

Павлодарский педагогический университет имени Элкей Марғұлан

УДК 378.147.88

На правах рукописи

**КЛИМЕНКО МИХАИЛ ЮРЬЕВИЧ**

**Использование современных биоиндикационных методов изучения  
древесных и кустарниковых растений как средство развития  
исследовательской деятельности будущих учителей биологии**

8D01550 – Биология (D014 Подготовка педагогов биологии)

Диссертация на соискание степени  
доктора философии (PhD)

Научный консультант  
кандидат биологических наук,  
ассоциированный профессор,  
Б.З. Жумадилов

Зарубежный научный консультант  
доктор биологических наук,  
профессор  
Чоймаа Дуламсурен  
(Фрайбург: Фрайбургский  
Университет Альберта Людвига)

Республика Казахстан,  
Павлодар, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ</b> .....	3
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....	4
<b>ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ</b> .....	5
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ</b> .....	16
1.1 Понятие исследовательской деятельности .....	16
1.2 Основные требования к постановке исследовательского элемента на занятиях со студентами.....	24
1.3 Современный опыт проведения экспериментальной работы на биологических занятиях.....	30
Выводы по первому разделу.....	36
<b>2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА</b> .....	38
2.1 Структура и содержание образовательной среды применения методов биоиндикации в подготовке будущих учителей биологии.....	38
2.2 Структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов .....	43
Выводы по второму разделу.....	46
<b>3 СИСТЕМА ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	47
3.1 Диагностика сформированности современных биоиндикационных компетенций студентов .....	47
3.2 Содержание и организация опытно-педагогической работы по внедрению современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в учебном процессе на занятиях в вузе .....	67
3.3 Результаты экспериментально-педагогической работы по внедрению биоиндикационных методов в обучение будущих учителей биологии.....	104
Выводы по третьему разделу.....	111
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	113
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	116
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ А – Акты внедрения</b> .....	125
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Пособия, изданные в рамках диссертационной работы</b> .....	127
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ В – Патенты</b> .....	128
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Свидетельства об авторском праве</b> .....	131

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты: Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III. Утверждён Парламентом Республики Казахстан.

Приказ Министра науки и высшего образования Республики Казахстан «Об утверждении типовых учебных программ цикла общеобразовательных дисциплин для организаций высшего и (или) послевузовского образования» от 19 апреля 2023 года № 171. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 21 апреля 2023 года № 32347.

ГОСО РК Государственные общеобязательные стандарты образования всех уровней образования Республики Казахстан: утв. приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года, №604.

ГОСТ 7.3-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**Биоиндикация** – оценка воздействия на окружающую среду организмов или биологических систем по их реакции на это воздействие, а также количественные и/или качественные изменения параметров биологических систем.

**Индикаторные параметры** – это морфологические и анатомические характеристики отдельных видов растений, произрастающих в различных экологических условиях и в различных местообитаниях.

**Исследование** – процесс создания нового научного знания посредством изучения объекта с целью понять закономерности его возникновения, развития и изменения, а также модифицировать его на благо общества.

**Исследовательская деятельность студентов** – предполагает решение творческих, исследовательских задач в различных научных областях с целью получения ранее неизвестных результатов, что позволяет организовать учебную работу.

**Констатирующий этап** – призван изучить конкретную проблему, определить причины ее возникновения, оценить реальное состояние испытуемого и его возможности.

**Корректирующие действия** – действия, предпринятые для устранения причины выявленного несоответствия или другой нежелательной ситуации.

**Листовая пластинка** – главная часть листа, как правило, осуществляющая его основные функции; располагается либо на верхушке основания (сидячие листья злаков, горечавок и др.), либо на отрастающем от него черешке (черешковые листья липы, тополя и др.), который, помимо опорной и проводящей функции, может регулировать положение пластинки, изгибаясь по направлению к свету.

**Обучаемый** — лицо, которому целенаправленно передают знания, умения и др. компоненты социально культурного опыта для того, чтобы оно могло активно использовать их в процессе своей жизнедеятельности

**Педагогический эксперимент** – часть научно-исследовательской деятельности, связанную с диагностикой, подтверждением проблемы в области образования, психологии и разработкой эффективного метода решения, его проверки.

**t-критерий Стьюдента** – используется для определения статистической значимости различий средних величин.

**Формирующий этап** – этап, на котором можно проследить изменения и тенденции в классе в динамике с учетом привнесения каких-либо новшеств, определенных действий (вмешательств) исследователя. Цель такого мероприятия заключается в активном формировании качеств, навыков и знаний.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВУЗ	– высшее учебное заведение
КОКСНВО РК	– Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Республики Казахстан
НИР	– научно-исследовательская работа
НИРС	– научно-исследовательская работа студента
НИДС	– научно-исследовательская деятельность студента
ООП	– объектно-ориентированное программирование
СРС	– самостоятельная работа студентов
СРСП	– самостоятельная работа студентов с преподавателем

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Согласно Закону Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III., современное образование требует подготовки компетентных учителей биологии, способных развивать у обучающихся интерес к науке и экологическое мышление, а также применять исследовательские методы в своей педагогической практике [1]. В этом контексте актуальным становится использование биоиндикационных методов изучения биологических объектов, которые позволяют проводить мониторинг состояния окружающей среды и выявлять экологические изменения с помощью растений-индикаторов, в частности древесно-кустарников форм. Древесно-кустарниковые растения имеют важное значение в биоиндикационных исследованиях, так как они чувствительны к изменениям внешней среды. Использование таких растений для биоиндикации в учебном процессе позволяет обучающимся не только углублять знания по биологии и экологии, но и развивать исследовательские навыки, что необходимо для успешного освоения будущей профессии. Тема исследования актуальна также в связи с необходимостью подготовки будущих учителей к проведению исследовательской работы с обучающимися. Интеграция биоиндикации в образовательный процесс предоставляет возможности для самостоятельной и групповой работы студентов, которые учатся планировать и проводить исследования, анализировать данные и делать обоснованные выводы. Это способствует формированию у них критического мышления, экологической ответственности и навыков наблюдения, что особенно важно в условиях глобальных экологических вызовов. Современные биоиндикационные методы, включая анализ морфологических изменений и физиологических параметров растений, позволяют сделать учебный процесс более наглядным и приближенным к реальным экологическим условиям. Таким образом, использование биоиндикации в подготовке студентов к педагогической деятельности обосновано как с точки зрения образовательной значимости, так и с точки зрения формирования экологически ответственных педагогов.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества подготовки педагогов в условиях современных образовательных и экологических вызовов. На фоне усиления экологических проблем, утрата биоразнообразия и изменение климата, важной задачей становится развитие у будущих учителей биологии экологической ответственности и исследовательских компетенций, которые позволят им эффективно внедрять природоохранное образование в учебных заведениях. Современные биоиндикационные методы, основанные на использовании растений-индикаторов для мониторинга состояния окружающей среды, становятся важным инструментом в экологических исследованиях. Древесно-кустарниковые растения, обладая высокой чувствительностью к экологическим изменениям, выступают как удобный материал для биоиндикации. Они позволяют проводить диагностику состояния сред обитания организмов,

предоставляя возможности для проведения учебных и научных исследований в условиях, приближённых к естественным. Для будущих учителей биологии овладение биоиндикационными методами представляет особую значимость, поскольку это способствует формированию у них исследовательских навыков, критического мышления и способности к анализу данных. Включение данных методов в учебный процесс делает его более интерактивным и наглядным, позволяя студентам самостоятельно участвовать в оценке экологического состояния территорий, что усиливает их профессиональную мотивацию и практическую подготовку к педагогической деятельности. Актуальность темы также обусловлена необходимостью внедрения инновационных подходов в учебный процесс высших учебных заведений [2]. Использование биоиндикационных методов изучения растений на занятиях по общебиологическим дисциплинам открывает новые возможности для междисциплинарного обучения, способствует развитию исследовательской деятельности и профессиональных компетенций, которые станут основой для успешной работы в образовательных учреждениях.

Проведённый анализ исследований по аспектам преподавания в ВУЗе и совершенствования профессиональной подготовки учителя биологии способствовал выявлению следующих **противоречий**:

- между необходимостью повышения качества подготовки будущих учителей биологии и недостаточным объёмом инновационных методов обучения исследовательским навыкам;

- между растущей необходимостью изучения окружающей среды и её компонентов и слабой интеграцией биоиндикационных методов в образовательный процесс педагогов биологии;

- между потенциальными возможностями овладения будущими учителями биологии исследовательского подхода в освоении современными биоиндикационными методами изучения древесных и кустарниковых растений.

Эти противоречия подчёркивают значимость и актуальность диссертационного исследования, а также необходимость решения выявленных проблем для улучшения качества подготовки педагогических кадров, и определили тему диссертационной работы «Использование современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений как средство развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии».

В связи с поставленной проблемой были определены цель, объект, предмет и задачи исследования.

**Цель исследования.** Теоретически обосновать и использовать современные биоиндикационные методы изучения древесных и кустарниковых растений как средство развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии.

**Объект исследования.** Процесс подготовки будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в образовательной деятельности.

**Предмет исследования.** Развитие исследовательской деятельности студентов на занятиях по биологическим дисциплинам посредством применения биоиндикационных методов изучения растительных объектов.

**Гипотеза исследования** – если использовать современные биоиндикационные методы изучения древесных и кустарниковых растений в образовательном процессе, то можно обеспечить повышение уровня исследовательской деятельности будущих учителей биологии, развивать у них экологическое мышление и профессиональные навыки исследований окружающего мира, так как внедрение биоиндикации в учебный процесс не только углубляет знания студентов о растениях, но и стимулирует их исследовательскую активность и готовит их к эффективной педагогической деятельности.

В соответствии с поставленной целью были намечены следующие **задачи**:

1. Проанализировать и обосновать современные теоретико-методологические подходы к организации исследовательской деятельности будущих учителей биологии.

2. Разработать структурно-содержательную модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений.

3. Экспериментально проверить эффективность структурно-содержательной модели развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в образовательном процессе, включая диагностику уровня развития исследовательской деятельности и экологического мышления.

4. Разработать методические рекомендации по развитию исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений.

**Ведущая идея диссертации** заключается в том, что использование современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений способствует формированию у будущих учителей биологии исследовательских навыков и экологического мышления. Эти методы позволяют интегрировать теорию и практику, предоставляя студентам возможность проводить мониторинг окружающей среды, что делает учебный процесс более наглядным, междисциплинарным и приближённым к реальным условиям.

**Теоретическую основу исследования составили следующие положения:**

– обоснование использования биоиндикационных методов как эффективного инструмента для формирования исследовательской компетентности будущих учителей биологии (И.П. Пастухова, В.Н. Рыжов);

– уточнение и расширение представлений о биоиндикационных возможностях древесных и кустарниковых растений в условиях изменения окружающей среды (С.В. Азарова, О.И. Бухтояров, А.Гумбольдт);

– представление разработанных теоретических положений и методических рекомендаций в качестве основы для обновления образовательных программ в области биологии и экологии, а также для включения биоиндикационных подходов в педагогическую практику (Н.Е. Тарасовская, Т.З. Мухутдинова, Е.В. Миренкова).

**Методологическую основу диссертационного исследования** составили комплексные подходы, включающие методы педагогических и экологических исследований, системный подход, который позволяет рассматривать биоиндикационные методы как часть учебного процесса, обеспечивающего целостное развитие профессиональных и исследовательских компетенций; компетентностный подход, который ориентирован на развитие у будущих учителей биологии исследовательских навыков, необходимых для анализа состояния окружающей среды и организации исследовательской деятельности в образовательных учреждениях; экспериментально-педагогический подход, направленный на проверку эффективности биоиндикационных методов в образовательном процессе путём проведения педагогического эксперимента (Э.И. Калиева, И.К. Прохорова, Д.С. Елагина, Н.В. Ипполитова, Н.С. Стерхова).

Методика исследования предполагает проведение теоретических и практических этапов, которые позволяют изучить влияние биоиндикационных методов на развитие исследовательской деятельности студентов-биологов. Включает в себя следующие этапы. Теоретический этап – анализ литературы по вопросам биоиндикационного потенциала древесных и кустарниковых растений и авторской методики, направленной на развитие исследовательской деятельности будущих учителей; разработка учебных материалов и методических рекомендаций для внедрения биоиндикационных методов в учебный процесс. Подготовительный этап – отбор древесных и кустарниковых видов с высоким биоиндикационным потенциалом, который могут использоваться студентами для мониторинга окружающей среды; определение показателей для биоиндикации, таких как уровень загрязнённости окружающей среды, морфологические изменения органов, которые студенты могут использовать в работе; формирование контрольной и экспериментальной групп для проведения педагогического эксперимента. Практический этап – проведение лабораторных и полевых исследований, на которых студенты изучают древесные и кустарниковые растения биоиндикационными методами; анализ результатов исследований, где студенты систематизируют и обрабатывают полученные данные, делают выводы, формируют отчёты. Экспериментальный этап – педагогический эксперимент с целью оценки эффективности использования биоиндикационных методов в развитии исследовательской компетенции студентов; анкетирование и тестирование участников эксперимента для оценки их знаний, исследовательских навыков до и после обучения; анализ результатов эксперимента и их сравнение между контрольной и экспериментальной группами для определения влияния биоиндикационных методов на развитие исследовательской деятельности. Аналитический этап – обработка и интерпретация данных эксперимента, полученных при сравнении контрольной и

экспериментальной групп, с использованием статистических методов; выводы и формулирование рекомендаций по применению биоиндикационных методов для повышения исследовательской активности студентов биологов, разработка предложений по улучшению методики (Ю.В. Наумцев, И.П. Пастухова, Н.В. Тарасова, В.Н. Рыжов, Н.Е. Тарасовская, С. Наги, А.И. Сафонов, В.Я. Кузеванов).

Для достижения цели и решения поставленных задач был использован комплекс взаимодополняющих, научных и педагогических методов.

*Теоретические методы:*

– сравнительно-сопоставительный, системный анализ, проектирование, научное прогнозирование.

*Эмпирические методы:*

– опросно-диагностический метод с элементами анкетирования, тестирования, метод экспертных оценок, биоиндикационные методы изучения растений, оценка и самооценка, дискуссии.

*Статистические методы:*

– оценка статистической достоверности при обработке результатов педагогического эксперимента посредством t-критерия Стьюдента.

Основные этапы исследования:

1 этап (2019-2020 гг.) – поисково-аналитический. Исследование современного отечественного и зарубежного опыта применения схожих методик при преподавании естественнонаучных дисциплин, а также определение уровня использования объектов живой природы родного края как средство формирования необходимых компетенций по биологическим дисциплинам. На основе изученных материалов сформулированы цель задачи и гипотеза диссертационного исследования.

2 этап (2020-2021 гг.) – экспериментальный. Проведение экспериментальных исследований с целью проверки гипотезы, создание и апробация современного учебно-методического материала, обеспечивающего организацию занятий по биологическим дисциплинам.

3 этап (2021-2024 гг.) – обобщающий. Изучение эффективности использования авторских методик в формировании функциональной грамотности обучающихся в вопросах биологии, разработка рекомендаций по внедрению и применению биоиндикационных методов изучения растений на занятиях по биологическим дисциплинам. Систематизация результатов исследования, описание теоретических и методологических выводов. Оформление результатов в форме диссертации.

**Научная база исследования:** диссертационное исследование проведено на базе НАО «Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан», Высшая школа естествознания, Образовательная программа «Биология» и «Химия-биология».

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами прикладной научно-исследовательской работы (НИР) КН МНВО РК «Грантовое финансирование молодых ученых по проекту «Жас ғалым» на 2023-2025 годы»

по проекту на тему «Разработка оригинальных авторских методик с целью использования регионального компонента на занятиях по биологическим дисциплинам в высших учебных заведениях» (2023-2025 гг., № АР19174840).

#### **Научная новизна и теоретическая значимость исследования:**

– раскрыта сущность исследовательской деятельности студентов как средство организации занятий по биологическим дисциплинам с использованием современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений;

– разработана и научно обоснована структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений;

– выявлены проблемы в подготовке будущих учителей биологии, на основе которых разработаны учебно-методические пособия: «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений» и «Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний».

– экспериментально подтверждена эффективность внедрения биоиндикационных методов в образовательный процесс как средства повышения уровня исследовательской деятельности и экологического мышления.

