибірки).

Таблиця Ю.2

**Основні характеристики міри розсіювання варіаційного ряду в
експериментальних групах на кінцевому етапі формувального
експерименту**

Межі інтервалу, ($max y_i$)	Частота, \bar{n}_i	Середина інтервалів, (ξ_i)	$\bar{n}_i \xi_i$	Зважена середня арифметична величина, (\bar{x})	$\frac{\bar{n}_i (\xi_i - \bar{x})^2}{n}$
1,9	2	1,45	2,90	0,03	0,61
2,9	3	2,40	7,20	0,06	0,65
3,9	6	3,40	17,00	0,18	0,83
4,9	4	4,40	39,60	0,15	0,31
5,9	7	5,40	54,00	0,33	0,24
6,9	12	6,40	102,40	0,67	0,10
7,9	38	7,40	170,20	2,45	0
8,9	21	8,40	126,00	1,53	0,19
9,9	8	9,40	112,80	0,65	0,28
10,9	5	10,40	83,20	0,45	0,39
12	9	11,40	136,80	0,89	1,26
Усього:	$\Sigma=115$	$\Sigma=70,45$	$\Sigma=852,10$	$\Sigma=7,39$	$\Sigma=4,87$

Примітки:

1. $i = 1, 2, \dots, k$ (k – число груп визначених інтервалів);
2. n – число усіх варіант у вибірці (об'єм вибірки).

Таблиця Ю.3

**Міра розсіювання варіаційних рядів з 4 тем розділу “Мікроеволюція”
на кінцевому етапі формуального експерименту**

Тема заняття	Контрольні групи студентів				Експериментальні групи студентів			
	$\Sigma \bar{n}_i$	$\Sigma \xi_i$	$\Sigma \bar{x}$	$\bar{\sigma}_x$	$\Sigma \bar{n}$	$\Sigma \xi_i$	$\Sigma \bar{x}$	$\bar{\sigma}_x$
Т-1	122	70,45	5,54	2,43	115	70,45	7,39	2,21
Т-2	122	70,45	5,61	2,54	115	70,45	7,62	2,26
Т-3	122	70,45	5,48	2,48	115	70,45	7,50	2,25
Т-4	122	70,45	5,51	2,46	115	70,45	7,41	2,19

Примітки:

1. \bar{n}_i – числове значення i -го інтервалу у вибірці;
2. ξ_i – числове значення середини i -го інтервалу варіювання;
3. \bar{x} – зважена середня арифметична величина визначеної сукупності значень (середнє значення вибірки);
4. $\bar{\sigma}_x$ – середнє квадратичне відхилення спостережуваних значень;
5. Т-1 – Тема лекції “Генетичні основи та елементарні фактори (передумови) еволюції”;
6. Т-2 – Тема лекції “Рушійні сили (причини) еволюції. Природний добір”;
7. Т-3 – Тема лабораторного заняття “Адаптації – результат дії природного добору”;
8. Т-4 – Тема лабораторного заняття “Вид і видоутворення – результат мікроеволюції”.

Таблиця Ю.4

Статистичні дані визначення рівня знань з мікроеволюції у студентів за шкалою відношень на початковому етапі формувального експерименту

Рівень знань студентів	Контрольні групи		Експериментальні групи	
	Частота	%	Частота	%
низький (1-3 балів)	24	19,7	18	15,6
середній (4-6 балів)	76	62,3	72	62,6
достатній (7-9 балів)	14	11,5	21	18,3
високий (10-12 балів)	8	6,5	4	3,5
Усього:	122	100	115	100

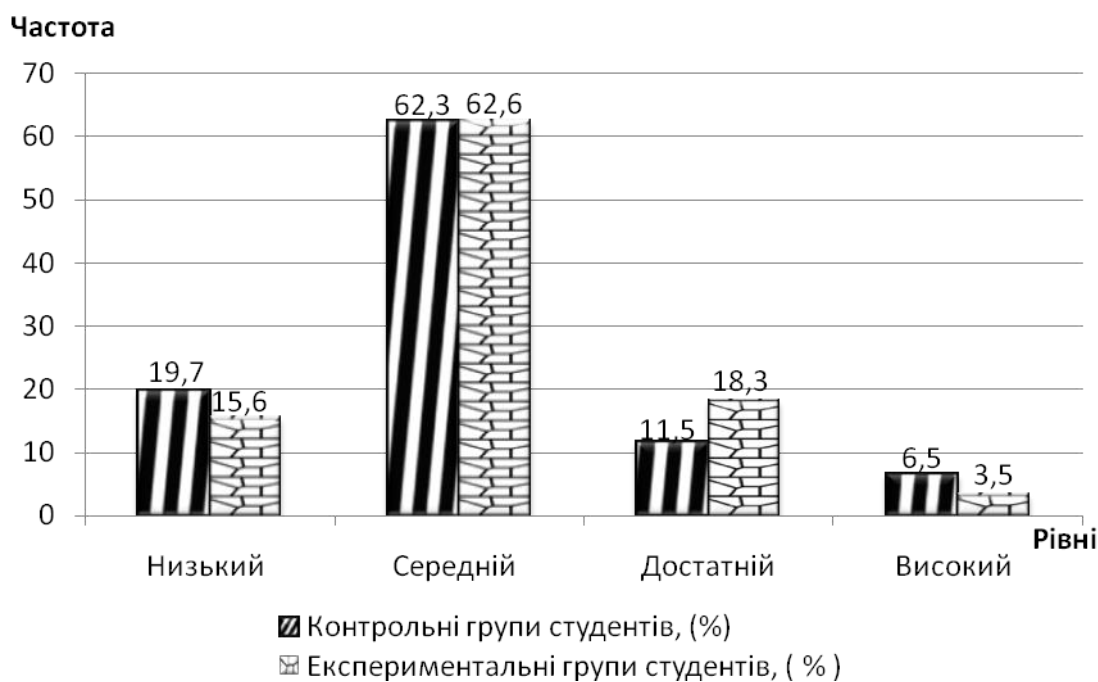


Рис. Ю.1. Діаграма розподілу рівнів знань студентів за шкалою відношень на початковому етапі формувального експерименту.