#### **Практическая значимость:**

– Разработана авторская методика развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений регионального характера;

– в материалах изложена подробная информация по изучению природы родного края, а также способы самостоятельного изготовления демонстрационных объектов местной природы по авторской методике;

– внедрены в образовательный процесс учебно-методические пособия «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений» и «Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний».

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Исследовательская деятельность является важным методом в обучении биологии, способствующим формированию познавательного интереса у студентов, углубленному пониманию предмета и развитию ключевых навыков.

2. Методика применения биоиндикационных методов для изучения древесно-кустарниковых растений, разработанная в рамках диссертационного исследования, способствует развитию исследовательских и профессиональных компетенций у студентов-биологов.

3. Внедрение биоиндикационных методов в учебный процесс будущих учителей биологии положительно влияет на развитие их профессиональных компетенций, в том числе на экологическое мышление, способность к

самостоятельной исследовательской деятельности и профессиональной готовности к педагогической деятельности.

4. Разработанные методические рекомендации по развитию исследовательской деятельности с использованием биоиндикационных методов изучения древесно-кустарниковых растений позволяют обеспечить качественную подготовку будущих учителей биологии.

**Достоверность результатов исследований** обеспечена применением научно доказанных методов, которые подтверждают надёжность полученных данных; тщательно продуманной и апробированной в рамках педагогического эксперимента методикой использования современных биоиндикационных методов изучения растений как средство развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии; публикацией и обсуждением на семинарах и конференциях результатов исследования.

#### **Апробация и внедрение результатов исследования:**

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Сохранение биологического разнообразия и развитие сети особо охраняемых природных территорий», проходившей в Костанайском региональном университете имени Ахмет Байтұрсынұлы, а также на Международной научно-практической конференции под общей редакцией Б.П. Черника Казначеевские чтения «Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики» (г. Новосибирск, Россия).

Также результаты исследования были изложены в период прохождения научной стажировки в Алтайском государственном университете (г. Барнаул, Россия).

Основные положения диссертации изложены в учебно-методических пособиях «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений» и «Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний» (Приложение Б). Данные пособия были внедрены в образовательный процесс в Павлодарском педагогическом университете имени Әлкей Марғұлан в рамках дисциплины «Разнообразие живых организмов» (Приложение А).

Получены патенты на изобретения, авторские свидетельства:

1. Патент РК на изобретение №35565. Способ быстрого высушивания гербарных экземпляров растений; опубл. 06.05.2022 г. (Приложение В).

2. Патент РК на изобретение №36882. Способ быстрого высушивания растений в лабораторных и полевых условиях; опубл. 16.08.2024 г. (Приложение В).

3. Патент РК на изобретение № 35564. Способ быстрого изготовления гербария. опубл. 06.05.2022 г. (Приложение В)

4. Иллюстрированные рабочие тетради по ботанике и эволюционному учению // Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом, №16069 от 19 марта 2021 г. (Приложение Г).

5. Региональный компонент в практических занятиях по ботанике и краеведению (иллюстрированные задания по экологии, морфологии и систематике растений, и знанию региональной флоры) // Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом, № 18657. опублик. 11.05.2021 г. (Приложение Г)

#### **Публикации.**

По теме диссертационной работы опубликованы 19 научных работ, из них 2 статьи в журналах, входящих в базу Scopus (1 статья - процентиль по CiteScore равный 60%, 2 статья - процентиль по CiteScore равный 23%); 3 статьи в изданиях, рекомендованных уполномоченным органом МНВО РК; 7 статей в трудах международных конференций; 3 патента на изобретение; 2 авторских свидетельства, 2 учебно-методических пособия.

#### **Список трудов:**

1. Original illustrated tasks with photos of regional plants for botany knowledge control and consolidation // International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE). – 2024. – Vol. 13, №5. – P. 3202-3210.

2. Creating environment for students to make interdisciplinary competences in botany // E3S Web of Conferences. – 2023. – №460. – P. 1-10.

3. Разработка оригинальных педагогических технологий для формирования предметных компетенций студентов-биологов // 3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация. – 2023. - №4. – С. 155-164.

4. Опыт создания рабочей тетради по ботанике с элементами экологии и эволюции растений // Биологические науки Казахстана. – 2020. – №4. – С. 89-104.

5. Прикладные и усложненные задания по морфологии растений с элементами экологии, физиологии и эволюции // Биологические науки Казахстана. – 2020. – №4. – С. 105-121.

6. Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений: учебно-методическое пособие. – Алматы: Эверо, 2021. – Т. 1. – 264 с.; Т. 2. – 288 с.; Т. 3. – 228 с. (Приложение Б).

7. Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний: учебно-методическое пособие. – Алматы: Эверо, 2021. – Т. 1. – 284 с.; Т. 2. – 284 с. (Приложение Б).

8. Международный конкурс «Прометей», проводимый под эгидой Международной Славянской Академии, работа «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами генетики, экологии и эволюции растений» / Золотая медаль. – Новосибирск: Центр непрерывного Бизнес-образования, Международный институт инноваций и трансферта технологий под эгидой Западно-Сибирского отделения Международной Славянской Академии (ЗСО МСА).

9. Патент РК на изобретение №35565. Способ быстрого высушивания гербарных экземпляров растений; опублик. 06.05.2022 г. (Приложение В).

10. Патент РК на изобретение №36882. Способ быстрого высушивания растений в лабораторных и полевых условиях; опубл. 16.08.2024 г. (Приложение В).

11. Иллюстрированные рабочие тетради по ботанике и эволюционному учению // Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом, №16069 от 19 марта 2021 г. (Приложение Г).

12. Реализация регионального компонента в процессе обучения ботанике студентов высшей школы // Вестник психологии и педагогики Алтайского государственного университета. – 2022. – №4. – С. 62-72.

13. Элементы эволюционного учения на лабораторных занятиях по ботанике // Сборник научных трудов участников IX Международной научно-практической конференции «Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики». – Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. – С. 302-309.

14. Изучение распространения плодов и семян на занятиях по ботанике в школе и вузе // Сборник научных трудов участников IX Международной научно-практической конференции «Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики». – Новосибирск: Сибпринт, 2019. – С. 280-286.

15. Изучение осведомлённости учащихся подростковых и старших классов о региональных природных объектах // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики. Сборник научных трудов XIV Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: МСА (ЗСО), 2022. – С. 165-169.

16. Учебно-методическое значение древесно-кустарниковых растений при организации загородных экскурсий для студентов и учащихся // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сборник научных трудов XIV Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: МСА (ЗСО), 2022. – С. 153-165.

17. Способ быстрого изготовления гербария в условиях учебных заведений // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сборник трудов участников X Международной научно-практической конференции. – Новосибирск: МСА (ЗСО), 2020. – С. 274-279.

18. Перспективы морфофенетических исследований берёзы повислой (*Betula pendula*) Павлодарской области // Материалы IV Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». – Костанай: КРУ им. А. Байтурсынова, 2022. – С. 263-267.

19. Изучение морфологических особенностей берёзы повислой в условиях г. Павлодар // Материалы IV Международной научной конференции «Биологическое разнообразие азиатских степей». – Костанай: КРУ им. А. Байтурсынова, 2022. – С. 267-272.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация состоит из нормативных ссылок, определений, обозначений и сокращений, введения, трёх

разделов, заключения, списка использованных источников из 128 наименований, 4 приложений. Диссертация включает 13 таблиц и 12 рисунков. Общий объём диссертации 124 страницы.

**В 1-м разделе** «Исследовательская деятельность как способ организации занятий по биологическим дисциплинам» были изучены концептуальные подходы к организации исследовательской деятельности студентов-биологов.

**Во 2-м разделе** «Использование современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в учебном процессе вуза» проанализированы современные биоиндикационные методы и возможности их применения в подготовке будущих учителей биологии; разработана структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности обучающихся, выявлена система компетенций студентов использования современных исследовательских биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений.

**3-й раздел** «Система опытно-экспериментальной работы по внедрению современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в учебном процессе» посвящён разработке и оценке эффективности методики применения современных биоиндикационных методов в рамках учебной и исследовательской работы студентов-биологов, предложены рекомендации по эффективному использованию биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в педагогической практике.

**В заключении** представлены выводы диссертационного исследования, отражающие достоверность результатов, объективность интерпретации данных.

**В список использованных источников** включены 128 наименований.

**Приложение** представлено актами внедрения результатов педагогического эксперимента, учебно-методическими пособиями, патентами на изобретения и авторскими свидетельствами.

# **1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ КАК СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ЗАНЯТИЙ ПО БИОЛОГИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ**

## **1.1 Понятие исследовательской деятельности**

Одним из ключевых факторов, способствующих развитию высшего образования в Казахстане в настоящее время, является активное участие студентов и преподавателей в фундаментальных и прикладных исследованиях [3].

Создание теоретической концепции научной деятельности в высших учебных заведениях опирается на продолжительный исторический опыт развития науки в университетах. Прежде чем перейти к анализу исторического развития науки в вузах, следует обратить внимание на историографический подход в области педагогической науки. Начиная с середины XX века, возник новый подход к изучению истории образовательного процесса. Этот подход отошёл от традиционной теоретической и идеологической модели педагогики к более сложному и разнообразному образованию. Образование рассматривается как сочетание социальной деятельности и знаний. Значительные историографические преобразования коренным образом изменили историческое изучение педагогики и методы её исследования. Произошёл переход от закрытого подхода к исследованиям в образовании и педагогике к открытому, с учётом глубины и сложности познания предметов, разнообразия методологий и инструментов, доступных для комплексного изучения дисциплин.

В истории педагогики XX века можно выделить несколько этапов: методологическую либерализацию и радикальный плюрализм, плюралистический и диалектический взгляд на историческое время и расширенную концепцию документов, ведущую к новому восприятию источников и архивной организации. И эти три этапа способствовали формированию критической исторической перспективы, раскрывшей многообразие методов, сложность её внешних проявлений, диалектический характер исследований. Современные исследования отошли от использования одного метода и вместо этого стали использовать несколько методов, что привело к активным методологическим дискуссиям. Этой диалектикой активно занимались исследователи последних десятилетий. Наука развивалась, охватывая множество точек зрения, и требовала изменения методов, подчёркивающих взаимодействие между независимостью и единством, а также тщательного надзора со стороны исследователя [4].

А.К. Мынбаева объясняет процесс обновления исторического времени, показав его отличие от искусственного времени, часового времени или реального времени повседневной деятельности. Изначально оно чётко выражено: плюралистично, полиструктурировано, сложно и никогда чётко не унифицировано. Во-вторых, это связано с перспективой и целями исследователя, который проводит и организует исследование. Исследователи выделили три временных масштаба истории: в тексте обсуждаются три различных типа

времени в историческом повествовании: непосредственное время событий, краткосрочное время, связанное с политическими, социальными или культурными событиями, и долгосрочное время, охватывающее географические, экономические и антропологические факторы. Эти три измерения времени необходимы для понимания истории, но их не следует смешивать, вместо этого их можно интегрировать, признавая при этом их различия и совпадения [5].

Для интеграции Казахстана в глобальную образовательную сферу необходимо повышать исследовательские навыки будущих специалистов, используя достижения в области образования студентов ведущих стран, в частности, посредством их участия в научных инновациях.

В последние годы особое внимание уделяется компетентностному подходу, позволяющему согласовать исследовательскую деятельность студентов с практическим применением. Это предполагает переход от академических занятий к реальным условиям. Проблемы педагогики и психологии дают студентам практический опыт ведения исследовательской деятельности, необходимый для решения педагогических проблем в их будущей профессиональной деятельности. Рекомендуется координировать совместные исследования будущих педагогов по ключевым вопросам педагогики и психологии.

В научно-педагогической литературе последних лет отмечается растущее признание значимости педагогических знаний как основы деятельности учителя, подчеркивается необходимость структурированного исследования и освоения малоизвестной информации. В наше время профессиональная деятельность предполагает преобразованную, инновационную, творческую деятельность специалиста. В начале профессиональной карьеры начинается участие в творческой деятельности.

Прогресс требует автономных, изобретательных профессионалов, которые активны, находчивы, способные предлагать и развивать идеи, находить новые решения и реализовывать жизнеспособные инициативы. Стать экспертом без хорошо развитых навыков и способностей к самостоятельной образовательной и исследовательской деятельности сложно.

Требования к образовательным учреждениям предусматривают, что выпускники должны обладать способностью самостоятельно искать истину, системно действовать в профессиональной деятельности, анализировать и проектировать свою деятельность, проявлять стремление к самосовершенствованию (в том числе к самосознанию, самоконтролю, саморегуляции, саморазвитию) и быть нацеленными на творческую самореализацию.

Обучающимся часто сложно применить полученную информацию в обстоятельствах, требующих сравнения, формирования выводов, обоснования ответов, интерпретации и обобщения результатов, а также применения их в повседневной жизни. Им не хватает навыков проведения независимых исследований, они с трудом извлекают ключевую информацию из различных источников, склонны воспроизводить знания без более глубокого понимания,

лишены внутреннего стремления к самостоятельному обучению, лишены объективных критериев самооценки.

Начинающие исследователи часто демонстрируют непонимание определенной научной темы и эпистемологии при работе над курсами, дипломными проектами, докладами на научных конференциях и статьями. Студенты обычно строят логику своей научной работы на аналогиях с другой академической работой, им не хватает продуманного научного подхода при выборе темы исследования, рамок, методов исследования и так далее.

Студенческая научно-исследовательская деятельность является важнейшей составляющей подготовки будущих специалистов современного образования. Сегодня существует множество вопросов о том, как эффективно организовать студенческую науку, которые необходимо решить. Анализ текущих проблем может включать изучение истории создания и развития исследовательской деятельности.

Существуют различные современные определения термина «научно-исследовательская деятельность студентов (НИДС)». Учёный-методист Е.К. Чиркунова считает НИДС эквивалентом университетских научных исследований, не подчеркивая при этом уникальность студенческой науки. Существует определение «НИДС» как научно-поисковую деятельность, целью которой является объяснение явлений, процессов, установление связей и взаимосвязей, теоретическое и экспериментальное объяснение, выявление закономерностей и использование научных методов для получения знаний. Этот процесс способен трансформировать субъективные открытия в объективную значимость и новизну.

НИДС тесно связан с образовательным процессом и необходимостью подготовки высококвалифицированных специалистов. Особый аспект НИДС заключается в его потенциале в обучении будущих специалистов. Термин «исследовательская деятельность студентов» связан с такими понятиями, как «исследования», «научные исследования», «исследовательская деятельность». Исследование в современной науке рассматривается как процесс создания нового научного знания посредством изучения объекта с целью понять закономерности его возникновения, развития и изменения, а также модифицировать его на благо общества. Научное исследование определяется как целенаправленная познавательная деятельность, которая производит структурированный набор идей, правил и гипотез.

Согласно теории деятельности, научные исследования рассматриваются как отдельный вид деятельности, известный как исследовательская деятельность. Исследовательская деятельность – это особый вид познавательной деятельности, предполагающий выявление различными способами новых и ранее неизвестных элементов, связей и граней изучаемого предмета [6].

Исследовательская деятельность – это особый вид интеллектуальной и творческой работы, возникающий из процессов поисковой деятельности и основанный на исследовательском поведении. Исследовательская деятельность определяет фундаментальную структуру этой операции. Рассматриваются

движущие причины исследовательского поведения и процедуры его рационального выполнения. Они действуют, используя как дивергентные, так и конвергентные рассуждения. Это именно то, что необходимо для эффективного выполнения исследовательского поведения в неопределённых контекстах. Исследовательская деятельность включает в себя нечто большее, чем просто поиск, это также включает в себя анализ данных, оценку на основе развития ситуации и составление прогнозов путём разработки теорий о её будущем. После проверки наблюдением и экспериментом поисковую деятельность поднимают на новый уровень и изложенную процедуру повторяют [7].

Научные исследования и образовательные исследования имеют различные характеристики. Их основная задача – не достижение совершенно нового результата, а содействие личностному росту студента-исследователя. Н.В. Ипполитова подчёркивает, что в образовании исследовательская деятельность ориентирована на приобретение студентами практического навыка исследования как универсального метода познания действительности, повышение их способности к исследовательскому мышлению, стимулирование личностной позиции студента. Научно-исследовательская деятельность студентов вузов предполагает решение творческих, исследовательских задач в различных научных областях с целью получения ранее неизвестных результатов, что позволяет организовать учебную работу [8].