Таблиця Ю.5

Статистичні дані визначення рівня знань з мікроеволюції у студентів за шкалою відношень на кінцевому етапі формувального експерименту

Рівень знань студентів	Контрольні групи		Експериментальні групи	
	Частота	%	Частота	%
низький (1-3 балів)	30	24,6	11	9,6
середній (4-6 балів)	64	52,5	23	19,9
достатній (7-9 балів)	20	16,4	67	58,3
високий (10-12 балів)	8	6,5	14	12,2
Усього:	122	100	115	100

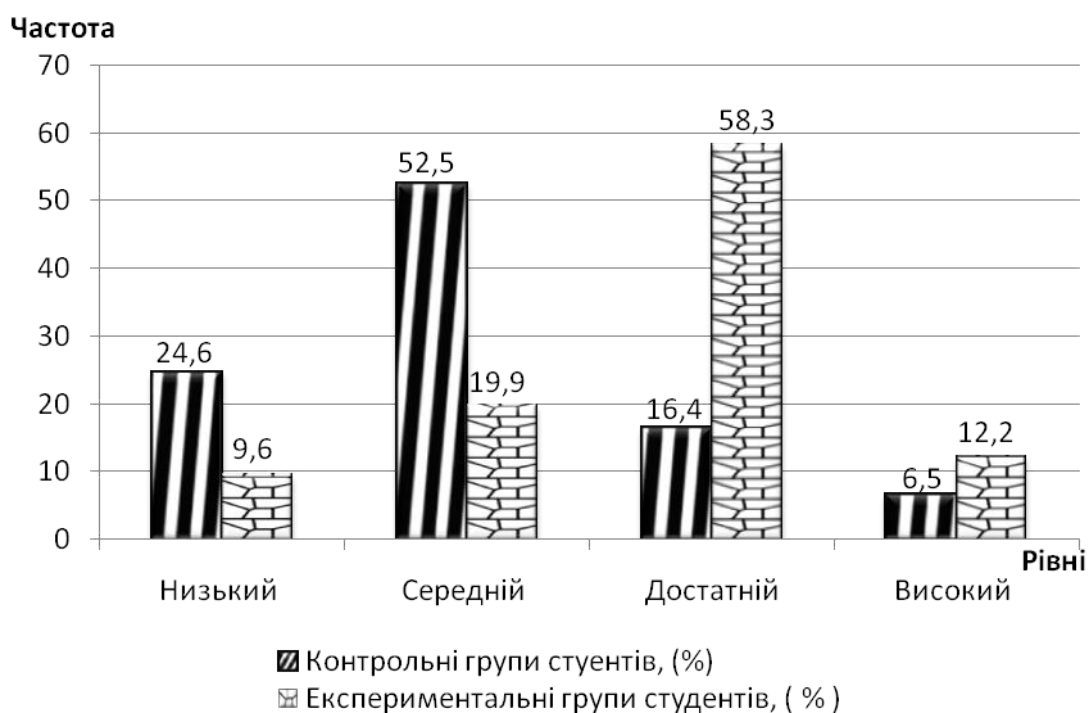


Рис. Ю.2. Діаграма розподілу рівнів знань студентів за шкалою відношень на кінцевому етапі формувального експерименту.

Таблиця Ю.6

Емпіричне значення критерію однорідності χ^2 з одної навчальної теми (Т-1) на кінцевому етапі формувального експерименту

Рівень знань студентів	Кількість варіант інтервалу		Емпіричне значення критерію однорідності, ($\chi^2_{\text{емп}}$)
	Контрольні групи студентів, (m_i)	Експериментальні групи студентів, (n_i)	
низький (1-3 балів)	30	11	33,72
середній (4-6 балів)	64	23	
достатній (7-9 балів)	20	67	
високий (10-12 балів)	8	14	
Усього:	$\Sigma=M=122$	$\Sigma=N=115$	

Примітка:

- Т-1 – Тема лекції “Генетичні основи та елементарні фактори (передумови) еволюції”;

Таблиця Ю.7

Критичне значення критерію однорідності χ^2

	Число ступенів вільності, r								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\chi^2_{0,05}$	3,841	5,991	6,815	9,488	11,070	12,592	14,067	15,507	16,919
$\chi^2_{0,01}$	6,635	9,210	11,345	13,277	15,086	16,812	18,475	20,090	21,665

Примітки:

1. r – число ступенів вільності;
2. $\chi^2_{0,05}$ – рівень значущості ($\alpha=0,05$).

Таблиця Ю.8

**Результати обчислення критерію однорідності χ^2 з 4 тем розділу
“Мікроеволюція” на кінцевому етапі формувального експерименту**

Тема заняття	M	N	$\chi^2_{кр}$	$\chi^2_{емп}$
Т-1	122	115	5,991	33,72
Т-2	122	115	5,991	28,13
Т-3	122	115	5,991	31,42
Т-4	122	115	5,991	24,57

Примітки:

1. M – числове значення кількості варіант інтервалу у вибірці в контрольних групах;
2. N – числове значення кількості варіант інтервалу у вибірці в експериментальних групах;
3. $\chi^2_{емп}$ – числове емпіричне значення критерію однорідності;
4. $\chi^2_{кр}$ – числове критичне значення критерію однорідності;
5. Т-1 – Тема лекції “Генетичні основи та елементарні фактори (передумови) еволюції”;
6. Т-2 – Тема лекції “Рушійні сили (причини) еволюції. Природний добір”;
7. Т-3 – Тема лабораторного заняття “Адаптації – результат дії природного добору”;
8. Т-4 – Тема лабораторного заняття “Вид і видоутворення – результат мікроеволюції”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Одегова В. В. Учебный процесс и ЭВМ. Дидактические проблемы управления: [учеб. пособ.] / В. В. Одегова. – Львов: Вища шк., 1988. – 176 с.
2. Михнушев А. Г. Организация комплексного применения технических средств обучения в учебном процессе: [метод. рекомендации] / Алексей Гурьевич Михнушев. – К.: Высшая шк., 1990. – 122 с.
3. Балакин Р. Л. Роль наглядных пособий и ТСО в повышении познавательного интереса студентов / Р. Л. Балакин // Вопросы общественных наук. – 1990. – Вып. 82. – С. 113-121.
4. Яшанов С. М. Формування у майбутніх учителів умінь і навичок самостійної роботи у процесі використання нових інформаційних технологій: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Яшанов Сергій Микитович. – К., 2003. – 251 с.
5. Гуревич Р. С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях: [навч. посіб. для студ. вищ. пед. навч. закл.] / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія. – К.: Освіта України, 2006. – 390 с.
6. Смирнова-Трибульська Є. М. Дистанційне навчання з використанням системи MOODLE: [навч. метод. посіб для студ. вищ. пед. навч. закл.] / Є. М. Смирнова-Трибульська. – Херсон: Агілант, 2007. – 492 с.
7. Гороль П. К. Сучасні інформаційні засоби навчання: [навч. пос. для студ. заоч. форми навч.] / П. К. Гороль. – К.: Освіта України, 2007. – 536 с.
8. Державна програма “Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці” на 2006-2010 роки // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2006. – № 1. – С. 45.

9. Скиннер Б. Ф. Наука об обучении и искусство обучения // Программированное обучение за рубежом: Сб. науч. трудов / Под ред. И. И. Тихомирова. – М. Высшая школа, 1968. – 275 с.
10. Краудер Н. А. О различиях между линейным и разветвленным программированием // Программированное обучение за рубежом: Сб. науч. трудов / Под ред. И. И. Тихомирова. – М. Высшая школа, 1968. – С. 32-46.
11. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения: [учеб. пособ.] / Исаак Яковлевич Лернер. – М.: Педагогика, 1981. – 185 с.
12. Гальперин П. Я. Введение в психологию: [учеб. пособ.] / Петр Яковлевич Гальперин. – М.: МГУ, 1976. – 147 с.
13. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний: [учеб. пособ.] / Нина Федоровна Талызина. – М.: МГУ, 1984. – 342 с.
14. Скаткин М. М. Проблемы современной дидактики: [учеб. пособ.] / М. М. Скаткин. – М.: Педагогика, 1980. – 96 с.
15. Леонтьев А. Н. Деятельность, сознание, личность: [учеб. пособ.] / Алексей Николаевич Леонтьев – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
16. Запорожец А. В. Избранные психологические труды: в 2 т. / А. В. Запорожец. – М.: Педагогика, 1986. – Т.1: Психологическое развитие ребёнка. – 1986. – 316 с.
17. Выготский Л. С. Педагогическая психология: [учеб. пособ.] / Лев Семенович Выготский. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
18. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды: [учеб. пособ.] / Д. Б. Эльконин. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
19. Занков Л. В. Избранные педагогические труды: [учеб. пособ.] / Леонид Владимирович Занков. – М.: Педагогика, 1990. – 423 с.
20. Формирование алгоритмической культуры школьника при обучении математике: [учеб. пособ. для учителей] / В. М. Монахов, М. П. Лапчик, Н. Б. Димидович, Л. П. Червочкина. – М.: Просвещение, 1978. – 94 с.

21. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью: [метод. пособ.] / Ефим Израилевич Машбиц. – К.: Высшая шк., 1987. – 223 с.
22. Кабанова-Меллер Е. Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственного развития учащихся: [учеб. пособ.] / Евгения Николаевна Кабанова-Меллер. – М.: Просвещение, 1968. – 288 с.
23. Талызина Н. Ф. Педагогическая психология: [учебник для студ. пед. учеб. заведений] / Нина Федоровна Талызина. – М.: Академия, 1999. – 288 с.
24. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: [навч. посіб. для магістрів вищ. навч. закл.] / Зінаїда Іванівна Слєпкань. – К.: Вища школа, 2005. – 239 с.
25. Ершов А. П. Компьютеризация школы и математическое образование / А. П. Ершов // Информатика и образование. – 1992. – № 5, 6. – С. 3-12.
26. Інформаційні технології: [навч. посіб.] / М. І. Жалдак, О. А. Хомік, І. В. Володько, О. М. Снігур. – К.: НПУ ім. Драгоманова, 2005. – 194 с.
27. Яблоков А. В. Эволюционное учение: [учеб. пособ.] / А. В. Яблоков, А. Г. Юсуфов. – М.: Высшая школа, 1976. – 335 с.
28. Иорданский Н. Н. Эволюция жизни: [учеб. пособ.] / Н. Н. Иорданский. – М.: Академия, 2001. – 425 с.
29. Северцов А. С. Введение в теорию эволюции: [учеб. пособ.] / А. С. Северцов. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 317 с.
30. Воронцов Н. Н. “Развитие эволюционных идей в биологии”: [учеб. пособ.] / Н. Н. Воронцов. – М.: Прогресс, 1999. – 639 с.
31. Бровдій В. М. Еволюція організмів: [навч. посіб.] / Бровдій В. М., Ільєнко К. П., Пархоменко О. В. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – 130 с.
32. Верзилин Н. М. Общая методика преподавания биологии: [учебник для студ. биол. фак. пед. ин-тов] / Н. М. Верзилин, В. М. Корсунська. – М.: Просвещение, 1976. – 383 с.

- 33.** Загальна методика навчання біології : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / [І. В. Мороз, А. В. Степанюк, О. Д. Гончар та ін.]; за ред. І. В. Мороза. – К.: Либідь, 2006. – 592 с.
- 34.** Освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) підготовки студентів вищих педагогічних навчальних закладів за спеціальністю “Педагогіка і методика середньої освіти. Біологія”. – [Чинний від 2003-22-08]. – К.: Міністерство освіти і науки України, 2003. – 64 с. – (Стандарт вищої освіти).
- 35.** Крижанівський О. П. Історія Стародавнього Сходу: [навч. посіб. для студ. історич. спец. ВНЗ] / О. П. Крижанівський. – К.: Либідь, 2002. – 590 с.
- 36.** Надточаев А. С. Философия и наука в эпоху античности: [учеб. пособ.] / А. С. Надточаев. - М.: МГУ, 1990. – 286 с.
- 37.** Чанышев А. Н. Курс лекций по древней философии: [учеб. пособ. для ун-тов] / А. Н. Чанышев. – М.: Высш. шк., 1981. – 327 с.
- 38.** Чанышев А. Н. Курс лекций по древней и средневековой философии: [учеб. пособ. для ун-тов] / А. Н. Чанышев. – М.: Высш. шк., 1991. – 512 с.
- 39.** Аристотель. Метафизика: Сочинения в 4т. / Аристотель. – М.: Мысль, 1976. - Т.4. – 394 с.
- 40.** Рожанский И. Д. Развитие естествознания в эпоху античности: [учеб. пособ.] / И. Д. Рожанский. - М.: Наука. – 1979. – 485 с.
- 41.** Богомоллов А. С. Античная философия. – Монография. – М.: МГУ. – 1985. – 368 с.
- 42.** Лосев А. Ф. Платон. Аристотель: [учеб. пособ.] / А. Ф. Лосев, А. А. Тахо-Годи. – М.: Молодая гвардия, 2005. – 392 с.
- 43.** Северцов А. С. Теория эволюции: [учеб. для студ. пед. вузов, обучающихся по направлению 510600 “Биология”] / А. С. Северцов. – М.: ВЛАДОС, 2005. – 380 с.
- 44.** Дарвин Ч. Р. О происхождении видов путем естественного отбора или сохранении благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь / Чарлз

- Ричард Дарвин: [комент. А. В. Яблокова, Б. М. Медникова]. – М.: Просвещение, 1986. – 383 с. – (Книга для учителя).
45. Головин С. Эволюция мифа: [Электронный ресурс] / Сергей Головин. – Симферополь: Крымское общество креационной науки, 1999. – С. 21-23. – Режим доступа к книге: <http://www.bibleist.ru/biblio/005/005/01.pdf>.
46. Виланд К. Учёные о теории эволюции: [перевод с англ. Е. Буклерская] / Карл Виланд, Роберт Дулан. – Симферополь: Крымское общество креационной науки, 1996. – 52 с.
47. Дуэйн Г. Учёные-креационисты отвечают своим критикам / Гиш Дуэйн. – СПб.: Библия для всех, 1995. – 302 с.
48. Хайнц Т. Творение или эволюция? / Томас Хайнц. – Чикаго, Slavic Gospel Press, 1990. – 160 с.
49. Denton M. Evolution: A theory in Crisis, Bethesda / Michael Denton. - Md.: Adler and Adler, 1986. – 386 p.
50. Johnson P. Darwin on Trial / Phillip Johnson. - Illinois, USA: InterVarsity Press, 1991. – 195 p.
51. Behe M. Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution / Michael Behe. – New York: The Free Press, 1996. – 307 p.
52. Eastman M. The Creator Beyond Time and Space / Mark Eastman, Chuck Missler. – Costa Mesa, CA: TWFT, 1996. – P. 83-102.
53. Парамонов О. О. Дарвінізм: [навч. посіб. для студ. пед. інститутів] / Олександр Олександрович Парамонов. – К.: Вища школа, 1982. – 272 с.
54. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. / [З. Н. Курлянд, Р. І. Хмелюк, А. В. Семенова та ін.]. – К.: Знання, 2005. – 399 с.
55. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи: [навч. посіб.] / Михайло Михайлович Фіцула. – К.: Академвидав, 2006. – 352 с.
56. Верзилин Н. М. Проблемы методики преподавания биологии: [учеб. пособ.] / Николай Михайлович Верзилин. – М.: Педагогика, 1974. – 224 с.