Новая модель развития и модернизации образования предполагает переход академических учреждений от традиционного образовательного процесса к научно-образовательному процессу. Этот переход упрощает организацию исследовательской деятельности студентов в системе высшего образования, предлагая различные формы участия, такие как исследовательские проекты, факультативные курсы, научно-практические конференции и студенческие научные общества. Всё более очевидным становится тот факт, что при подготовке специалистов ключевым аспектом является не просто усвоение существующих знаний, а развитие способности к овладению когнитивными процессами. Это позволяет выпускникам самостоятельно приобретать знания и применять их на практике, причём творчески, используя как традиционные, так и новые методы, и инструменты работы [9].

Само определение конечной цели образования меняется: от цели опытного практика к цели опытного учёного-активиста. Стать таким специалистом недостижимо при отсутствии самостоятельно развитых образовательных и исследовательских способностей и навыков. В соответствии с государственными требованиями относительно минимальной учебной программы и стандартов обучения для выпускников средних школ, по завершении учёбы люди должны обладать следующими качествами: способность самостоятельно искать истину, методичное исполнение в профессиональной среде и способность анализировать и планировать свои усилия; мотивация личностного роста, включающая самосознание, самодисциплину, саморегуляцию и саморазвитие, и стремление к инновационной самореализации. Однако эмпирические данные свидетельствуют о том, что у студентов прошлого отсутствует способность

применять полученные знания в реальных ситуациях, требующих сравнения, умозаключения, объяснения, интерпретации и обобщения результатов деятельности, а также умения применять такие знания на практике.

Это связано с тем, что обучающиеся не умеют проводить независимые исследования, использовать книги и другие источники информации, не могут подчеркнуть ключевые выводы и основные концепции, воспроизводят полученные знания исключительно в репродуктивных целях, не имеют внутренней мотивации для независимых познавательных усилий и объективной самооценки. критерии уважения. Критерии уважения к чужим достижениям слабо развиты или отсутствуют. Одновременно с этим уже очень давно стоит вопрос о разработке новых образовательных подходов, позволяющих не только овладеть уже существующими знаниями, но и применить методы получения новой информации. Это особенно важно в свете экспоненциального роста коллективных знаний человечества и насущной потребности людей в овладении, среди прочего, фундаментально новыми навыками и инструментами деятельности. Исследование, как способ познания окружающего мира, в ближайшем будущем может занять ключевую роль в образовательной системе и стать центральным элементом обучения.

Современное образование претерпевает значительные изменения: появляются новые образовательные учреждения и программы. Сегодня высшее образование играет важнейшую роль в подготовке специалистов, способных непрерывно углублять свои знания, совершенствовать теоретические и практические навыки и активно способствовать развитию общества. Университеты внедряют стратегии, направленные на повышение активности учебной и исследовательской деятельности студентов. В Казахстане особое внимание уделяется укреплению теоретической базы студентов через применение активных методов обучения, которые способствуют развитию их самостоятельности, творческого мышления и ответственного подхода к получению знаний [10].

Эти усилия реализуются в рамках новых стандартов, ориентированных на подготовку высококвалифицированных специалистов. Активная внеаудиторная деятельность включает в себя самостоятельную, учебную, исследовательскую и научно-исследовательскую деятельность студентов. Проблема оптимизации использования различных педагогических приемов и технологий для развития профессиональных компетенций студентов в образовательной практике не получила эффективного решения применительно к компетентностному подходу к подготовке специалистов. Овладение процессом научного познания и исследовательским стилем мышления имеет решающее значение для выживания и успеха человека в информационную эпоху. Применение исследовательской деятельности как метода обучения уже давно укоренилось в педагогике. Хотя идея такого подхода возникла ещё во второй половине XVIII века, её широкое признание среди педагогов потребовало значительно времени. Исследовательский подход позволяет студентам освоить методологию научного познания, способствует формированию научного мировоззрения, развивает

критическое мышление и независимость в обучении. Чтобы учебную деятельность можно было назвать исследовательской, педагог должен решать важные задачи по развитию творческой мотивации у обучающихся. Это включает обучение принципам, методам и формам исследований, а также передачу ключевых профессиональных и научных знаний. Кроме того, преподаватель должен создать условия для реализации студентов через решение научных задач, связанных с конкретной темой. Исследовательская деятельность представляет собой структурированный набор заданий, направленных на развитие творческих навыков, инициативы индивидуального интереса. Она способствует вовлечению студентов в образовательный процесс, стимулирует их самостоятельные поиски и формирует мотивацию к творческой работе. Эти усилия направлены на улучшение качества подготовки будущих специалистов, включая использование современных инструментов, ресурсов и дополнительных материалов [11].

Студенческая образовательная и исследовательская деятельность в вузах играет решающую роль в повышении качества подготовки и воспитания специалистов, способных творчески решать современные научно-практические задачи и прогнозировать развитие событий в будущем. Эти способности могут быть получены будущим экспертом только путём плавной интеграции преподавания и исследовательской деятельности. Исследовательская деятельность студентов должна быть неотъемлемой частью образовательного процесса, а не рассматриваться как дополнительный элемент. Её главные задачи заключаются в том, чтобы помочь студентам овладеть профессией, развить творческое мышление и инициативность при решении задач, а также воспитать интерес к исследовательской работе и мотивацию для поиска нестандартных решений профессиональных вопросов. Освоение научных методов и углубленное понимание содержания обучения должны способствовать развитию исследовательских навыков, формированию подходов к решению сложных задач, умению в творческих командах, эффективно организовывать собственную деятельность и повышать квалификацию в работе с научной информацией. Поддержка и подготовка исследователей и преподавателей из числа наиболее способных студентов играют важную роль в распространении научных достижений и знаний среди обучающихся и педагогов, способствуя повышению общего уровня научной культуры в образовательной среде [12].

Основным направлением координации и проведения научных исследований является образовательный потенциал кафедры, работающей совместно со студенческим научным обществом университета. Научная деятельность студентов тесно связана с первичными научными исследованиями, проводимыми сотрудниками университета, и служит значимым показателем деятельности высшей школы. Научная работа студентов формируется выбранной научной проблемой и может включать экспериментальную, теоретическую и реферативную работу. Реферативная работа предполагает исследование и анализ самой свежей информации о продвижении конкретной научной проблемы из периодической печати, а также изучение истории пионеров

в различных научных областях. Современное понятие «студенческая научно-исследовательская работа» включает в себя обучение студентов основам научного исследования и формирование у них исследовательских навыков, а также привлечение студентов к реальным научным исследованиям под руководством профессоров кафедры, доцентов и преподавателей. Внеаудиторную самостоятельную исследовательскую работу студентов можно разделить на два типа: учебно-исследовательскую работу (УИРС) и научно-исследовательскую работу (НИРС). Учебно-исследовательская работа студентов проводится индивидуально во время занятий по расписанию с соблюдением определенных рекомендаций преподавателя. Основная цель УИРС – научить студентов способностям к автономным теоретическим и экспериментальным исследованиям и познакомить их с подлинными обстоятельствами творческого сотрудничества внутри микрокоманды (ученик-учитель). В ходе образовательных исследований начинающие эксперты развивают навыки автономного проведения тестов и использования своего опыта для решения конкретных научных проблем.

Эта работа имеет важное значение для преподавательской деятельности кафедры. Традиционное аудиторное обучение дополняется широким вовлечением во внеурочную образовательную и исследовательскую деятельность, включая регулярное выполнение заданий по СРС. УИРС уникален тем, что предполагает активное участие обучаемых в познавательном процессе, а не пассивное получение заранее подготовленного материала. Обычно студенты готовятся к экзаменам, впитывая знания из лекций и учебников, чтобы механически воспроизвести их во время теста. В системе УИРС студенты самостоятельно рассматривают материал, проводят эксперименты, изучают научно-методическую литературу с помощью преподавателя. Данная работа является исследовательской с точки зрения уровня познавательной активности и учебной с точки зрения функционального назначения. Основная цель состоит в том, чтобы улучшить усвоение знаний путем активного освоения научного материала, а не полагаться на уже существующую информацию. Теоретические понятия не просто запоминаются в виде словесных формул и стереотипов, а извлекаются из специальной литературы, проверяются в практических ситуациях и интегрируются с собственным опытом обучаемого. Еще одна важная цель УИРС — предоставить будущим специалистам фундаментальные исследовательские навыки и возможности, которые будут способствовать их профессиональному развитию.

Во время университетского обучения исследовательская деятельность студентов служит нескольким дополнительным целям.

1. Образовательная деятельность предполагает расширение и обновление знаний по учебным дисциплинам, развитие межпредметных связей, освоение информационных технологий, повышение коммуникативных навыков, закрепление устоявшихся понятий и категорий в изучаемых дисциплинах.

2. Развитие познавательной активности, познавательной любознательности, познавательной самостоятельности обучаемых, позиции исследователя, творческих способностей.

3. Деятельностный научный подход предполагает участие студентов в самостоятельной исследовательской деятельности, понимании современных методов поиска, обработки и использования информации, а также в развитии исследовательских навыков для различных задач.

4. содействие развитию педагогического мышления о необходимости формирования исследовательских навыков будущей профессии во всех сферах деятельности, в том числе и будущих.

Научно-исследовательская деятельность студентов классифицируется в зависимости от важности ее результатов для человека.

Исследовательская деятельность студентов направлена на самостоятельное приобретение новых знаний, что предполагает оценку новизны и личностной значимости полученных знаний. Такое разграничение позволяет разграничить «исследовательскую» и «учебно-исследовательскую» деятельность студентов.

Студенты занимаются исследовательской деятельностью как отдельным видом познавательной деятельности с целью получения новой, объективной научной информации. Эта деятельность доступна студентам университетов при условии, что они способны генерировать действительно новую научную информацию во время учебы, что является сложной задачей в рамках ограниченных временных рамок университетского образования.

Образовательная и исследовательская деятельность направлена на достижение образовательных результатов путем обучения студентов и повышения их исследовательских навыков. Основная цель образовательных и исследовательских усилий состоит в том, чтобы стимулировать познавательную активность студентов и способствовать их склонности к пониманию и изменению себя и окружающей среды в соответствии с принципами научных исследований. Понятия «научно-исследовательская» и «учебно-исследовательская» деятельность студентов взаимосвязаны, но не тождественны. Эти принципы взаимосвязаны, поскольку относятся к различной исследовательской деятельности и в первую очередь ориентированы на формирование исследовательской культуры студентов.

Эти концепции различаются по результату: исследовательская деятельность студентов направлена на получение новой научной информации, имеющей широкое культурное значение. Студенты получают субъективно значимую новую информацию и опыт исследовательской деятельности посредством образовательной и исследовательской деятельности. Форма определяется как способ структурирования определенного процесса или вещи, влияющий на его внутренний состав и внешние связи. Рассматривая форму в связи с исследовательским процессом, ее можно охарактеризовать как методологию и вид взаимодействия преподавателя и студента, студентов друг с другом, студента с предметом. Форма исследовательской деятельности

характеризуется организацией тем, функций, циклов, сегментов и единиц обучения во времени. [13].

Научно-исследовательская деятельность студентов подразделяется на индивидуальную, групповую и массовую формы в зависимости от количества вовлечённых людей. Таким образом, способ организации исследовательской деятельности существенно влияет на её продуктивность и является наиболее легко изменяемым и улучшаемым аспектом для студента.

Таким образом, исследовательская деятельность студентов представляет собой важнейший компонент современной высшей школы, способствующий развитию профессиональных, когнитивных и личностных качеств будущих специалистов. Она рассматривается как особый вид познавательной и творческой активности, направленной на получение новых знаний, развитие критического мышления, самостоятельности и инициативности. Современные образовательные подходы требуют перехода от пассивного усвоения информации к активному её освоению, что предполагает вовлечение обучающихся в реальные научные процессы. Формирование исследовательских умений и навыков становится неотъемлемой частью подготовки студентов к профессиональной деятельности. При этом особое значение придаётся сочетанию академического обучения и практико-ориентированной научной работы, формированию мотивации к исследовательской деятельности, а также разработке педагогических условий, способствующих реализации научного потенциала студентов. Важную роль играет осознание различий между учебно-исследовательской и научно-исследовательской деятельностью, а также необходимость индивидуализации, гибкости и интеграции исследовательского подхода в образовательный процесс. Эффективная организация студенческой науки способствует не только профессиональной подготовке, но и формированию исследовательской культуры, являющейся основой научного мировоззрения и инновационного мышления

## **1.2 Основные требования при постановке исследовательского элемента на занятиях со студентами**

С быстрым ростом и увеличением доступности открытых информационных сетей традиционный подход, заключающийся в простой передаче существующих знаний, больше не является основной целью образования. Значимость и привлекательность традиционных методов обучения уменьшаются, что вызывает необходимость приобретения новых педагогических инструментов и приемов. Основным направлением стандартов образования в Казахстане нового поколения является формирование у обучающихся ключевых компетенций. Эти компетенции требуют от студентов активного и независимого подхода к обучению, а также развития общеобразовательных навыков и способностей, таких как исследование, размышление и самооценка.

Биология – это научная дисциплина, которая предполагает фактическое применение теоретических знаний. Эксперименты, практические и

лабораторные занятия требуют исследовательских способностей обучаемых, включая такие виды деятельности, как наблюдение, измерение, получение выводов, сравнение и экспериментальное подтверждение научных фактов и идей. Расширение исследовательских способностей облегчит усвоение информации и, следовательно, повысит качество образования. Идея вовлечения студентов в научно-исследовательскую деятельность для оптимизации достижения целей обучения обычно принадлежит таким исследователям, как А.Я. Герд [14], М.М. Стасюлевич [15], С.В. Мулдашева [16] и натуралист Т. Хаксли [17], создавшим всеобъемлющую концепцию метода исследования неба.

В настоящее время развитие научно-исследовательских методик обучения приобретает особое значение в связи с внедрением новых образовательных стандартов, в основе которых лежит системно-деятельностный подход. Стандарты образования определяют основные цели обучения и воспитания как достижение личностного, социального, коммуникативного и познавательного развития учащихся. Личностные и метапредметные результаты образовательного процесса создают систему универсальной учебной деятельности, программа формирования которой закладывается в начальной школе [18, с. 42].

В рамках образовательного процесса преподаватели при изучении темы способствуют осуществлению образовательного обучения, уделяя особое внимание конкретному материалу соответствующих предметов. Для реализации стратегии важно наладить научно-методическую помощь, особенно в предметной области, а также обеспечить адекватную подготовку учителей.

Создатели стандартов выпустили программу создания учебной деятельности в рамках основного общего образования. В данной программе обозначены основные категории учебной деятельности и приведены общие методы их построения с учетом возрастных особенностей учащихся 5-7 классов. Руководство специально разработано для преподавателей, ведущих обучение на уровне начальной школы. Этот документ ценен для понимания целей деятельности и общих предпосылок организации образовательного процесса с использованием системно-деятельностного метода. Однако содержание темы требует дальнейшей передачи общих потребностей, что является обязанностью методической науки, а не преподавателя.

Включение исследовательской деятельности в образовательный процесс оправдано, поскольку позволяет сформировать комплексный подход к образовательной деятельности. Сюда входит достижение метапредметных результатов освоения основной образовательной программы (ООП), установленных стандартом. Кроме того, это повышает эффективность освоения предметного содержания, приводя к существенным результатам в области объектно-ориентированного программирования (ООП). Кроме того, это способствует мотивации к обучению и целеустремленности.

Все учебные усилия начинаются с наблюдений, собственного познавательного опыта учащегося и вновь обнаруженных данных. Тем не менее,

важность опыта и соответствующей теоретической базы заключается не только в том, что обучение начинается с непосредственного опыта, но и в необходимости лично заниматься учащимся операциями, которые способствуют объединению фактов в идеи и понятия, а не просто заучиванием и констатированием выводов, полученных на основе чьих-либо когнитивных процессов.

Принципиально важно осознавать, что в условиях данной проблемной формы обучения интеллектуальные процессы не передаются непосредственно от преподавателя к ученикам, а развиваются на основе собственного познавательного опыта. Обучение на основе опыта, родственное исследовательскому обучению, часто определяется как процесс, в котором учащийся непосредственно участвует в изучаемом предмете. Это отличие от пассивного обучения, когда учащийся только читает, слушает, говорит или пишет по определенным предметам, не переживая их на протяжении всего процесса обучения.