57. Гальперин В. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий: [сборник науч. трудов] / В. Я. Гальперин. – М.: Наука, 1966. – С. 236-278. – (Исследования мышления в советской психологии).
58. Маклаков А. Общая психология: [учебник для вузов] / А. Маклаков. – СПб.: Питер, 2003. – 592 с.
59. Правдін Ф. М. Дарвінізм: [підручник для студентів пед. вузів] / Федір Миколайович Правдін. – К.: Вища школа, 1973. – 360 с.
60. Ситникова Н. О. Дидактические проблемы использования аудиовизуальных технологий обучения: [учеб. метод. пособ.] / Н. О. Ситникова. – Воронеж: МОДЕК, 2001. – 64 с.
61. Дорофей В. Т. Проблема вдосконалення знань студентів у вузах в умовах реформи вищої освіти // Проблеми вищої педагогічної освіти у світлі рішень II Всеукраїнського з'їзду працівників освіти / В. Т. Дорофей. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2002, Ч. 2. – С 20-22.
62. Проблеми трудової і професійної підготовки / Н. Д. Черкасов, А. І. Посторонко, В. В. Стешенко [та ін.] // Науково-методичний збірник М-во освіти і науки України. Слов'янський державний пед. ун-т. – Слов'янськ, 2003. – вип. 8. – С. 21-26.
63. Гороль П. К. Методика використання технічних засобів навчання: [навч. посіб. для студ. вищ. пед. навч. закл.] / Гороль П. К., Коношевський Л. Л., Вороліс М. Г. – Київ: Освіта України, 2007. – 256 с.
64. Якушкевич Ф. Технология обучения в системе высшего образования / Ф. Якушевич: [пер. с польского О. В. Довженко]. – М.: Высш. шк., 1986. – 135 с.
65. Толковый словарь по основам информационной деятельности [составители В. М. Бирбраер и др.]. – К.: УкрИНТЭИ, 1995. – 252 с.
66. Порядок надання навчальній літературі, засобам навчання і навчальному обладнанню грифів та свідоцтв Міністерства освіти і науки України //

Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007.
– №3. – С. 110.

67. Обучающие машины, системы и комплексы: [справочник под ред. И. Я. Савельева]. – К.: Высшая шк., 1986. – 303 с.
68. Ляудис В. Я. Психология и практика автоматизированного обучения / В. Я. Ляудис, О. К. Тихомиров // Вопросы психологии. – 1983. – № 6. – С. 16-27.
69. Талызина Н. Ф. Теоретические проблемы программированного обучения: [учеб. пособ.] / Нина Федоровна Талызина. – М.: МГУ, 1969. – 134 с.
70. Талызина Н. Ф. Психологические основы программированного обучения: [учеб. пособ.] / Нина Федоровна Талызина. – М.: МГУ, 1984. – 328 с.
71. Тихомиров О. К. Искусственный интеллект и психология: [учеб. пособ.] / Тихомиров О. К., Телегина Э. Д., Бабаева Ю. Д. – М.: Наука, 1976. – 343 с.
72. Тихомиров О. К. ЭВМ и новые проблемы психологи: [учеб. пособ. для слушателей ФПК] / О. К. Тихомиров, Л. Н. Бабанин. – М.: МГУ, 1986. – 203 с.
73. Машбиц Е. И. Компьютеризация обучения: Проблемы и перспективы / Машбиц Ефим Израилевич – М.: Знание, 1986. – 80 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия “Педагогика и психология” № 1).
74. Марченко Е. К. Машины для обучения. Теоретические основы применения и методы логического проектирования: [учеб. пособ.] / Е. К. Марченко. – М.: Высшая школа, 1974. – 312 с.
75. Граф В. Основы организации учебной деятельности и самостоятельной работы студентов: [учеб. пособ.] / Граф В., Ильясов И. И., Ляудис В. Я. – М.: МГУ, 1981. – 79 с.
76. Денисов А. Е. Прикладные вопросы вузовской педагогики и психологии: [учеб. пособ.] / Александр Евгеньевич Денисов. – К.: КИСИ, 1985. – 86 с.

77. Денисов А. Е. Дидактические принципы применения средств обучения: [учеб. пособ.] / А. Е. Денисов, В. М. Казанский. – Львов: Высшая шк., 1982. – 52 с.
78. Сапогов Е. Вычислительная техника в учебном процессе / Е. Сапогов // Народное образование. – 1986. – № 3 – С. 24-26.
79. Александров Г. Н. Компьютер в структуре педагогической деятельности преподавателя / Г. Н. Александров // Вопросы психологии. – 1986. – № 5. – С. 77-78.
80. Омельченко Н. А. Формирование контрольно-корректировочных действий у студентов при обучении с помощью ЭВМ: [учеб. пособ.] / Н. А. Омельченко, В. Я. Ляудис. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1982. – 119 с.
81. Гершунский Б. С. Компьютеризация в сфере образования. Проблемы и перспективы: [учеб. пособ.] / Б. С. Гершунский. – М.: Педагогика, 1987. – 264 с.
82. Осетрова Н. В. Книга и электронные средства в образовании: [учеб. пособ.] / Осетрова Н. В., Смирнов А. И., Осин А. В. – М.: Логос, 2002. – 144 с.
83. Некоторые направления совершенствования учебного процесса в вузе / Н. Д. Черкасов, А. И. Посторонко, В. В. Стешенко [та ін.] // Науково-методичний збірник Слов'янського державного педагогічного університету. – 2003. – Вип. 8. – С. 21-26. – (Проблеми трудової і професійної підготовки).
84. Корсак К. В. Проблеми інтенсифікації участі студентів у навчальному процесі / К. В. Корсак // Педагогіка толерантності. – 2002. – № 4 (22). – С. 33-40.
85. Яшанов С. М. Організація навчального процесу на базі технології WWW у вищому закладі освіти / С. М. Яшанов // Наукові записки. Серія: Педагогічні та історичні науки. – 2007. – Вип. 68. – С. 186-193.

86. Крюкова О. П. О разработке модели педагога новой формации, владеющего новыми информационными технологиями /О. П. Крюкова, И. Н. Розина // Педагогическая информатика. – 2002. – № 1. – С. 25-34.
87. Ниматулаев М. М. Обучение студентов педагогических вузов использованию Web-технологий / М. М. Ниматулаев // Информатика и образование. – 2002. – № 9. – С. 123-126.
88. Ляшко В. Технології інтерактивного навчання на уроках біології / В. Ляшко // Біологія і хімія в школі. – 2004. – № 5. – С. 15-16.
89. Тирас Х. П. Виртуальный биологический музей как зеркало компьютерной революции / Х. П. Тирас // Химия и жизнь. – 2000. – № 11-12. – С. 24-29.
90. Царенко О. М. Педагогічні основи формування у майбутніх учителів умінь застосовувати ТЗН у навчально-виховному процесі: дис. канд. пед. наук: 13.00.09 / Олександр Миколайович Царенко. – Кіровоград, 1999. – 237 с.
91. Трайнев В. О. Информационные коммуникационные педагогические технологии: [учеб. пособ.] / В. А. Трайнев, И. В. Трайнев. – М.: Дашков и К, 2008. – 280 с.
92. Іштукін В. В. Ефективне використання локальної мережі в навчальному процесі: [навч. метод. посіб.] / В. В. Іштукін. – К.: Комп'ютер. – 2007. – 128 с.
93. Иванников А. Д. Проектирование и сопровождение информационных систем в образовании: [метод. пособ.] / Иванников А. Д., Матчин В. Т., Мордвинов В. А. – М.: НИИВО, 2003. – 92 с.
94. Савельєва К. Б. Інтерактивні технології навчання як засіб розвитку творчого потенціалу, професійного становлення майбутнього педагога / К. Б. Савельєва, Р. Б. Сердюкова // Збірник наукових праць Ніжинського державного університету імені М. Гоголя. – Ніжин: НДУ, 2007. – № 3. – С. 54-56. – (Серія психолого-педагогічні науки).

- 95.** Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання: [монографія] / Ю. В. Триус. – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 400 с.
- 96.** Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: [учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. заведений] / И. В. Захарова. – М.: Академия, 2005. – 192 с.
- 97.** Інформаційні технології: [навч. метод. посіб.] / М. І. Жалдак, О. А. Хомік, І. В. Володько, О. М. Снігур. – К.: РННЦ «ДІНІТ», 2003. – 2007. – 492 с. – (Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова).
- 98.** Жалдак М. І. Проблеми інформатизації навчального процесу в школі і в вузі / М. І. Жалдак // Зб. наук. праць. – К.: КГПИ, 1991. – С. 3-16. – (Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі).
- 99.** Сліпчук І. Ю. Дидактичні можливості інформаційних технологій у навчанні біології / Ірина Юріївна Сліпчук // Біологія і хімія в школі. – 2006. – № 5. – С. 32-34.
- 100.** Мариньчак С. Ю. Аналіз ефективності інноваційних підходів у системі вузівського навчання: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / С. Ю. Мариньчак. – К., 1994. – 118 с.
- 101.** Христіанінов О. Мультимедійні технології у навчальному процесі вищої школи / Олександр Христіананов // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2007. – № 2. – С. 78-85.
- 102.** Основи нових інформаційних технологій навчання: посіб. для вчителів / [О. О. Гокунь, М. І. Жалдак, Ю. І. Машбиць та ін.]. – К.: Віпол, 1997. – 262 с.
- 103.** 102Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: [учеб. пособ. для студ. пед. вузов] / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров. – М.: Академия, 2003. – 272 с.
- 104.** Коджаспирова Г. М. Технические средства обучения и методика их использования: [учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. заведений] / Г. М. Коджаспирова, К. В. Петров. – М.: Академия, 2003. – 256 с.

105. Nagoaka K. Face Robot With Response Analyser in the Classroom // *Aspects of Educational Technology*. – 1985. – № 9. – P. 121-129.
106. Rocklin T., O'Donnell A. Danserean D. F. and others. Training Learning Strategies With Computer-aided Cooperative Learning // *Computer and Education*. – 1985. – Vol. 9, № 1. – P. 67-71.
107. Явоненко О. Ф. Автоматизований програмований контроль знань студентів / О. Ф. Явоненко // *Радянська школа*. – 1987. – № 5. – С. 88-90.
108. Костенко И. Е. Изучение средств создания телекоммуникационных проектов в педагогическом университете / И. Е. Костенко // *Педагогическая информатика*. – 2001. – № 3. – С. 287-300.
109. Савельев А. Я. Подготовка информации для автоматизированных обучающих систем: [учеб. пособ.] / Савельев А. Я., Новиков В. А., Лобанов Ю. И. – М.: Высшая шк., 1986. – 176 с.
110. Кушнір А. Використання інформаційних технологій у процесі викладання біології / А. Кушнір // *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*. – 2006. – № 2. – С. 83-85.
111. Переверзев С. И. Создание интерактивной анимации в интегрированной среде Macromedia Flash 8 / С. И. Переверзев // *Информатика и образование*. – 2007. – № 3. – С. 68-73.
112. Котов Н. В. Применение ЭВМ для контроля за самостоятельной работой студентов / Н. В. Котов, И. И. Жукова // *Школа и право*. – 1991. – № 6. – С. 85-87.
113. Советов Б. Я. Моделирование систем: [учебник для студ. высш. учеб заведений] / Б. Я. Советов, С. Я. Яковлев. – Москва: Высш. шк., 2007. – 343 с.
114. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ: учеб пособ. / [Л. В. Зайцева, Л. П. Новицкий, В. А. Грибкова и др.]. – Рига: Знание, 1989. – 174 с.

- 115.** Стрекалева Л. В., Пискунов М. У., Тихонов И. И. Организация учебного процесса с помощью АОС: Педагогические основы / Стрекалева Л. В., Пискунов М. У., Тихонов И. И. – Минск: Университетское, 1986. – 93 с.
- 116.** Дичківський І. М. Інноваційні педагогічні технології: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / І. М. Дичківський. – К.: Академвидав, 2004. – 334 с.
- 117.** Освітні технології: навч.-метод. посіб. / [О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.]. – К.: А.С.К., 2001. – 256 с.
- 118.** Пометун О. І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: [наук.-метод. посіб.] / О. І. Пометун, Л. В. Пироженко. – К.: А.С.К., 2003. – 192 с.
- 119.** Полат Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: [учеб. пособ. для студ. пед. вузов и сист. повыш. пед. кадров] / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; под ред. Е. С. Полат. – М.: Издательский центр “Академия”, 2003. – 272 с.
- 120.** Стефаненко П. В. Дистанційне навчання у вищій школі: [монографія] / П. В. Стефаненко. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – 400 с.
- 121.** Соловйов А. В. Электронное обучение: проблематика, диагностика, технология: [учеб. пособ.] / А. В. Соловйов. – Самара: Новая техника, 2006. – 462 с.
- 122.** Пехота О. М. Підготовка майбутнього вчителя до впровадження педагогічних технологій: навч. посіб. / [О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін.]. – К.: А.С.К., 2003. – 240 с.
- 123.** Чернілевський Д. В. Дистанційна освіта та її інформаційні технології: [навч. посіб.] / Д. В. Чернілевський. – К.: Вид-во ун-ту “Україна”, 2006. – 380 с.
- 124.** Каримов И. К. Компьютерные технологии в учебном процессе высшей школы: [учеб. пособ.] / И. К. Каримов. – К.: ИСМО, 1999 – 70 с.