В области психологии и педагогики значимыми считаются внеклассные организации, которые в первую очередь занимаются научными исследованиями. К ним относятся факультативы, кружки, семинары, конференции, конкурсы и молодежные группы. Система аудиторных занятий имеет ограниченные возможности для включения обучения, основанного на исследованиях. Тем не менее, требования к исследовательским навыкам и образовательные стандарты, в том числе фундаментальное и комплексное образование, способствуют интеграции исследовательской деятельности обучаемых в классе, выступая основным методом организации образовательного процесса в вузе. Для начала необходимо изучить потенциальные стратегии структурирования исследовательской деятельности с учетом преподаваемого предмета и основной образовательной цели. Исследовательская деятельность может проводиться на разных уровнях и использовать разные стратегии обучения – в зависимости от дидактических обстоятельств.

Для эффективного проектирования образовательного процесса важно учитывать содержание обучения, цели, приемы и формы обучения, дидактические ресурсы, а также различные виды уроков. Наш акцент делается на необходимость создания комплексной системы уроков, а не отдельных занятий, организованных в контексте определенного предмета или курса. Целесообразно использовать научное и строгое изучение предмета курса с учетом трех аспектов: инновационности темы в более широкой системе знаний, уникальности получаемой информации и сложности изучаемого материала.

Анализ извлечения учебного материала предполагает выявление основных понятий, идей и преобразований, которые изначально привносятся в тему или являются центральными в ее сути; выяснение значимости изучаемого для постижения объема или глубины ранее пройденного материала; и признание его практической важности. Анализ такого рода, сродни комплексному анализу, позволяет определить необходимую глубину изучения студентами отдельных компонентов предмета.

Анализ оригинальности содержания предполагает признание ранее неисследованных тем и признание информации, которую учащиеся получили из собственного опыта, прошлых занятий или изучения других академических предметов. При оценке сложности темы важно учитывать, как объективную сложность (например, уровень абстракции, общности, сложности, громоздкости используемого математического аппарата, логических выводов и т. д.), так и уровень интереса, что предмет имеет значение для обучаемых, а также их готовность к его постижению.

Для проведения строгого и систематического изучения информации, изложенной в курсе физики, необходимо включить дополнительный аспект: проверку того, насколько изучаемое содержание вписывается в рамки физической теории, в соответствии с критериями научная строгость и контекстуальная значимость. Основываясь на этих принципах, учебный материал можно разделить на основу, сущность и результаты, подобно научной теории. Уровень самостоятельности учащихся в образовательном процессе и, следовательно, основные методы обучения, используемые для получения новой информации, во многом зависят от положения изучаемой темы в теоретической базе. Аналогичные требования, на наш взгляд, следует предъявлять также и к биологии и другим естественным наукам [18, с. 87].

Исследовательская деятельность считается одним из самых эффективных подходов к развитию фундаментальных ботанических знаний в рамках университетского курса биологии. Основной целью проектов является формирование у студентов исследовательских и поисковых навыков, а также способность применять полученные знания на практике. Проектный подход способствует созданию у обучающихся целостного представления о взаимосвязях между различными биологическими процессами и явлениями.

С помощью проектного подхода преподаватель может предоставить студентам необходимую информацию, помочь определить проблему и разработать план действий для её решения. Такой подход повышает самостоятельность студентов и их вовлечённость в учебный процесс.

Особое значение сегодня имеют проекты, основанные на использовании информационных технологий и интернет ресурсов. Современные цифровые инструменты позволяют организовать поиск и анализ актуальной информации, в том числе данных из других стран, результатов научных и социологических исследований, а также биологических справочников и онлайн-определителей. Для организации проекта рекомендуется выбирать темы, которые имеют практическую значимость и связаны с жизненными ситуациями. В рамках таких проектов студенты могут разрабатывать пути решения проблемы, создавать алгоритмы действий и анализировать полученные результаты [19]. Примеры тем для биологических проектов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Пример студенческих исследовательских проектов по биологии в процессе педагогической подготовки

Наименование исследования	Цель	Развиваемые компетенции	Пример задания
Исследование биоразнообразия	Изучение видового состава локальной экосистемы	Наблюдение, классификация, работа с данными	Составить структурированную таблицу видового разнообразия
Влияние факторов среды	Оценка влияния освещённости на рост растений	Планирование экспериментов, анализ результатов	Провести опыт по росту растений в разных условиях
Биоиндикация загрязнений	Изучение реакции растений на загрязнение воздуха	Экологическое мышление, критическое мышление	Провести диагностику состояния листвы растений
Микробиология почвы	Изучение микроорганизмов в различных типах почв	Формулирование гипотезы	Сформулировать гипотезу о различиях микробиоты в почвах разных типов
Дендрохронология	Изучение годичных колец деревьев для анализа климата	Анализ данных, использование инструментов	Провести измерения и анализ годичных колец у различных деревьев

Исследовательская деятельность может включать несколько этапов. Первый этап проектной деятельности – организационно-подготовительный, в ходе которого происходит подготовка к реализации проекта и решаются организационные вопросы. Студент получает задание и формулирует предварительную тему исследования, которая может изменяться и уточняться в ходе работы. На данном этапе обучающийся готовится к дальнейшему выполнению проекта, то есть определяет план и ход исследования, выбирает оптимальные формы и методы организации работы, составляет перечень вопросов, которые необходимо рассмотреть в процессе выполнения проекта. Также студент формулирует цель исследования и разрабатывает задачи, которые он намерен решить. Затем выдвигается гипотеза. На этом этапе рекомендуется проконсультироваться с преподавателем или консультантом для окончательной разработки плана и дизайна исследования. Важно чётко понимать, что именно будет исследоваться и какими методами. Необходимо создать детальную схему, в которой будут чётко прописаны этапы проектной деятельности. Рекомендуется выделить несколько задач, по одной на каждый этап, и продумать, какие методы помогут достичь цели. Нужно пошагово представить алгоритм действий, который обеспечит выполнение поставленной цели, а также предсказать конечные результаты, которые нужно будет достичь для решения задачи. Преподаватель на этом этапе мотивирует студента, помогает в формулировке окончательной темы исследования, а также в выборе методов, средств и технологий для реализации проекта. Ментор может помочь с выбором

литературы, необходимой для работы над проектом, а также своевременно консультировать и отвечать на возникшие вопросы [20].

Второй этап проектной деятельности – поисково-исследовательский, в ходе которого осуществляется основная работа по разработке и реализации проекта. На этом этапе происходит анализ литературных источников, которые используются для написания обзора литературы, обоснования актуальности темы и планирования дальнейшего практического исследования. Студент изучает доступную литературу, анализирует объекты исследования, выявляет зависимости и причинно-следственные связи между ними. В процессе работы могут применяться различные методы, такие как наблюдение, эксперимент, социологический опрос, а также синтез и анализ информации. Важно использовать все доступные методы, которые могут доказать или опровергнуть гипотезу исследования. Студент должен собрать и обработать данные, а также доказать их достоверность, объективность и полноту. Студент занимается анализом литературных источников, исследует объекты, а также собирает практические данные для проекта. Преподаватель помогает выбрать подходящие методы исследования, стимулирует студентов продолжать работу, создаёт мотивацию и консультирует по возникающим вопросам.

Третий этап – отчётно-оформительский, на котором студенты занимаются анализом и систематизацией данных. Они классифицируют информацию, проводят статистическую обработку материалов, сравнивают ситуации и решают практические задачи. Полученные данные оформляются в виде отчёта, который систематизируется. На этом этапе активно используются информационные и компьютерные технологии, программное обеспечение и базы данных. Результаты представляются в виде таблиц, схем, графиков и обобщений. Студент обрабатывает полученные данные, систематизирует и классифицирует информацию, оформляет её в виде отчёта и формулирует выводы. Преподаватель помогает в оформлении материала, уточняет формулировки выводов, помогает отделить важные выводы от менее значимых, а также оценивает достоверность и полноту данных. Преподаватель помогает студенту подвести итоги, оценить, насколько удалось решить поставленные задачи, и аргументировать значимость исследования. Также на этом этапе преподаватель разъясняет непонятные моменты и уточняет понимание ключевых терминов и определений [21].

Четвёртый этап исследовательской деятельности – информационно-презентативный. На этом этапе студент должен представить свой проект аудитории. Все материалы к этому моменту должны быть подготовлены таким образом, чтобы студент мог уложиться в отведённое время для презентации и кратко и понятно донести основные идеи. При этом важно, чтобы информация была представлена в доступной и понятной форме для слушателей. Студенту необходимо выбрать форму подачи материала: это может быть презентация, стенд, плакат, схема или устный доклад. Также нужно позаботиться о раздаточном и дидактическом материале, которые помогут лучше донести информацию.

Студенты формулируют выводы по результатам исследования, выделяют ключевую информацию, которую необходимо обсудить с аудиторией. Важно проявить творческий подход и креативность при оформлении материалов, чтобы донести суть проекта в наиболее удобной для восприятия форме. Студент готовит презентацию, стенд, раздаточные материалы, а также при необходимости разрабатывает дидактические материалы и репетирует выступление [22].

Преподаватель помогает выбрать оптимальную форму подачи информации и поддерживает в определении того, что является основой, а что второстепенной информацией. Подобные требования к научно-исследовательским проектам обучающихся применяются не только в Казахстане, но и в других странах.

На основании вышеописанных данных, следует, что в условиях современного образования, ориентированного на компетентностный и системно-деятельные подходы, включение исследовательской деятельности в учебный процесс становится необходимым условием формирования ключевых компетенций студентов. Традиционные формы обучения уже не соответствуют запросам времени, а биологическое образование, в силу своей экспериментальной природы, особенно требует активного применения исследовательских методов. Основным требованием при организации исследовательской деятельности является постепенное формирование у студентов навыков научного поиска, начиная от постановки целей и задач до анализа и представления полученных результатов. Каждый этап требует от студента самостоятельности, критического мышления, умения обобщать и оформлять информацию. Важную роль при этом играет преподаватель, который сопровождает студента на всех этапах. Эффективность исследовательской деятельности во многом зависит от актуальности и практической значимости темы, применяемых методов, личной заинтересованности студента. Таким образом, исследовательский компонент учебных занятий должен быть методически продуман, логически выстроен и направлен на развитие у обучающихся когнитивной активности, самостоятельности и способности применять полученные знания в практической и научной деятельности.

### **1.3 Современный опыт проведения экспериментальной работы на биологических занятиях**

Научное изучение растений является краеугольным камнем биологической науки, понимание, объяснение сложных механизмов, которые поддерживают жизнь на нашей планете. От возвышающихся деревьев древних лесов до микроскопических водорослей, населяющих пресноводные экосистемы, растения охватывают большое разнообразие форм, функций и адаптаций. Однако преподавание биологии заключается не только в передаче фактических знаний; оно направлено на развитие глубокого понимания ботанического мира и воспитание следующего поколения учёных-биологов, защитников окружающей среды и информированных граждан. В образовательных учреждениях по всему

миру преподавание биологии ставит творческие, неординарные задачи и открывает уникальные возможности. Преподаватели должны ориентироваться в междисциплинарном характере предмета, интегрируя концепции из биологии, экологии, генетики, физиологии и таксономии в связный учебный материал. Более того, студенты имеют разное социальное происхождение и обладают разным уровнем предшествующих знаний и интереса к биологии растений [23].

Эффективные педагогические стратегии необходимы для вовлечения студентов, развития у них навыков критического мышления и привития им на всю жизнь любопытства к растениям и их значению в поддержании экосистем и человеческого общества.

Опыт преподавания биологии предлагает сокровищницу идей, инноваций и передового опыта, которые могут информировать и вдохновлять педагогов по всему миру. Изучая педагогические подходы, кросс-культурные перспективы и технологические достижения из различных образовательных контекстов, мы можем почерпнуть ценные уроки для улучшения ботанического образования и продвижения научной грамотности в Республике Казахстан. В нашем исследовании рассматривается зарубежный опыт преподавания биологии с акцентом на инновационные методики, кросс-культурные соображения и роль технологий в формировании современной биологической педагогики. Целью нашего анализа известных методических подходов является выявление богатства и многообразия подходов к преподаванию биологии, содействие диалогу и сотрудничеству между преподавателями по всему миру и, в конечном итоге, содействие развитию ботанического образования в XXI веке [24].

Инновационные педагогические подходы носят, прежде всего, творческий характер. Преподавание биологии требует креативности и адаптивности, чтобы вовлекать студентов в осмысленный учебный опыт, выходящий за рамки запоминания фактов. Инновационные педагогические подходы в биологическом образовании направлены на развитие любопытства, критического мышления и более глубокого понимания концепций биологии. Черпая вдохновение из зарубежного опыта, преподаватели приняли различные методики, которые отдают приоритет активному обучению, исследованию на основе запросов и применению в реальном мире [25].

Обучение на основе запросов (ООЗ) позволяет студентам стать активными участниками процесса обучения, задавая вопросы, проводя исследования и делая открытия. В образовании ООЗ поощряет студентов исследовать структуры, функции и взаимодействия растений с помощью практических занятий, экспериментов и полевых работ. Строя уроки вокруг открытых запросов, преподаватели стимулируют любопытство, развивают навыки научного исследования и развивают более глубокое понимание сложности жизни растений.

Опыт преподавания биологии продемонстрировал эффективность подходов, основанных на исследовании, в содействии вовлеченности студентов и концептуальному пониманию. Например, преподаватели могут разрабатывать исследования, которые позволяют студентам изучать такие темы, как

фотосинтез, гормоны роста растений или экологические взаимодействия в местных экосистемах. С помощью направляемого исследования студенты развивают навыки критического мышления, учатся формулировать гипотезы и делать выводы на основе фактических данных, тем самым углубляя свое понимание ботанических концепций. Проблемно-ориентированное обучение погружает студентов в аутентичные, реальные сценарии, где они должны применять свои знания и навыки для решения сложных проблем. В ботаническом образовании Проблемно-ориентированное обучение может включать решение экологических проблем, разработку устойчивых методов ведения сельского хозяйства или исследование адаптации растений к изменяющемуся климату. «Контекстуализируя» обучение в рамках значимых проблем, преподаватели поощряют междисциплинарное мышление, сотрудничество и креативность среди студентов [26].

Международный опыт продемонстрировал универсальность проблемно-ориентированных подходов в преподавании биологии в различных образовательных условиях. Например, студентам может быть поручено спроектировать общественный сад, который максимизирует биоразнообразие при минимальном использовании воды, или они могут смоделировать ботаническую исследовательскую экспедицию для открытия новых видов растений в отдаленных регионах. С помощью деятельности по решению проблем студенты развивают практические навыки, такие как экспериментальное проектирование, анализ данных и научная коммуникация, одновременно получая более глубокое понимание значимости биологии для проблем реального мира [27].

Проектно-ориентированное обучение (ПОО) вовлекает студентов в устойчивые, основанные на исследованиях проекты, которые приводят к значимым результатам, таким как исследовательские работы, презентации или мультимедийные выставки. В ботаническом образовании ПОО дает студентам возможность исследовать темы, представляющие личный интерес, проводить независимые исследования и сообщать свои выводы аутентичной аудитории. Проекты могут варьироваться от этноботанических исследований традиционных лекарственных растений до инициатив по сохранению, направленных на защиту исчезающих видов [28].

Зарубежный опыт подчеркивает ценность проектных подходов в поощрении студенческой активности, креативности и самостоятельного обучения в ботаническом образовании. Позволяя студентам следовать своим увлечениям и интересам, преподаватели задействуют внутреннюю мотивацию и способствуют развитию ответственности за обучение. Например, студенты могут сотрудничать с местными сообществами для получения знаний о местных растениях, создания образовательных материалов о местной флоре или участия в инициативах гражданской науки для мониторинга фенологии и распространения растений.

Подводя итог, можно сказать, что инновационные педагогические подходы, такие как обучение на основе исследования, проблемное обучение и

проектное обучение, предлагают многообещающие пути для обогащения биологического образования и предоставления студентам возможности стать активными участниками своего учебного пути. Применяя эти методологии, педагоги могут развивать более глубокое понимание биологии растений, вдохновлять будущие поколения учёных-биологов и способствовать более устойчивым отношениям между людьми и растительным миром [29].

Биологическое образование по своей сути переплетено с культурными контекстами, поскольку растения имеют различное значение, применение и значимость в разных обществах и традициях. Межкультурные перспективы в преподавании биологии подчёркивают важность признания и интеграции различных культурных перспектив, систем знаний коренных народов и традиционной экологической мудрости в биологическое образование. Принимая культурное разнообразие, педагоги обогащают процесс обучения, способствуют культурной релевантности и способствуют более глубокому пониманию взаимосвязи между растениями, людьми и культурами. Коренные общины по всему миру обладают глубокими экологическими знаниями, накопленными на протяжении поколений посредством прямого наблюдения, экспериментирования и культурных практик.

При преподавании биологических дисциплин включение систем коренных знаний (знаний, накопленным коренным местным населением) обогащает учебную программу, предоставляя студентам ценные знания об использовании, свойствах и экологической роли растений с различных культурных точек зрения. Почитая коренные способы познания, педагоги поощряют уважение к культурному разнообразию и способствуют сотрудничеству между носителями традиционных знаний и учеными-практиками [30].

Следует отметить важность интеграции знаний коренных народов в биологическое образование для улучшения понимания и оценки биологии растений студентами. Например, преподаватели могут приглашать старейшин коренных народов или хранителей знаний, чтобы они делились традиционными историями, практиками и использованием местных растений, тем самым контекстуализируя ботанические концепции в рамках культуры. Такие инициативы не только углубляют ботанические знания студентов, но и способствуют культурной толерантности, эмпатии и межкультурному диалогу.

Традиционные экологические знания охватывают совокупную мудрость сообществ относительно взаимоотношений между растениями, животными, экосистемами и человеческими обществами. В биологическом образовании включение традиционных экологических знаний улучшает понимание учащимися экологии растений, методов сохранения и стратегий устойчивого управления ресурсами. Интегрируя традиционные экологические знания в учебную программу, педагоги дают учащимся возможность оценить устойчивость, адаптивность и изобретательность традиционных экологических систем [31].

Сегодня демонстрируется ценность включения традиционных знаний в биологическое образование для развития целостных взглядов на биологию и

экологию растений. Например, студенты могут участвовать в совместных исследовательских проектах с коренными общинами для документирования традиционного использования растений, картирования культурных ландшафтов или оценки воздействия изменений окружающей среды на местные популяции растений. Благодаря такому сотрудничеству студенты получают более глубокое понимание взаимодействия между экологическими знаниями, культурными ценностями и устойчивыми практиками.

Растения играют многогранную роль в человеческих культурах, выступая в качестве источников пищи, лекарств, духовного значения и художественного вдохновения. При преподавании ботаники изучение культурного использования растений и традиций дает учащимся представление о разнообразных способах, которыми растения обогащают человеческую жизнь и формируют культурную идентичность. Включая этноботанические исследования, кулинарные традиции и знания о лекарственных растениях в учебную программу, педагоги воспитывают уважение к культурному разнообразию отношений между растениями и людьми.

Включение культурных традиций и использования растений в биологическое образование важно для содействия межкультурному пониманию. Например, преподаватели могут организовывать экскурсии в ботанические сады, на традиционные рынки или объекты культурного наследия, чтобы познакомить учащихся с разнообразными видами растений и их культурным значением. Взаимодействуя с местными сообществами и изучая культурные практики из первых рук, учащиеся получают более глубокое понимание сложных связей между растениями, культурой и обществом [32].

Межкультурные перспективы обогащают биологическое образование, интегрируя в учебную программу системы знаний коренных народов, традиционную экологическую мудрость и культурное использование растений. Принимая культурное разнообразие, педагоги способствуют созданию инклюзивной среды обучения, содействуют уважению к различным способам познания и дают возможность студентам стать культурно компетентными учеными-ботаниками и гражданами мира. Благодаря кросс-культурному диалогу и сотрудничеству ботаническое образование может выходить за рамки границ, преодолевать культурные различия и способствовать созданию более устойчивого и взаимосвязанного мира.

Опыт преподавания биологии предлагает ценные идеи, перспективы и методики, которые обогащают биологическое образование и способствуют межкультурному взаимопониманию. Благодаря инновационным педагогическим подходам, таким как обучение на основе исследования, проблемное обучение и проектное обучение, преподаватели вовлекают студентов в значимый учебный опыт, который способствует любознательности, критическому мышлению и более глубокому пониманию биологии. Принимая культурное разнообразие и интегрируя в учебную программу системы знаний коренных народов, традиционную экологическую мудрость и культурное использование растений, преподаватели создают инклюзивную учебную среду,

которая чтит различные способы познания и способствует уважению к культурному наследию.

Технологические достижения еще больше улучшают биологическое образование, предоставляя инструменты и ресурсы для иммерсивного обучения, цифрового исследования и совместных научных изысканий. Такие платформы, как симуляции виртуальной реальности, цифровые гербарии и онлайн-базы данных, расширяют доступ к ботаническим знаниям и позволяют студентам изучать разнообразие растений и экологию инновационными способами. Используя технологии, преподаватели могут создавать динамичные учебные среды, которые выходят за рамки физических границ и способствуют глобальному сотрудничеству в ботанических исследованиях и образовании [33].

Остаются проблемы в переводе иностранных методик обучения и культурных перспектив в различные образовательные контексты, включая языковые барьеры, ограниченность ресурсов и институциональное сопротивление. Однако эти проблемы также открывают возможности для сотрудничества, обмена знаниями и наращивания потенциала среди педагогов по всему миру. Способствуя международному партнерству, программам профессионального развития и открытым репозиториям, педагоги могут обмениваться передовым опытом, совместно создавать инновационные решения и способствовать постоянному совершенствованию ботанического образования.

Международный опыт преподавания биологии вдохновляет на инновации, способствует сотрудничеству и обогащает биологическое образование разнообразными перспективами, методиками и культурными идеями. Принимая инновационные педагогические подходы, межкультурные перспективы и технологические идеи иностранных учёных, казахстанские учёные и педагоги могут создать свои креативные системы обучения с интеграцией науки образование на всех его ступенях [34].

Благодаря своим достижениям педагоги могут предоставить обучающимся возможность стать хранителями информации о живом мире, обладающими знаниями, навыками и культурной компетентностью для решения сложных задач и внесения вклада в более устойчивое и взаимосвязанное будущее. Совместные усилия, охватывающие различные дисциплины, могут позволить биологическому образованию преодолеть границы, культурные различия и вдохновить новое поколение учёных-биологов, исследователей окружающей среды, стремящихся понять, оценить и сохранить природные объекты на Земле.

Анализ современного опыта проведения экспериментальной работы на биологических занятиях показал следующее. Биологическое образование как в Казахстане, так и за рубежом претерпевает значительные преобразования, переходя от традиционной модели передачи знаний к активным формам учебной и исследовательской деятельности. Зарубежный опыт показывает высокую эффективность инновационных педагогических стратегий, таких как обучение на основе исследования, проблемно-ориентированное обучение, которые позволяют обучающимся стать активными участниками образовательного процесса. Эти методы стимулируют не только освоение биологических знаний,

но и формирование междисциплинарных навыков, включая работу с данными, постановку гипотез, самостоятельную организацию экспериментов и презентацию научных результатов.

Особенность зарубежной практики заключается в акценте на межкультурные аспекты и включении традиционных экологических знаний, особенно в контексте взаимодействия с коренными народами. Интеграция этих знаний в образовательную программу позволяет углубить понимание значимости растений в культуре, быте и мировоззрении различных народов, что способствует воспитанию экологического и культурного сознания. В Казахстане эта практика пока не получила широкого распространения, однако она представляет ценную возможность для модернизации биологического образования с учётом богатого этнокультурного наследия страны.

Кроме того, зарубежные педагогические системы активно используют современные цифровые технологии: виртуальные гербарии, симуляции, онлайн-экспедиции и базы данных, которые делают обучение более наглядным, интерактивным и доступным. В Казахстане применение подобных цифровых инструментов только набирает обороты, однако их адаптация к локальным условиям открывает новые перспективы для повышения качества обучения и вовлечённости студентов.

Таким образом, сравнительный анализ показывает, что Казахстан может значительно обогатить свою практику преподавания биологии, интегрируя международные инновационные методики, кросс-культурные элементы и цифровые технологии. При этом важно учитывать локальные особенности, создавать авторские решения и усиливать практико-ориентированную направленность учебных занятий. Это позволит не только повысить качество профессиональной подготовки будущих учителей биологии, но и сформировать у них научную, экологическую и культурную ответственность – важнейшие качества в условиях глобальных вызовов XXI века.

### **Выводы по первому разделу**

Диссертационное исследование позволяет сделать выводы о сущности, условиях и современных подходах к организации исследовательской деятельности обучающихся по биологическим дисциплинам в высших учебных заведениях. Понятие исследовательской деятельности трактуется как особый вид познавательной и творческой активности, направленной на получение нового знания и развитие научного мышления. В условиях трансформации высшего образования Казахстана исследовательская деятельность приобретает стратегическое значение, поскольку способствует формированию ключевых компетенций, развитию самостоятельности, критического мышления и способности к инновационному решению профессиональных задач. Подчёркивается, что студенты, вовлечённые в научный поиск, формируют устойчивую мотивацию к обучению и приобретают ценные навыки, необходимые для успешной профессиональной самореализации в сфере науки и образования.

Рассмотрены основные требования к включению исследовательской деятельности в учебный процесс. Эффективная организация исследовательской деятельности невозможна без научно обоснованного подхода к выбору методов, структуры и содержания образовательных заданий. Учебно-исследовательская работа требует пошаговой реализации: от постановки цели и формулирования гипотезы до анализа данных и презентации результатов. Особое значение придаётся проектной и проблемно-ориентированной форме обучения, а также внедрению практико-ориентированных задач, позволяющих студентам решать реальные биологические и экологические проблемы. Важно подчеркнуть, что преподаватель играет ключевую роль как тьютор и научный наставник, направляющий студента на каждом этапе исследования.

Сопоставление казахстанского и зарубежного опыта показывает, что инновационные педагогические практики, такие как обучение на основе исследования, проектное обучение, междисциплинарные стратегии позволяют формировать у студентов системное научное мировоззрение. Систематизирован и сравнительно проанализирован опыт внедрения современных педагогических подходов в преподавание биологических дисциплин – как в зарубежной, так и в казахстанской образовательной практике. Данный анализ является методологическим обоснованием выбора исследовательских стратегий, реализованных в диссертационной работе. Она представляет собой результат обширного анализа научной литературы, педагогических программ, а также эмпирических материалов, собранных в ходе работы над диссертацией. Изучены ключевые критерии: исследовательский и проблемно-ориентированный подходы, межкультурные аспекты и традиционные экологические знания, цифровизация биологического образования. Каждый критерий раскрывает актуальные векторы развития биологического образования. Зарубежная педагогическая традиция реализует обучение на основе открытых задач, моделирования и практических кейсов, что способствует формированию научного мышления. Казахстанская методическая практика демонстрирует устойчивую динамику интеграции этих подходов в преподавании биологии, что отвечает стратегическим целям подготовки конкурентоспособных педагогов. В зарубежной практике активно реализуется интеграция этноботаники, традиционных экологических подходов. Эти элементы обогащают биологическое образование гуманистическим содержанием. Особую ценность представляет казахстанский опыт интеграции традиционных знаний. Это соответствует курсу на национально ориентированное и культурно релевантное образование. Применение цифровых инструментов в зарубежной практике способствуют визуализации и моделированию сложных биологических процессов. Вузы Республики Казахстан активно локализуют ресурсы под региональный компонент, что усиливает их образовательный материал.

Таким образом, представленный материал является методологически значимым и научно ценным элементом диссертационного исследования, на основе которого построены ключевые положения работы, включая гипотезу, цель, задачи, методологию эксперимента и педагогические рекомендации.

## **2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА**

### **2.1 Структура и содержание образовательной среды применения методов биоиндикации в подготовке будущих учителей биологии**

В современную эпоху, характеризующуюся всепроникающим присутствием цифровых технологий и экранов в образовательных учреждениях, изучение растительного мира может показаться оторванным от реальности или несоответствующим друг другу [35]. Академические учреждения по всему миру сталкиваются с рядом трудностей в поддержании вовлеченности студентов в различные дисциплины промышленной науки из-за широкого использования цифровых материалов и онлайн-курсов [36]. Исследователи и преподаватели постоянно изучают новые методы оценки и совершенствования знаний о растениях, признавая важность развития глубокого понимания местных видов растений.

Тем не менее, существуют проблемы в попытках улучшить образовательную среду для студентов, обучающихся по различным образовательным программам. Традиционные методы обучения, которые в значительной степени опираются на текстовые ресурсы из учебников и слайдовые презентации, не могут последовательно вдохновлять студентов на дополнительные занятия и вызывать осознанное желание изучать растения [37]. Эта стратегия не всегда способствует пониманию индивидуумами разнообразия и своеобразия видов растений, произрастающих в их регионе. В этом исследовании мы рассмотрели новый подход к решению проблем в образовании, используя творческие иллюстрированные задания с изображениями региональных растений [38]. Это педагогическое решение направлено на предоставление студентам практической возможности исследовать и получать информацию о местных растениях, тем самым способствуя более глубокому пониманию области ботаники. Такой подход служит как для развития интереса к области науки о растениях, так и для содействия сохранению и знаний о разнообразной региональной флоре. Такие усилия имеют значительную ценность в современном мире, который активно ищет устойчивые решения в области экологии и управления окружающей средой [39].

В ходе исследования были созданы обучающие задания для контроля и закрепления знаний по биоиндикации растений [40]. В качестве заданий использовались оригинальные изображения местных растений, живые и гербарные образцы растительных объектов, полученные в ходе полевой практики, а также после окончания курсов по морфологии и систематике растений (проводимых в Павлодарском педагогическом университете имени Әлкей Марғұлан в рамках предмета «Разнообразие живых организмов») [41].

В качестве респондентов выступили студенты-биологи, которые были разделены на 2 группы. Первая группа – экспериментальная, в которой участвовали 52 человека. Вторая группа – контрольная, в ней участвовали 48

человек. Всего было 100 респондентов. Указанное количество участников рассматривается как наиболее подходящее для вычисления статистической информации. Размер выборки также зависел от общей численности студентов-биологов в регионе исследования.

Чтобы изучить потенциальное влияние переменных, относящихся к индивидуальным ресурсам студентов и условиям обучения, на улучшение результатов, мы собрали данные по таким факторам, как организация курса (с учётом наличия или отсутствия отклонений, количества одновременных курсов и участвующих преподавателей).

Контрольные мероприятия проводились по установленной процедуре, в ходе которой обучаемым было предложено определить древесные и кустарниковые растения, а также изучить их биоиндикационными методами [42]. Отбор студентов не проводился с использованием каких-либо осознанных критериев, особенно в отношении места проживания, поскольку университет принимает студентов из многих частей страны. Второе исследование было проведено с использованием тех же методик, что и в предыдущем варианте, после серии натуральных и виртуальных туров.

В ходе обработки данных мы выделили набор названных каждым участником элементов, а затем рассчитали соответствующую количественную оценку. Для анализа количественных результатов каждой группы использовались статистические методы. Между тем, для облегчения сравнения данных с помощью t-критерия Стьюдента предварительно были вычислены среднее значение и стандартная ошибка [43].

#### *Этика научных исследований.*

Настоящее исследование проводилось в соответствии с этическими нормами, изложенными в Кодексе этики научных работников образования Казахстана [44]. Во время предварительного исследовательского совещания, проведённого в образовательной организации, авторы надлежащим образом проинформировали студентов и преподавателей о целях и методологии предстоящего исследования. Студентам была предоставлена гарантия конфиденциальности и добровольного участия. Более того, от студентов было получено письменное согласие. По завершении было единогласно решено всеми студенческими группами предоставить исследователям разрешение сохранить их письменные работы с гарантией конфиденциальности.

Для создания психологически безопасной и комфортной обстановки при контроле знаний предлагалось выполнять задания индивидуально и в группах, с фиксацией результатов в журнале наблюдений, но без снижения оценок, влияющих на успеваемость студентов [45].

Корректирующие действия были реализованы с использованием групповых подходов, таких как организация экскурсий и дополнительных лабораторных занятий деловых игр, содержание которых будет объяснено ниже. При этом учащиеся высказывали свои впечатления (рефлексию) одноклассникам и учителю как устно, так и письменно, без выставления при этом никаких оценочных баллов [46].

Включение биоиндикации древесных и кустарниковых растений в содержание естественнонаучного образования является значимым педагогическим процессом, оказывающим непосредственное влияние на социализацию личности учащихся [47]. Изучение местных природных объектов способствует воспитанию личности патриота и гражданина многонационального Казахстана, знающего и любящего свою землю, город, место (его традиции, природное, историческое и культурное наследие) и желающего принимать активное участие в его развитии [48].

Органичное сочетание этих навыков обеспечивает им конкурентоспособность на региональном рынке труда и успешную карьеру в выбранной сфере деятельности. Помимо полного использования возможностей, имеющихся в их стране и регионе, для восстановления здоровья, отдыха и хобби необходимы регулярные контакты с природой [49]. Введение местной флоры необходимо в естественных науках, поскольку круг локальных природных объектов, с которыми человек находится в непосредственном контакте, определяет среду его существования [50].