- 125.** Кречетников К. Г. Проектирование креативной образовательной среды на основе информационных технологий в вузе: [монография] / К. Г. Кречетников. – М.: Госкоорцентр, 2002. – 296 с.
- 126.** About Moodle: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.moodle.org/en/About_Moodle. – Назва з титул. екрана.
- 127.** GNU Operating System: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.gnu.org. – Назва з титул. екрана.
- 128.** Добавление элементов курса в системе Moodle: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.opentechology.ru/files/moodle/docs/teacherguid/ch14.html#sect228>. – Название с титул. экрана.
- 129.** Сичов О. А. Оценка возможности использования Moodle для поддержки обучения в очной форме и отработка методики этого использования в Волгоградском государственном техническом университете: [Электронный ресурс] / О. А. Сичов, И. Г. Жукова. – Режим доступа: <http://ds.pstu.edu/file.php/1/moddata/data/21/92/352/Page1.html>. – Название с титул. экрана.
- 130.** Электронное образование на платформе Moodle: [учеб. метод. пособ.] / А. Х. Гильмутдинов, Р.А. Ибрагимов, И. В. Цивильский. – Казань: КГУ, 2008. - 169 с.
- 131.** Использование системы дистантного образования Moodle вместе с модулем free dean's office в учебном процессе кафедры университета: (материалы XXI Международной конф. “Применение новых технологий в образовании: ИТО-Троицк-2010”) [Электронный ресурс] / А. В. Королькова, Д. С. Кулябов, Ю .Ю Сёмкин // Сборник статей. – 2010. – Режим доступа к статье: <http://ito.edu.ru/2010/Troitsk/V.html>. – Название с титул. экрана.
- 132.** Болюбаш Н. М. Створення текстів для інформаційно-освітньої системи на базі електронної платформи Moodle: [навч. посіб.] / Н. М. Болюбаш. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2008. – 68 с.

133. Крісілов В. А. Посібник з установки і використання інтегрованого середовища розробки і проведення дистанційного навчання MOODLE: [навч.- метод. посіб.] / Крісілов В. А., Оніщенко Т. В., Русінова Н. В. – Одеса, 2009. – 116 с.
134. Мясникова Т. С. Система дистанционного обучения MOODLE: [учеб. пособ.] / Т. С. Мясникова, С. А. Мясников. – Харьков: Изд-во Шейниной Е.В., – 2008. – 232 с.
135. Брезгунова И. В. Программная платформа LMS Moodle: [учеб.-метод. пособ.] / Брезгунова И. В., Максимов С. И., Шульганова В. М. – Минск: Изд-во Респ.ин-т высш. шк. БГУ, – 2010. – 52 с.
136. Волинський В. П. Загальна характеристика комп'ютерних засобів навчання // Біологія і хімія в школі. – 2005. – №2. – С. 44-45.
137. Машбиць Ю. І. Основи нових інформаційних технологій навчання: [навч. посіб. для вчителів] / Юхим Ізраїлевич Машбиць. – К.: ІЗМН, 1997. – 267 с.
138. Бугайов О. І. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність і перспективи / О. І. Бугайов, В. С. Коваль // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 3. – С. 16-18.
139. Разумовский В. Г. ЭВМ и школа: Научно-педагогическое обеспечение / Василий Григорьевич Разумовский // Сов. педагогика. – 1985. – № 9. – С. 2-16.
140. Лещинський О. Вплив комп'ютера на структуру і зміст навчального експерименту / Олександр Лещинський // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 4. – С. 43-45.
141. Мансуров Н. С. Зависимость решения от формулировки и наглядного оформления задач / Николай Сергеевич Мансуров // Процесс мышления и закономерности анализа и обобщения. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – С. 153-167.
142. Бібліотека електронних наочностей. Біологія 6-11 клас [Електронний ресурс]: пед. прогр. засіб для загальноосвітніх навч. закладів / Науково-

- методичний центр організації розробки та виробництва засобів навчання. – 5-700 МВ. – К.: Квазар-Мікро, 2004. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium III; 64 Мб RAM; Windows TM 98, 2000, XP. – Назва з контейнера.
- 143.** Дистанційний курс “Шкільний курс з біології, 6-11 клас” [Електронний ресурс]: пед. прогр. засіб для загальноосвітніх навч. закладів / Науково-методичний центр організації розробки та виробництва засобів навчання. – 250 МВ. – К.: УЦДО НТУУ “КПІ”, 2005. - 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 1100 мГц; 128 Мб RAM; Windows 98, 2000, XP. – Назва з контейнера.
- 144.** Віртуальна біологічна лабораторія 10-11 клас [Електронний ресурс]: пед. прогр. засіб для загальноосвітніх навч. закладів / Науково-методичний центр організації розробки та виробництва засобів навчання. – 250 МВ. – Харків: ТОВ “Компанія СМІТ”, 2004. - 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) кольор.; 12 см. – Систем. вимоги: Pentium 1100 мГц; 128 Мб RAM; Windows 98, 2000, XP. – Назва з контейнера.
- 145.** Сидорович М. М. Мультимедійний програмно-методичний комплекс “Віртуальна біологічна лабораторія” / М. М. Сидорович // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2006. – № 8. – С. 13-17.
- 146.** Олійник Л. І. Використання інформаційно-комунікаційних технологій під час підготовки та проведення уроків біології / Л. І. Олійник // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2008. – № 1. – С. 122-124.
- 147.** Лунячек В. Е. Аналіз освітніх ресурсів Інтернету/ В. Е. Лунячек // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2002. – № 1. – С. 17-20.
- 148.** Шуневич Б. І. Порівняльний аналіз вітчизняних і закордонних віртуальних навчальних середовищ // Комп’ютер у школі та сім’ї. – 2003. – № 8. – С. 34-39.
- 149.** Лапига І. В. Експертно-навчальна програма оцінювання якості знань студентів з мікроеволюції / І. В. Лапига // Матеріали за 3-а

международна научна практична конференция “Наука и образование без граница”. – София. “БялГРАД-БГ” ООД, – 2007. – Том 17. – С. 61-63.

- 150.** Лапига І. В. Унаочнення складних форм адаптацій тварин і рослин засобами мультимедіа технологій / І. В. Лапига // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання/ І. В. Лапига // – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – № 6 (13). – С. 134-138.
- 151.** Лапига І. В. Вивчення екологічних основ мікроеволюції з використанням новітніх інформаційних технологій / І. В. Лапига // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 20. Біологія. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2008. – № 2. – С. 103-107.
- 152.** Лапига І. В. Інтерактивне унаочнення механізмів сегментних мутацій в клітинах організмів засобами Action Script / І. В. Лапига // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – Умань: СПД Жовтий, 2008. – Ч. 3. – С. 176-182.
- 153.** Лапига І. В. Унаочнення генетичних основ мікроеволюції організмів засобами 3D Studio Max / І. В. Лапига // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. – № 7 (14). – С. 175-179.
- 154.** Машбиц Е. И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения: [учеб. пособ.] / Ефим Израилевич Машбиц. – М.: Педагогика, 1988. – 192 с.
- 155.** Формирование учебной деятельности студентов: учеб. пособ. / [Ляудис В. Я., Варнеке Х., Ильясов И. И. и др.]. – М.: МГУ, 1989. – 239 с. – (Учебно-воспитательная работа в высшей школе).
- 156.** Каган В. И. Основы оптимизации процессов обучения в высшей школе. Единая методическая система института: теория и практика: [науч.-

- метод. пособ.] / В. И. Каган, Н. А. Сычеников. – М.: Высшая шк., 1987. – 143 с.
- 157.** Марченко Е. К. Принципы построения и дидактические возможности автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ: [учеб. пособ.] / Е. К. Марченко. – М.: Знание, 1982. – С. 34-65.
- 158.** Якушевич Ф. Технология обучения в системе высшего образования / Ф. Якушевич; [пер. с пол. О. В. Довженко]. – М.: Высшая шк., 1986. – 135 с.
- 159.** Петровский А. В. Психолого-педагогические основы использования ЭВМ в вузовском обучении: [учеб. пособ.] / А. В. Петровский, Н. Н. Нечаева. – М.: МГУ, 1987. – 167 с.
- 160.** Медведева М. А. Психолого-педагогические аспекты современных технологий обучения / М. А. Медведева // Инновации в образовании. – 2008. – № 7. – С. 78-87.
- 161.** Нестеров А. Ю. Проблема понимания и искусственный интеллект / А. Ю. Нестеров // Открытое образование. – 2008. – № 1. – С. 58-63.
- 162.** Гокунь О. О. “Короткострокові” психологічні вимоги до комп’ютерного середовища для творення тесту / О. О. Гокунь // Збірник наукових праць. Серія: Психологія. - К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. – 2000. – Вип. 3 (10). – С. 29-33.
- 163.** Комісарова О. Ю. Теоретичні аспекти проектування людино-машинного інтерфейсу в ситуації комп’ютерного навчання / О. Ю. Комісарова // Розвиток ідей Г. С. Костюка: Наукові записки Інституту психології. – 2000. – Вип. 20. – Ч.1. – С. 223-229.
- 164.** Каптелинин В. Н. Психологические проблемы пользовательских интерфейсов: Взаимодействие человека с компьютером / В. Н. Каптелинин // Психологический журнал. – 1992. – Т. 13. – № 5. – С. 37-47.

- 165.** Корнилова Т. В. Личностные и ситуационные факторы принятия решений в условиях диалога с ЭВМ / Т. В. Корнилова, Т. В. Чудина // Психологический журнал. – 1990. – Т. 11. – № 4. – С. 32-37.
- 166.** Скрипченко О. В. Психолого-педагогічні основи навчання: [навч. посіб.] / Скрипченко О. В., Падалка О. С., Скрипченко Л. О. – К.: Український центр духовної культури, 2005. – 712 с.
- 167.** Ховрич Г. М. Розвиток творчого мислення за допомогою комп'ютерної техніки / Г. М. Ховрич // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Серія: Психологічні науки. – 2005. – Вип. 29. – С. 67-69.
- 168.** Васильева И. А. Психологические аспекты применения информационных технологий / И. А. Васильева // Вопросы психологии. – 2002. – № 3. – С. 80-88.
- 169.** Мацей Т. Психолого-педагогічні межі використання комп'ютерів у навчанні / Танась Мацей // Наукові записки. Серія: Психолого-педагогічні науки. – 2002. – № 4. – Ч.2. – С. 9-13.
- 170.** Томашева Е. Н. Компьютерные игры: “умственный протез” или средство интеллектуального развития / Е. Н. Томашева // Библиография. – 2002. – № 4. – С. 78-90.
- 171.** Прохоров А. О. Особенности психологических состояний пользователей ЭВМ в процессе компьютеризованного обучения / А. О. Прохоров, А. Е. Сережкина // Вопросы психологии. – 1995. – № 3. – С. 53-61.
- 172.** Бодкер С. Взаимодействие человека с компьютером с позиции теории деятельности / С. Бодкер // Психологический журнал. – 1993. – Т. 14. – № 4. – С. 71-81.
- 173.** Імбер В. Підготовка майбутніх учителів з використанням засобів мультимедіа / В. Імбер // Наукові записки Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя. Серія: Психолого-педагогічні науки. – 2005. – № 4. – С. 104-106.

174. Рубинштейн С. Л. Бытие и сознание: [учеб. пособ.] / Сергей Леонидович Рубинштейн. – М.: АН СССР, 1957. – 328 с.
175. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии: [учеб. пособ.] / Сергей Леонидович Рубинштейн. – М.: Учпедгиздат, 1947. – 704 с.
176. Леонтьев А. Н. Проблемы развития психики: [учеб. пособ.] / Алексей Николаевич Леонтьев. – М.: МГУ, 1981. – 584 с.
177. Кабанова-Меллер Е. Н. Учебная деятельность и развивающее обучение. – М.: Знание, 1981. – 96 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Серия “Педагогика и психология”; № 6).
178. Талызина Н. Ф. Психодиагностика: теория и практика / Нина Федоровна Талызина. – М.: Прогресс, 1986. – 205 с. – (Сборник статей).
179. Бабанский Ю. К. Оптимизация педагогического процесса: [учеб. пособ.] / Ю. К. Бабанский, М. М. Поташник. – К.: Рад. шк., 1982. – 198 с.
180. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения: [учеб. пособ.] / Юрий Константинович Бабанский. – М.: Педагогика, 1977. – 256 с.
181. Бабанський Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса: [учеб. пособ.] / Юрий Константинович Бабанский. – М.: Просвещение, 1982 – 192 с.
182. Осинская В. Н. Активизация познавательной деятельности учащихся на уроках математики в 9-10 классах: [учеб. пособ.] / В. Н. Осинская. – К.: Рад. шк., 1980. – 143 с.
183. Паламарчук В. Ф. Першооснови педагогічної інноватики: [навч. посіб.] / Валентина Федорівна Паламарчук. – К.: Знання України, 2005. – Т. 1 – 420 с.
184. Психологічний словник / [за ред. В. І. Войтка]. – К.: Вища школа, 1982. – 215 с.
185. Общая психология: учеб. пособ. / [А. В. Петровский, А. В. Брушлинский, В. П. Зинченко и др.] – М.: Просвещение, 1986. – 463с.