Умение ориентироваться в природной среде, а не только в социальной, определяет комфортное и безопасное существование человека, независимо от возраста и профессии [51]. Такая функциональная грамотность, определяющая правильное взаимодействие с природными объектами, как раз и формируется в студенческие годы, и она особенно важна для будущих учителей биологии [52].

Мы провели опрос студентов 1-2 курсов. Целью было оценить знания учащихся о местных растениях, а также применение их в качестве биоиндикаторов. Все контрольные задания были выполнены по одному и тому же формату: за 50 минут студентам необходимо было ответить на 50 тестовых вопросов в пяти блоках. Таких анкет было два вида. Первая была направлена на оценку профессиональных компетенций будущих учителей биологии, вторая – на оценку уровня развития исследовательской деятельности. В педагогическом эксперименте приняли участие обучаемые Павлодарского педагогического университета имени Әлкей Марғұлан. Целенаправленного отбора по какому-либо признаку не проводилось. Некоторые студенты были исключительно одаренными и эрудированными. В каждой группе 3-5 обучаемых показали результаты «хорошо» и «отлично». Кроме того, для сравнения мы провели те же исследования среди молодёжи в научном клубе Дворца школьников. Это место сбора разных студентов по интересам, которые в первую очередь связаны с изучением науки и языка в свободное время. Мы рассматривали группы обучающихся разного возраста, которые были активными членами научного клуба, как заинтересованный молодежный контингент (рядом с которыми студенческий клуб посещали также заинтересованные школьники старших классов). Научный клуб был полностью добровольным; все студенты посещали его по собственной инициативе.

Используя разработанную нами методику, мы провели педагогическое исследование эффективности биоиндикационного подхода в изучении местных растений. Оно включало анкету из 50 вопросов, разделенных на пять разделов.

Каждый вопрос сопровождался фотографией растения, а также заданиями (ответы необходимо было занести в заранее подготовленную таблицу) и критериями оценки. Участие в опросе учащиеся принимали без специального или предварительного уведомления на констатирующем этапе эксперимента. Пример такого задания приведен ниже (таблица 2).

Таблица 2 – Пример заданий для обучающихся

Фото растения			
задания	ответы студентов	отметка	
		максимум	Полученная отметка
Идентификация растения (научная и народная)		0,5	
Определение формы жизни растения		0,5	
Указание систематической принадлежности		1	
Идентификация морфологических и физиологических признаков.		2	
Анализ биоиндикационного потенциала растения		2	
Общая оценка		6	

Основная идея педагогического эксперимента заключалась в предоставлении обучаемым возможности совершать натурные и виртуальные экскурсии в природу, включая демонстрацию фотографических изображений растений, пояснение их названий и информации об использовании в качестве индикаторов.

Мы провели повторное исследование, используя те же методы, что и раньше, после цикла туров. Кроме того, мы составили задания на знание биоиндикационных методов изучения растений возрастающей сложности (название и использование). Такие задания были предоставлены студентам.

Для управления и закрепления знаний по биоиндикации и таксономии иллюстрированные действия с изображениями региональной флоры являются эффективным и интересным средством обучения. Это позволяет студентам учиться визуально, через восприятие и анализ изображений, более интересным и запоминающимся способом, чем просто чтение текста или прослушивание лекций [53].

Студенты могут учиться в своей области, тренируя свои навыки визуального восприятия, используя иллюстрированные задания с изображениями местных растений. Это помогает их пониманию и сохранению в памяти фактов о различных растениях, их экологии и таксономической принадлежности [54].

Кроме того, использование изображений региональных растений в заданиях позволяет учащимся знакомиться с реальными образцами растений, что способствует развитию наблюдательных и аналитических способностей. Они

могут исследовать структуру растений, их внешний вид и реакцию на различные экологические ситуации [55, с.282].

Иллюстрированные упражнения также побуждают на активное участие студентов в процессе обучения. Они могут автономно анализировать фотографии, выделять признаки растений, идентифицировать их и сравнивать с другими видами. Это позволяет людям улучшить свое критическое мышление, аналитические и сравнительные способности [55, с.285].

Использование иллюстрированных заданий с фотографиями, в которых изложены биоиндикационные методы, также может быть полезным для консолидации информации об окружающем мире. Обучаемые могут закрепить свои знания и уверенность в определении и классификации различных видов растений, повторно рассматривая изображения региональной флоры и выполняя домашнее задание на их основе. Они могут сравнивать свои ответы их с предоставленными образцами, что позволяет им оценивать свои способности и исправлять ошибки.

Использование фотографий растений в заданиях может помочь студентам развить эстетическое восприятие и интерес к природе. Они могут узнать о разнообразии флоры своего региона, ее отличительных особенностях и важности защиты экосистем. Это мотивирует студентов больше узнавать о дикой природе и ее охране.

Однако при использовании иллюстрированных заданий с изображениями природных объектов региона необходимо учитывать вариабельность, недостаточный жизненный опыт общения с природными объектами со школьных лет, а также низкий уровень знаний по таксономии или местным растениям, задания должны быть адаптированы к каждому уровню. Студенты смогут извлечь максимальную пользу из этого стиля обучения и в результате расширить свои знания по систематике, морфологии и экологии [56].

В целом, биоиндикационные исследования требуют разработки системного подхода, включающего выбор методов оценки (например, морфологический анализ листьев, дендрологические измерения), периодичность наблюдений и методы интерпретации данных. Применение этих методов учебном процессе способствует углубленному пониманию студентами экологических проблем и методологии экологических исследований.

Методология педагогического исследования в области биоиндикации предполагает чётко разработанную программу, которая включает постановку целей и гипотез, выбор исследуемых видов растений, определение условий и факторов для наблюдений. Такая структура педагогического эксперимента позволяет обеспечить последовательность, объективность и репрезентативность результатов, что важно для получения достоверных данных и обучения студентов системному научному подходу.

Изучение биоиндикационных возможностей растений в образовательной деятельности помогает будущим учителям биологии развивать исследовательские навыки. Эти качества необходимы для проведения

самостоятельных исследований и формирования профессиональной готовности к преподаванию биологических дисциплин.

Применение биоиндикационных методов при изучении древесных и кустарниковых растений способствует формированию у студентов научного подхода, укрепляет их аналитические способности и умение решать экологические вопросы. Изучение биоиндикационного потенциала растений позволяет эффективно интегрировать экологическое образование и практическую подготовку, что способствует их всестороннему развитию как будущих специалистов в области биологии.

## **2.2 Структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов**

В основе педагогического эксперимента лежали несколько подходов. *Системный подход* позволил рассматривать биоиндикационные методы как интегрированную часть учебного процесса, направленного на формирование исследовательских и профессиональных компетенций. Он обеспечил целостное проектирование педагогической модели, где все компоненты – цели, содержание, методы, формы организации и диагностика – рассматриваются во взаимодействии друг с другом. *Компетентностный подход* сориентирован процесс подготовки студентов-биологов на достижение конкретных результатов в виде сформированных умений, знаний и практических навыков, востребованных в педагогической и биологической деятельности. Этот подход определил направленность модели на развитие исследовательской деятельности, включающей умение проводить экологическую диагностику, анализировать состояние окружающей среды, применять методы биоиндикации и организовывать исследовательскую деятельность в образовательной среде. *Экспериментально-педагогический* подход позволил выстроить логику практического этапа исследования через реализацию педагогического эксперимента. Он обеспечил обоснование методики проверки эффективности предложенной модели и оценку изменений в уровне сформированности исследовательской деятельности студентов.

Структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием современных биоиндикационных методов изучения растений базировалась на совокупности описанных выше подходов. В основе модели лежало представление о биоиндикационных методах не только как о научно-экологических инструментах, но и как о полноценном компоненте учебного процесса способствующем интеграции теоретических знаний и практических умений студентов в ходе профессиональной подготовки.

Структурно-содержательная модель включала несколько взаимосвязанных компонентов:

1. *Целевой компонент* – направлен на развитие у студентов мотивации к научно-исследовательской деятельности, формирование осознания значимости

биоиндикационных методов в окружающем мире и биологическом образовании. Особое внимание уделялось развитию экологической ответственности и стремлению к практическому применению знаний.

2. *Содержательный компонент* – включал системно организованные теоретические и практические знания, необходимые для освоения биоиндикационных методов изучения растений:

- морфология и физиология древесных и кустарниковых растений;
- экологические основы биоиндикации;
- методы диагностики состояния растений, оценка степени повреждённости и другие приёмы оценки окружающей среды;
- формирование умений интерпретировать результаты исследований в экологическом и педагогическом контексте.

3. *Процессуально-технологический компонент* – реализовывался на трёх уровнях. Первый уровень – аудиторный – исполнялся через лекционные и лабораторные занятия, в рамках которых студенты получали базовые знания и первоначальные навыки. Второй уровень – внеаудиторный – предполагал проведение самостоятельных исследований, участие в учебных экскурсиях и полевых практиках. Третий уровень – рефлексивный – направлен на осмысление полученного опыта, защиту исследовательских проектов, анализ собственных затруднений и достижений, что способствовало развитию исследовательской культуры и способности к саморазвитию.

4. *Диагностико-результативный компонент* – включал систему оценки эффективности модели. Для диагностики использовались анкеты, анализ исследовательских проектов, а также самооценка и рефлексия самих студентов. Основными критериями выступили уровень сформированности исследовательских умений, способность применять биоиндикационные методы, качество и полнота выполненных исследований, активность в исследовательской деятельности.

Педагогический эксперимент осуществлялся в три этапа: констатирующий, формирующий и контрольный. На констатирующем этапе была выполнена предварительная диагностика уровня исследовательских умений, определены особенности мотивации студентов к научной деятельности, а также выявлены исходные затруднения при выполнении исследовательских заданий. Формирующий этап включал внедрение разработанной модели в образовательный процесс: проведение занятий с элементами проблемного и исследовательского обучения, организация полевых выходов и выполнение микропроектов. На заключительном контрольном этапе была повторная диагностика, анализ исследовательских работ, организованы защиты индивидуальных и групповых проектов. Сопоставление результатов до и после эксперимента позволило сделать вывод о положительной динамике в формировании исследовательских компетенций обучающихся.

Результаты педагогического эксперимента свидетельствовали об эффективности предложенной модели. Студенты не только овладели методами биоиндикации, но и продемонстрировали способность использовать их в

учебной и профессиональной деятельности. Был зафиксирован рост мотивации к участию в научных и экологических проектах, повысилась осознанность в отношении роли растений как индикаторов состояния среды. Данную структурно-содержательную модель можно представить в виде схемы, показанной на рисунке 1.

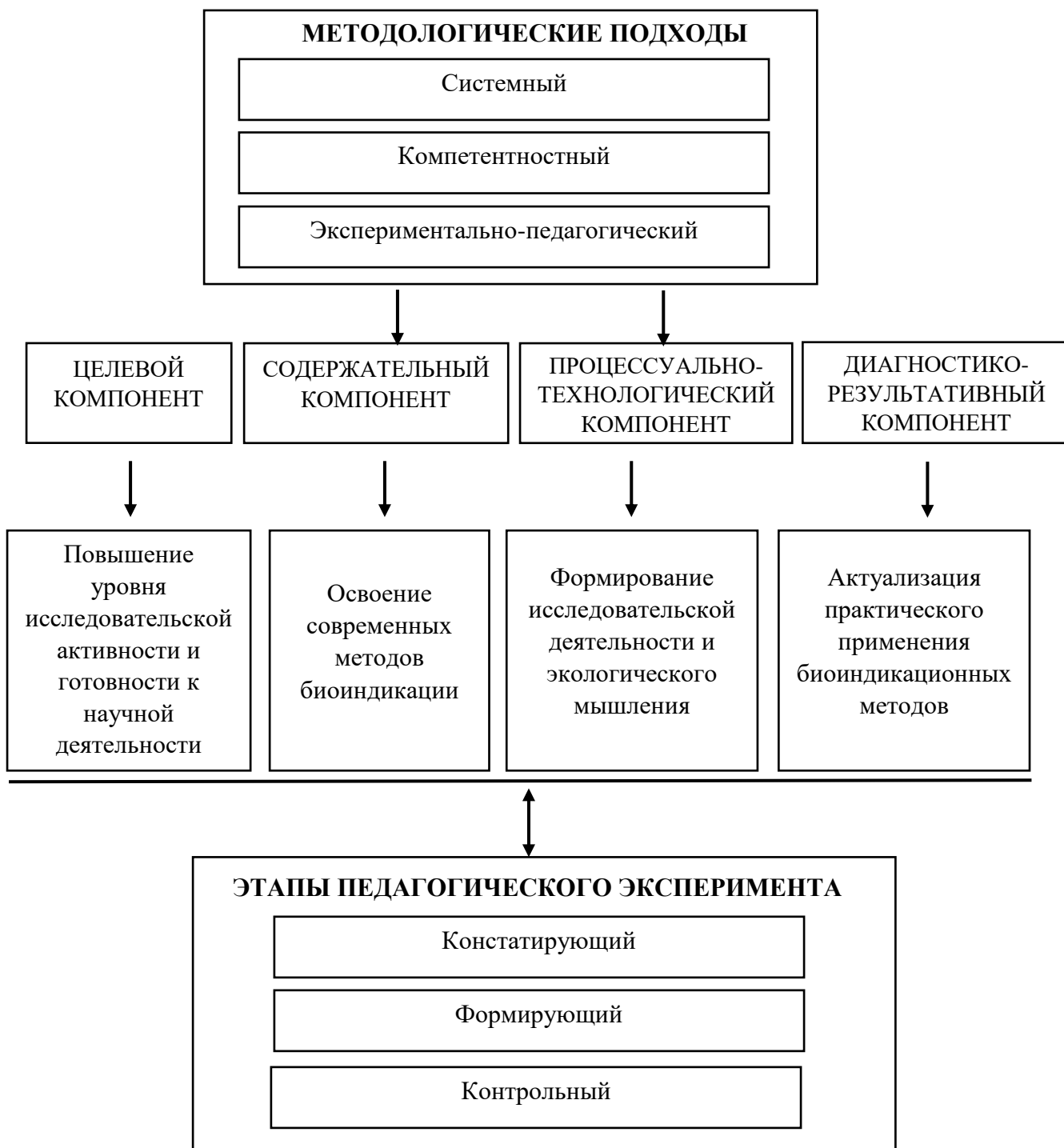


Рисунок 1 – Структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений

Таким образом, видится целесообразность использования биоиндикационных методов как средство развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии.

### **Выводы по второму разделу**

Педагогический эксперимент был обоснован на необходимости интеграции системного, компетентностного и экспериментально-педагогического подходов для построения эффективной модели развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии. Системный подход обеспечил целостное конструирование педагогической модели, где каждый её компонент – цели, содержание, методы, формы и способы оценки – рассматривались во взаимосвязи и служили достижению общей цели подготовки профессионально компетентного педагога-исследователя. Компетентностный подход позволил сфокусировать внимание на развитии конкретных профессиональных и исследовательских умений, ориентированных на практическое применение биоиндикационных методов в образовательном процессе и при анализе окружающей среды. Экспериментально-педагогический подход стал основой для проверки эффективности модели в реальных условиях учебной деятельности, обеспечив возможность получения объективных данных о степени развития исследовательской компетенции у обучающихся.

Разработанная структурно-содержательная модель включала четыре взаимосвязанных компонента: целевой, содержательный, процессуально-технологический и диагностико-результативный. Каждый из них выполнял конкретную функцию и направлен на развитие исследовательской мотивации, освоение методик биоиндикации, применение биоиндикационных методов изучения растений в полевых условиях, а также на оценку результатов обучения и исследовательской активности. Особое внимание в модели уделяется использованию древесных и кустарниковых растений как объектов экологического мониторинга и как учебных средств, способствующих развитию наблюдательности, аналитического мышления и способности к самостоятельной научной деятельности.

Педагогический эксперимент, проводимый в три этапа (констатирующий, формирующий и контрольный), направлен на подтверждение методической состоятельности предложенной модели. Предполагаются положительные изменения в уровне развития исследовательской деятельности у студентов экспериментальной группы, что может свидетельствовать об эффективности включения методов биоиндикации в подготовку будущих учителей биологии. Таким образом, данный раздел демонстрирует, что применение комплексного методологического подхода позволяет не только научно обосновать структурно-содержательную модель, но и успешно реализовать её на практике высшего биологического образования.

### **3 СИСТЕМА ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ВНЕДРЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

#### **3.1 Диагностика сформированности современных биоиндикационных компетенций студентов**

Использование современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в образовательном процессе обеспечивает повышение уровня исследовательской деятельности будущих учителей биологии, развивает у них экологическое мышление и профессиональные навыки исследований окружающего мира, так как внедрение биоиндикации в учебный процесс не только углубляет знания студентов о растениях, но и стимулирует их исследовательскую активность и готовит их к эффективной педагогической деятельности.

Педагогический эксперимент проводился среди студентов специальности «Биология» и «Химия-Биология» в Павлодарском педагогическом университете имени Элкей Марғұлан. Участники делились на две группы: контрольную и экспериментальную для сравнения результатов. Само исследование состояло из нескольких этапов:

1. *Констатирующий этап* – определение компетенций и навыков, подлежащих оценке. Оценивались формирование навыков исследовательской деятельности, критического анализа данных, умение работать с растениями-индикаторами и интерпретировать результаты. Также провели анкетирования и тестирования для оценки начального уровня исследовательских и профессиональных компетенций у участников эксперимента. Были подготовлены необходимые материалы: разработаны методические указания, рабочие тетради, таблицы для проведения экспериментов с древесными и кустарниковыми растениями, подготовка экспериментальных площадок для проведения исследований.

2. *Формирующий этап* – введение теоретической базы: предоставление студентам лекций и практических работ о принципах биоиндикации, методах наблюдений за растениями-индикаторами, таких как состояние листвы и коры, изменение морфологических и физиологических признаков. На практических занятиях студенты экспериментальной группы изучали состояние окружающей среды с помощью биоиндикационных методов на примере древесных и кустарниковых растений (определение степени нарушения экосистем, влияние внешних факторов на состояние растений). В качестве методического сопровождения проводились регулярные консультации сопровождение преподавателей для корректировки и направленного развития исследовательской работы студентов.

3. *Контрольный этап* – анализ и интерпретация результатов. Здесь проводился сравнительный анализ работы контрольной и экспериментальной групп на основании показателей компетентности в области исследовательской

деятельности и уровня знания по биоиндикационным методам. На этом этапе проводили итоговый опрос и тестирование для оценки изменений в компетенциях, мотивации и готовности к самостоятельной работе. Также проводили обсуждение результатов с участниками путём организации круглого стола, на котором студенты могли обсудить свои наблюдения, выводы и продемонстрировать полученные навыки.

Для оценки результатов были разработаны следующие критерии:

- уровень овладения биоиндикационными методами: умение студентов работать с древесными и кустарниковыми растениями, оценивать их состояние и применять методы биоиндикации на практике;

- сформированность исследовательских компетенций: способность планировать и выполнять исследования, собирать данные, анализировать и интерпретировать результаты;

- уровень понимания студентами экологических проблем, осознание важности мониторинга состояния окружающей среды и применение методов биоиндикации;

- профессиональная мотивация: изменения в мотивации студентов к исследовательской и педагогической деятельности.

И в завершение, осуществили формулирование выводов по полученным результатам исследования:

- оценка эффективности применения биоиндикационных методов в учебном процессе;

- определение степени развития у студентов профессиональных и исследовательских компетенций;

- рекомендации по использованию данных методов в подготовке учителей биологии для улучшения качества образовательного процесса.

На основе вышеперечисленного сформировались выводы о значении применения биоиндикационных методов для профессионального развития студентов и делались предложения по интеграции подобных исследований в образовательный процесс.

Во время констатирующего этапа были проведены мероприятия, направленные на выявление исходного уровня исследовательских и профессиональных компетенций студентов, которые включали диагностическое тестирование, анкетирование и анализ текущих знаний по основам биоиндикации и ботанике. Для этого были созданы два вида анкет, по которым были опрошены студенты. Первая анкета направлена на оценку профессиональных компетенций, а вторая – на оценку исследовательских. Каждая такая анкета состояла из пяти блоков с тестовыми заданиями, в которых предлагались четыре варианта на выбор. Ниже мы приводим данные анкеты 1 и анкеты 2.

*Анкета 1. Общие вопросы по биоиндикации и её значению*

*Блок 1. Общие вопросы по биоиндикации и её значению*

1. Что такое биоиндикации?

- A) Метод оценки экологического состояния с использованием физических приборов
  - B) Метод оценки состояния окружающей среды с помощью живых организмов;
  - C) Исследование взаимодействия организмов друг с другом;
  - D) Способ измерения уровня загрязнения воды.
2. Какие группы растений чаще всего используются в биоиндикации?
- A) Водные растения
  - B) Мохообразные;
  - C) Древесные и кустарниковые;
  - D) Цветковые.
3. Почему растения-индикаторы важны для экологического мониторинга?
- A) Они растут быстрее, чем другие растения;
  - B) Они чувствительны к изменениям среды;
  - C) Они могут выживать в экстремальных условиях;
  - D) Их легко выращивать в лаборатории.
4. Какую роль играют древесно-кустарниковые растения в биоиндикации?
- A) Они являются источником пищи для насекомых;
  - B) Они активно очищают почву;
  - C) Они чувствительны к изменениям качества почвы и воздуха;
  - D) Они устойчивы к загрязнению.
5. В чём состоит преимущество биоиндикации по сравнению с химическим анализом среды?
- A) Быстрота анализа;
  - B) Низкая стоимость;
  - C) Возможность длительного наблюдения за изменениями;
  - D) Прямое измерение загрязняющих веществ.
6. Какие параметры окружающей среды чаще всего изучаются с помощью биоиндикации?
- A) Температура и влажность;
  - B) Уровень загрязнения и кислотность;
  - C) Освещённость и солёность;
  - D) Объём осадков.
7. В чём основное назначение биоиндикаторов?
- A) Поддержание биоразнообразия;
  - B) Оценка качества окружающей среды;
  - C) Привлечение полезных насекомых;
  - D) Определение скорости роста растений.
8. Что делает биоиндикацию уникальным методом анализа?
- A) Исключает влияние человека;
  - B) Позволяет оценивать среду в реальном времени;
  - C) Доступна только в лабораторных условиях;
  - D) Определение скорости роста растений.

9. Какое значение имеет биоиндикация для решения экологических проблем?

- А) Позволяет избежать всех проблем;
- В) Помогает только в изучении воды ;
- С) Обеспечивает современную диагностику загрязнений;
- Д) Влияет на выживаемость растений.

10. Какой из перечисленных фактор нельзя оценить методом биоиндикации?

- А) Загрязнение почвы;
- В) Концентрацию вредных веществ в воздухе;
- С) Интенсивность солнечного излучения;
- Д) Кислотность водоёмов.

*Блок 2. Биоиндикационные методы и их применение.*

11. Какой метод используют для анализа состояния растений через цвет листьев?

- А) Морфологический анализ;
- В) Визуальный анализ;
- С) Физиологический анализ;
- Д) Кислотность водоёмов.

12. Что такое метод лишеноиндикации?

- А) Изучение мхов для оценки загрязнения;
- В) Использование лишайников для изучения качества воздуха;
- С) Анализ древесных растений для определения загрязнений;
- Д) Изучение содержания хлорофилла в листьях.

13. Какие биохимические маркеры растений используют для оценки качества окружающей среды?

- А) Содержание воды;
- В) Уровень хлорофилла;
- С) Толщина коры;
- Д) Длина корней.

14. Как называется метод, в котором оцениваются анатомо-морфологические изменения растений?

- А) Фитодиагностика;
- В) Лишеноиндикация;
- С) Фитотестирование;
- Д) Визуальный анализ.

15. В чём заключается метод фитотестирования?

- А) Анализ почвы с помощью растений;
- В) Оценка загрязнений с помощью тестов на растениях;
- С) Измерений толщины листьев;
- Д) Определение кислотности почвы

16. Как можно использовать содержание хлорофилла в листьях для биоиндикации?

- А) Для оценки уровня загрязнения воздуха;

- В) Для анализа солнечного света;
- С) Для расчёта влажности почвы;
- Д) Для измерения уровня кислотности.

17. Какие виды растений используют для оценки уровня кислотности почвы?

- А) Водные растения;
- В) Хвойные растения;
- С) Мхи и лишайники;
- Д) Травянистые растения.

18. В чём суть метода биохимического анализа в биоиндикации?

- А) Определение уровня загрязнения с помощью химического анализа почвы;
- В) Изучение химического состава растений для оценки загрязнения;
- С) Использование технических приборов для анализа воздуха;
- Д) Оценка качества воды.

19. Как можно применять метод фитосанитарной диагностики в биоиндикации?

- А) Для измерения уровня влажности;
- В) Для определения кислотности почвы;
- С) Для оценки состояния здоровья растений;
- Д) Для анализа загрязнения воды.

20. Какие физиологические показатели растений наиболее информативны для биоиндикации?

- А) Влажность и температура листьев;
- В) Содержание хлорофилла и степень увядания;
- С) Длина корней и толщина ствола;
- Д) Структура листа.

*Блок 3. Древесные и кустарниковые растения как биоиндикаторы.*

21. Какие изменения в листьях деревьев указывают на загрязнение?

- А) Увеличение размеров листьев;
- В) Изменение окраски и формы;
- С) Более яркая зелёная окраска;
- Д) Повышенное содержание воды.

22. Какие растения используют для оценки состояния воздуха в условиях города?

- А) Папоротники;
- В) Лишайники;
- С) Хвойные деревья;
- Д) Травянистые растения.

23. Какие деревья чаще всего применяются для биоиндикации кислотных осадков?

- А) Дубы;
- В) Сосны;
- С) Берёзы;

- D) Ивы.
24. Какое значение имеют кустарники в биоиндикации?
- A) Более устойчивы к загрязнению;
  - B) Позволяют оценивать уровень загрязнения и почвы;
  - C) Используются только для озеленения;
  - D) Менее подвержены влиянию среды.
25. Какой параметр у хвойных растений используют для оценки окружающей среды?
- A) Длина иголок;
  - B) Окраска ствола;
  - C) Содержание воды;
  - D) Толщина коры.
26. Какие анатомические признаки могут указывать на стресс древесных и кустарниковых растений?
- A) Увеличение толщины коры;
  - B) Увеличение числа почек;
  - C) Уменьшение длины побегов;
  - D) Рост новых листьев.
27. Какую роль играют корни деревьев в биоиндикации?
- A) Обеспечивают растению устойчивость;
  - B) Участвуют в фотосинтезе;
  - C) Накопление тяжёлых металлов;
  - D) Защищают растение от холода.
28. Какие кустарники наиболее чувствительны к состоянию окружающей среды?
- A) Роза;
  - B) Калина;
  - C) Сирень;
  - D) Барбарис.
29. Какое значение имеют хвоинки для оценки экосистем?
- A) Задерживают пыль и другие частицы;
  - B) Используются в пищу;
  - C) Выполняют роль фотосинтеза;
  - D) Помогают удерживать влагу.
30. Какой вид растений наиболее чувствителен к изменениям влажности почвы?
- A) Мхи;
  - B) Лишайники;
  - C) Папоротники;
  - D) Дубы.

*Блок 4. Роль биоиндикации в подготовке будущих учителей биологии.*

31. Почему биоиндикация важна в образовательной подготовке будущих учителей биологии?
- A) Помогает развивать исследовательские навыки;

- В) Позволяет изучать только химию почвы;
- С) Учит работать с химическими реактивами;
- Д) Помогает увеличивать численность растений.

32. Какие основные исследовательские компетенции формируются у студентов через биоиндикационные исследования?

- А) Навыки приготовления препаратов;
- В) Умение наблюдать, анализировать и делать выводы;
- С) Только практическая работа с объектами;
- Д) Работа с химическим реактивами.

33. Какой метод биоиндикации можно включить в научные проекты студентов?

- А) Химический анализ;
- В) Морфологический анализ листьев;
- С) Фотосинтетический анализ;
- Д) Биотестирование воды.

34. В чём заключается ценность биоиндикации для экологического воспитания обучающихся?

- А) Химический анализ;
- В) Морфологический анализ листьев;
- С) Фотосинтетический анализ;
- Д) Биотестирование воды.

35. Какие навыки критического мышления развиваются у студентов благодаря биоиндикационным исследованиям?

- А) Умение запоминать информацию;
- В) Навыки прогнозирования и оценки данных;
- С) Практические навыки;
- Д) Управление проектами.

36. Как биоиндикация помогает будущим учителям биологии применять междисциплинарные подходы в обучении?

- А) Умение запоминать информацию;
- В) Навыки прогнозирования и оценки данных;
- С) Практические навыки;
- Д) Управление проектами.

37. Какие методы биоиндикации можно использовать для полевых исследований студентов?

- А) Лабораторный химический анализ;
- В) Определение кислотности растворов;
- С) Визуальный осмотр и фитоиндикация;
- Д) Лабораторные опыты.

38. Какой результат приносит включение биоиндикации образовательный процесс?

- А) Позволяет проводить долгосрочные исследования;
- В) Позволяет экономить ресурсы;

- С) Учить планировать занятия;
- Д) Даёт возможность создавать собственные учебные пособия.

39. В чём заключается практическая ценность биоиндикации для учителей биологии?

- А) Позволяет проводить долгосрочные исследования;
- В) Позволяет экономить ресурсы;
- С) Учить планировать занятия;
- Д) Даёт возможность создавать собственные учебные пособия.

40. Какие растения можно использовать для оценки состояния территории учебного заведения?

- А) Травянистые растения;
- В) Водные растения;
- С) Древесные и кустарниковые;
- Д) Лишайники.

*Блок 5. Практическое применение биоиндикации в учебном процессе.*

41. Какие методы биоиндикации помогает выявлять изменения в окраске листьев?

- А) Биотестирование;
- В) Визуальный анализ;
- С) Химический анализ;
- Д) Метода сравнения.

42. Какой показатель позволяет оценить состояния экосистемы при помощи древесных и кустарниковых растений?

- А) Уровень роста растений;
- В) Количество плодов;
- С) Морфологические изменения листьев;
- Д) Толщина коры.

43. Какой метод лучше использовать для оценки почвы в пределах территории учебного заведения?

- А) Метод хлорофилл-спектрокопии;
- В) Фитотестирование;
- С) Индикацию кислотности;
- Д) Фитоэкспериментирование.

44. Какие компетенции развиваются у студентов при сборе данных по биоиндикации?

- А) Аналитические и наблюдательные навыки;
- В) Работа с лабораторными химическими реактивами;
- С) Технические навыки;
- Д) Математические расчёты.

45. Какой пример задач можно поставить перед студентами для проведения биоиндикационных исследований?

- А) Измерение температуры воздуха;
- В) Определение уровня хлорофилла в листьях;
- С) Определение кислотности воды в пруду;

- D) Умножение численности видов.
46. Какие методы помогут оценить состояние окружающей среды с помощью древесных и кустарниковых растений?
- A) Изучение содержания хлорофилла;
  - B) Анализ толщины коры;
  - C) Измерение кислотности почвы;
  - D) Измерение температуры воздуха.
47. Какими средствами проводится обучение студентов биоиндикационным методам?
- A) Лабораторными приборами;
  - B) Площадками для экспериментальных исследований;
  - C) Компьютерными симуляциями;
  - D) Интервью местного населения.
48. Какие данные являются результатом исследования биоиндикационного потенциала древесных и кустарниковых растений?
- A) Измерение pH воды;
  - B) Изменение анатомии и физиологии растений;
  - C) Состав атмосферы;
  - D) Температура воздуха.
49. Как биоиндикационные методы помогают организовать исследовательские проекты?
- A) Позволяет изучать проблемы экологии на практике;
  - B) Обеспечивают студентов химическими реактивами;
  - C) Учат контролировать температуру;
  - D) Позволяет контролировать содержимое растений.
50. В чём заключается важность наблюдений за состоянием деревьев и кустарников?
- A) В оценке их пригодности для исследований;
  - B) В оценке их физиологического состояния для биоиндикационного анализа;
  - C) В обеспечении продолжительности их роста;
  - D) В поддержании их эстетического состояния.

*Анкета 2. Оценка уровня развития исследовательской деятельности обучающихся через изучение древесных и кустарниковых растений биоиндикационными методами*

*Блок 1. Теоретические знания по биоиндикации и исследовательской деятельности*

1. Что такое биоиндикация?
  - A) Оценка среды с помощью приборов;
  - B) Анализ состояния окружающей среды;
  - C) Оценка уровня влажности;
  - D) Метод мониторинга влажности почвы.
2. Какие растения чаще всего применяются в качестве биоиндикаторов?