- 186.** Морзе Н. В. Методика изучения основных понятий информационной и вычислительной техники в средних ПТУ: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Морзе Наталія Вікторівна. – К., 1986. – 289 с.
- 187.** Педагогічний словник / [уклад. А. Алексюк; за ред. М. Д. Ярмаченка]. – К.: Пед. думка, 2001. – 516 с.
- 188.** Загальна психологія: навч. посіб. / [Скрипченко О., Долинська Л., Огороднійчук З. та ін.]; під. ред. О. Скрипченко. – К.: А. П. Н., 1999. – 461 с.
- 189.** Лисянська Т. М. Педагогічна психологія: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів] / Таїса Миколаївна Лисянська. – К.: НПУ ім. Драгоманова, 2002. – 212 с.
- 190.** Федченко Л. Я. Методика организации общения и систематизации знаний и умений при обучении учащихся математике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. / Лидия Яковлевна Федченко. – К., 1998. – 220с.
- 191.** Давыдов В. В. Виды общений в обучении: [учеб. пособ.] / Василий Васильевич Давыдов. – М.: Педагогика, 1972. – 423 с. – (Логико-психологические проблемы построения учебных предметов).
- 192.** Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального исследования: [учеб. пособ.] / Василий Васильевич Давыдов. – М.: Педагогика, 1986. – 423 с.
- 193.** Леонтьев А. А. Педагогическое общение: [учеб. пособ.] / Алексей Алексеевич Леонтьев. – М.: Знание, 1979. – 47 с.
- 194.** Талызина Н. Ф. Педагогическая психология: Психодиагностика интеллекта: [учеб.-метод. пособ. для фак. психологии гос. ун-тов] / Н. Ф. Талызина, Ю. В. Карпов. – М.: МГУ, 1987. – 63 с.
- 195.** Талызина Н. Ф. Пути и возможности автоматизации учебного процесса: [учеб. пособ.] / Н. Ф. Талызина, Т. В. Габай. – М.: Знание, 1977. – 64с. – (Новое в жизни, науке, технике: Серия “Педагогика и психология” № 11).

- 196.** Брушлинский А. В. Психология мышления и проблемное обучение: [учеб. пособ.] / Андрей Владимирович Брушлинский. – М.: Знание, 1983. – 96 с.
- 197.** Скибицкий Э. Г. Стиль мышления как стратегия решения задач с использованием компьютера / Э. Г. Скибицкий, О. В. Шкабура // Информатика и образование. – 2000. – № 10. – С. 11-18.
- 198.** Papert S. Mindstorm: Children, Computer and Powerful Ideas. – N. Y., 1980. – 273 p.
- 199.** Хольцшлаг Молли Э. Использование HTML и XHTML / Молли Э. Хольцшлаг: [пер. с англ. А. Г. Сысолюка]. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 736 с.
- 200.** Гудман Дэнни. JavaScript. Библия пользователя / Дэнни Гудман: [пер. с англ. А. Д. Базавова, И. В. Василенко, А. Н. Васильева и др.]. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 960 с.
- 201.** Мак-Клелланд Дик. Photoshop 7. Библия пользователя / Дик Мак-Клелланд: [пер. с англ. И. Б. Тараброва]. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2004. – 928 с.
- 202.** Іваницький О. Класифікація технологій навчання фізики / Олександр Іваницький // Фізика і астрономія в школі. – 2002. – № 5. – С. 15-20.
- 203.** Лапига І. В. Оцінювання якості знань студентів з генетичних основ мікроеволюції організмів засобами комп’ютерної експертно-навчальної програми / І. В. Лапига // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2008. – Вип. 11. – С. 153-159.
- 204.** Лапига І. В. Новітні інформаційні технології в навчанні мікроеволюції / І. В. Лапига // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конф. “Наукові та методичні основи викладання біологічних дисциплін у педагогічних вищих навчальних закладах України”. – Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова, – 2006. – С. 53-54.

- 205.** Лапига І. В. Особливості застосування експертно-навчальних комп'ютерних програм оцінки знань студентів вищого навчального закладу з еволюційної теорії / І. В. Лапига // Збірник тез III Міжнар. наукової конф. студентів та аспірантів "Молодь та поступ біології". – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 13-14.
- 206.** Машбиц Е. И. Психологические проблемы обучения пользователей ЭВМ / Машбиц Ефим Израилевич. – К.: Знание, 1976. – 16 с.
- 207.** Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання / Мирослав Іванович Жалдак // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Випуск 7. – 2003. – С. 3-14.
- 208.** Георгиевский А. Б. Дарвинизм: [учеб. пособ.] / Александр Борисович Георгиевский. – М.: Просвещение, 1985. – 271 с.
- 209.** Бровдій В. М. Фауна України: в 40 т. / Василь Михайлович Бровдій. – К., Наукова думка, 1973. – Т.19: Жуки-листоїди. Галеруцини. – 1973. – 196 с.
- 210.** Бровдій В. М. Фауна України: в 40 т. / Василь Михайлович Бровдій. – К., Наукова думка, 1977. – Т. 19: Жуки-листоїди. Хризомеліни. – 1977. – 388 с.
- 211.** Тверезовська Н. Визначення якості тестів засобами кваліметрії / Ніна Тверезовська // Інфоматика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2006. – № 2. – С. 45-51.
- 212.** Жалдак М. І. Теорія ймовірностей і математична статистика з елементами інформаційної технології: [навч. посіб.] / Жалдак М. І., Кузьміна Н. М., Берлінська С. Ю. – К.: Вища шк., 1995. – 352 с.
- 213.** Джини К. Средние величины: [учеб. пособ.] / К. Джини. – М.: Статистика, 1971. – 262 с.
- 214.** Лихолетов И. И. Руководство к решению задач по высшей математике, теории вероятностей и математической статистике: [учеб. пособ. для

экономических вузов] / И. И. Лихолетов, И. П. Мацкевич. – Минск: Высш. шк., 1969. – 454 с.

- 215.** Ротаєнко П. А. Формула ймовірнісної оцінки знань за результатами комп'ютерного тестування / П. А. Ротаєнко // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2006. – № 2. – С. 52-55.
- 216.** Сліпченко В. Г. Теорія ймовірностей: [навч. посіб.] / Сліпченко В. Г., Козоріз В. В., Сидоренко Ю. В. – К.: НТТУ “КПІ”, 1999. – 108 с.
- 217.** Коэффициент линейной корреляции Пирсона: (курс лекций) [Электронный ресурс]. – Режим доступа к статье: <http://psystat.at.ua/publ/1-1-0-26>. – Название с титул. экрана.
- 218.** Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях: (учеб. пособ. для аспирантов пед. вузов) [Электронный ресурс] / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с. – Режим доступа к книге: <http://www.mtas.ru/uploads/pedstat.pdf>. – Название с титул. экрана.
- 219.** Средние величины: (учеб. пособ. для мед. вузов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа к книге: http://80.542.12.728.Soc_med_magistr/Lekci/Lekci_statist/srednie_velechini.pdf. – Название с титул. экрана.
- 220.** Шишлянникова Л. М. Математическое сопровождение научной работы с помощью статистического пакета SPSS for Windows 11.5.0: (учеб.-мет. пособ.) [Электронный ресурс] / Л. М. Шишлянникова. – М., 2005. – 107 с. – Режим доступа к книге: <http://www.matlab.mgppu.ru/work/0022.htm>. – Название с титул. экрана.