- A) Водоросли;
  - B) Древесные и кустарниковые растения;
  - C) Виноградные лозы
  - D) Папоротники.
3. Что такое исследовательская деятельность?
- A) Изучение учебного материала;
  - B) Самостоятельная работа с практическим уклоном;
  - C) Экспериментальная работа, направленная на получение новых знаний;
  - D) Проведение лабораторных экспериментов.
4. Какой вид индикации используется для оценки состояния экосистем?
- A) Фитотестирование;
  - B) Лихеноиндикации;
  - C) Фотометрия;
  - D) Определение уровня влажности.
5. Какие анатомо-морфологические признаки можно использовать для оценки стресса у растений?
- A) Изменение цветы и формы листьев;
  - B) Температура почвы;
  - C) Скорость роста корней;
  - D) Плотность древесины.
6. Какую роль играют растения в биоиндикации?
- A) Являются источником пищи;
  - B) Чувствительны к загрязнению воздуха и почвы;
  - C) Ускоряют рост других растений;
  - D) Привлекают насекомых.
7. Что представляет собой исследовательская деятельность в образовательном процессе?
- A) Практика с применением известных фактов;
  - B) Анализ и поиск новой информации;
  - C) Понимание теории без практики;
  - D) Описание научных терминов.
8. Какой из нижеперечисленных факторов можно изучать методом биоиндикации?
- A) Температура;
  - B) Кислотность почвы;
  - C) Уровень солнечного света;
  - D) Количество осадков.
9. Какие знания и навыки развиваются у студентов при проведении биоиндикационных исследований?
- A) Только практические навыки;
  - B) Теоретическое понимание без практики;
  - C) Комплекс навыков наблюдения, анализа, эксперимента;
  - D) Мастерство управления.

10. Какое значение имеет исследовательская деятельность в подготовке учителя биологии?

- А) Помогает только в обучении предмету;
- В) Развивает аналитическое мышление и практические навыки;
- С) Не имеет значения;
- Д) Лишь увеличивает учебную нагрузку.

*Блок 2. Практические навыки и умения в биоиндикационных исследованиях*

11. Каковы этапы биоиндикационных исследований?

- А) Подбор оборудования;
- В) Постановка задач, сбор данных, анализ, выводы;
- С) Только сбор информации;
- Д) Эксперимент и результат.

12. Что необходимо для проведения фитотестирования?

- А) Химические реактивы;
- В) Растения и наблюдения за их изменениями;
- С) Лабораторное оборудование;
- Д) Картографические данные.

13. Какую роль играет контрольная группа в исследовании?

- А) Ускоряет исследование;
- В) Показывает влияние внешних условий;
- С) Не имеет значения;
- Д) Изолирует загрязнители.

14. Какие изменения в листьях можно наблюдать при изменениях в экосистемах?

- А) Увеличение яркости;
- В) Изменение цвета и структуры;
- С) Рост зелёной массы;
- Д) Появление новой формы.

15. Какой из навыков помогает грамотно фиксировать данные в исследовании?

- А) Умение готовить препараты;
- В) Навык ведения записей;
- С) Знание терминологии;
- Д) Чтение научных статей.

16. Какие ресурсы необходимо учитывать при проведении полевых исследований?

- А) Количество участников;
- В) Время, доступные растения, доступ к территории;
- С) Транспортные средства;
- Д) Только лабораторные материалы.

17. Какие действия необходимы для отбора проб почвы?

- А) Измерение температуры почвы;
- В) Определение pH и структуры;
- С) Измерения кислотности воздуха;

D) Отбор корней растений.

18. Какую роль играет анализ результатов в исследовательской деятельности?

- A) Упрощает объяснение эксперимента;
- B) Помогает определить причины наблюдаемых изменений;
- C) Превращает данные в теорию;
- D) Не имеет значения.

19. Какие методы сбора данных могут применяться при биоиндикационных исследованиях?

- A) Лишь наблюдение;
- B) Измерение морфофизиологических изменений, визуальные оценки, биохимические анализы;
- C) Только анализ почвы;
- D) Фотографирование.

20. Какие методы оценки состояния растений могут быть использованы для фиксации результата?

- A) Описание, фотографирование, замеры;
- B) Только фотографирование;
- C) Измерение уровня загрязнения воздуха;
- D) Создание отчёта без наблюдений.

*Блок 3. Навыки анализа и критического мышления.*

21. Как можно оценить степень воздействия на растение изменений в экосистеме?

- A) Определив температуру;
- B) Проводя сравнения с контрольной группой;
- C) Увеличивая концентрацию загрязнителя;
- D) Сравнивая результаты с литературой.

22. Что следует учитывать при выборе биоиндикационных методов?

- A) Только наличие растений;
- B) Условия среды и тип изменений в ней;
- C) Температуру окружающей среды;
- D) Географическое положение.

23. Какие характеристики древесных и кустарниковых растений могут служить в качестве индикаторов среды?

- A) Высота растений;
- B) Изменения в окраске и размере листьев;
- C) Состояние корней;
- D) Увеличение коры.

24. Как оценить достоверность данных в биоиндикационных исследованиях?

- A) Путём их анализа и сопоставления с результатами других работ;
- B) Сравнивая с контрольной группой;
- C) Только путём наблюдения;
- D) Увеличив количество растений.

25. Какие вопросы могут выявить недостатки исследования?
- А) Были ли условия контролируемы?
  - В) Какая теория проверялась?
  - С) Почему изменились условия?
  - Д) Как оценить результат?
26. Какие результаты могут свидетельствовать о влиянии экосистемы на растение?
- А) Изменение цвета и структуры листьев;
  - В) Увеличение размера листьев;
  - С) Рост новой листвы;
  - Д) Изменение уровня рН в почве.
27. Почему важно использовать несколько методов оценки состояния растений?
- А) Чтобы сделать работу разнообразнее;
  - В) Для получения комплексных данных;
  - С) Чтобы проверить все возможные условия;
  - Д) Чтобы исключить ошибки.
28. Как можно проверить, что наблюдаемы изменения цу растений связаны именно с окружающей средой?
- А) Провести дополнительные измерения;
  - В) Сравнить с контрольной группой;
  - С) Использовать другой метод;
  - Д) Измерить другие параметры.
29. Какие способы анализа данных могут сделать выводы?
- А) Таблицы и графики;
  - В) Описание результатов;
  - С) Только таблицы;
  - Д) Только графики.
30. Как можно оценить степень адаптации растений к окружающей среде?
- А) Путём визуального осмотра;
  - В) Изучением анатомо-морфологических;
  - С) Использованием химического анализа;
  - Д) Сравнением роста.
- Блок 4. Планирование и организация исследования.*
31. Какие шаги следует выполнить перед началом исследования?
- А) Изучить литературу и составить план;
  - В) Подготовить отчёт
  - С) Описать методы
  - Д) Выбрать растения
32. Почему важно формулировать гипотезу в начале исследования?
- А) Чтобы определить цель исследования
  - В) Для указания конкретных данных
  - С) Для контроля данных
  - Д) Чтобы оценить будущие результаты

33. Какой документ помогает в планировании хода исследования
- А) Протокол наблюдений;
  - В) Журнал учёта данных;
  - С) План исследования;
  - Д) График посещения лаборатории.
34. Какие факторы необходимо учитывать при выборе участка для биоиндикационного исследования?
- А) Расстояние до лаборатории;
  - В) Уровень состояния экосистемы и доступность;
  - С) Погодные условия;
  - Д) Время суток.
35. что помогает определить цель исследования?
- А) Выбор метода анализа;
  - В) Постановка научного вопроса;
  - С) Составление отчёта;
  - Д) Выборы исследовательской группы.
36. Зачем в планы исследования включается временной график?
- А) Чтобы распределить задачи между участниками;
  - В) Для отслеживания этапов исследования и своевременного выполнения;
  - С) Для контроля отчётности;
  - Д) Чтобы избежать лишней работы.
37. Как часто следует проверять состояние следующих растений?
- А) Один раз в конце исследования;
  - В) Периодически в зависимости от погодных условий;
  - С) Ежедневно;
  - Д) Один раз в месяц.
38. Какие виды данных можно собирать при полевых исследованиях
- А) Только визуальные наблюдения;
  - В) Морфологические изменения, числовые данные, описательные характеристики;
  - С) Исключительно числовые данные;
  - Д) Лишь временные изменения.
39. Какую роль играет обработка данных в исследовании?
- А) Превращают наблюдение в количественные выводы;
  - В) Определяет строение растений;
  - С) Анализирует образцы почвы;
  - Д) Превращает эксперимент в теоретическую работу,
40. Какие действия необходимы при составлении отчёта по итогам исследования?
- А) Переписать выводы;
  - В) Проанализировать данные и сформулировать рекомендации;
  - С) Составить список литературы;
  - Д) Обсудить с коллегами результаты.

*Блок 5. Рефлексия и самооценка.*

41. Почему важно проводить самооценку после завершения исследования?
- А) Для выполнения плана;
  - В) Чтобы выявить сильные и слабые стороны процесса;
  - С) Для выполнения требований курсовой работы;
  - Д) Чтобы увеличить количество результатов.
42. Какие вопросы следует задавать себе при оценке завершённого исследования?
- А) Сколько времени я затратил;
  - В) Были ли соблюдены поставленные цели и методы;
  - С) Какие этапы можно было бы улучшить;
  - Д) На каком уровне был завершён проект.
43. Как самооценка влияет на дальнейшее обучение?
- А) Помогает оценить процесс развития навыка;
  - В) Увеличивает количество знаний;
  - С) Не имеет значения;
  - Д) Помогает только другим студентам.
44. Каково значение рефлексии для исследовательской деятельности?
- А) Позволяет анализировать результаты;
  - В) Помогает организовать данные;
  - С) Способствуют анализу, улучшению методов и осознания своих навыков;
  - Д) Лишь завершает исследование.
46. Как исследовательская деятельность способствует экологической ответственности?
- А) Увеличивает интерес к растениям;
  - В) Формируется знание важности защиты природы;
  - С) Способствует изучению почв;
  - Д) Ориентируют на научную карьеру.
47. Какие навыки помогают лучше воспринимать экологические вызовы?
- А) Знания Ботаники;
  - В) Навыки анализа, критического мышления, планирование исследований;
  - С) Только навыки самооценки;
  - Д) Организаторские способности.
48. Что позволяет улучшить анализ ошибок в ходе исследования?
- А) Опыт работы в лаборатории;
  - В) Осознание допущенных недостатков и поиск альтернатив;
  - С) Повышение скорости работы;
  - Д) Подведение итогов.
49. Как Осознание своих навыков влияет на подготовку к профессии учителя?
- А) Укрепляет уверенность в способности обучать и исследовать;
  - В) Только увеличивает интерес к предмету;

- С) Не имеет значения;
- Д) Увеличивает объём знаний.

50. как рефлексия помогает улучшить будущие исследования?

- А) Увеличивает количество заданий;
- В) Позволяет скорректировать подходы и методы для получения более точных результатов;
- С) Не влияет на последующую работу;
- Д) Сокращает время подготовки.

Таким образом, эти вопросы позволяют студентам более полно осознать значение исследовательской деятельности, а также оценить свои теоретические знания, практические навыки, умение анализировать и планировать, а также рефлексировать над проведёнными исследованиями.

Анализ тестов показал, что большинство студентов незначительные базовые знания в области ботаники и экологии, мало знакомы с биоиндикационными методами, особенно применительно к древесным и кустарниковым растениям. Меньше 30% экспериментальной группы и 25% студентов контрольной группы продемонстрировали понимание принципов биоиндикации и умение оценивать состояние растений в зависимости от влияния различных факторов. Это свидетельствует о необходимости подробного введения в предмет и изучения методологии биоиндикационных исследований.

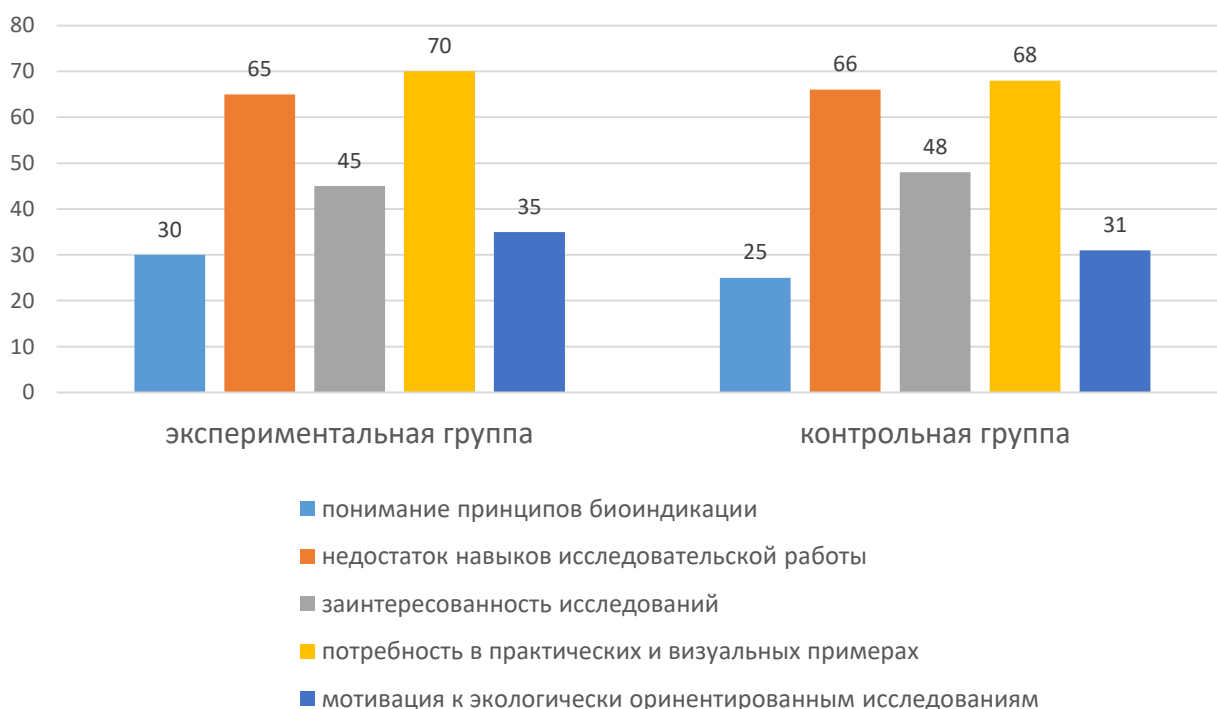


Рисунок 2 – Результаты опроса на констатирующем этапе

В соответствии с рисунком 2, анкетирование показало, что у 65% респондентов экспериментальной группы и 66% контрольной группы наблюдается недостаток навыков самостоятельной исследовательской работы

уверенности в проведении практических работ. У большинства участников отсутствует опыт анализа и интерпретации данных, необходимых для оценки состояния экосистем биоиндикационными методами. Только около 20% студентов имели представление о том, как планировать и организовать исследование, структурировать сбор данных и анализировать результаты. По нашему мнению, такие данные подчёркивают важность практической части эксперимента, которая позволит студентам восполнить дефицит навыков исследовательской деятельности.

Результаты опроса показали, что 45% экспериментальной группы студентов заинтересованы в более глубоком изучении экологических проблем, однако имеют лишь поверхностное представление о возможностях и важности использования растений в качестве индикаторов состояния окружающей среды. В контрольной группе данный показатель составил 48%. Мотивация к проведению экологически ориентированных исследований отмечена у 35% участников экспериментальной и 31% контрольной групп, при этом значительная часть студентов выразила интерес к возможности участвовать в практике, связанной с мониторингом окружающей среды. Это можно рассматривать как потенциал исследовательской деятельности посредством изучения биоиндикации древесных и кустарниковых растений для повышения интереса к учебному процессу и развития профессиональных компетенций.

Анализ анкет на данном этапе эксперимента показал, что у большинства студентов не было такого понятия, как использование растений в качестве индикаторов. Некоторые респонденты понимали вопрос так, что им нужно было просто назвать растения, и очень часто они перечисляли разные виды растений.

Большинство студентов (70% экспериментальная, 68% контрольная группа) выразили потребность в практических и визуальных примерах для лучшего усвоения материала, отмечая, что им трудно воспринимать биоиндикационные методы только на теоретическом уровне. На основе данных были разработаны учебно-методические материалы, включая методические указания и схемы, оригинальные иллюстрации растений, для последовательного внедрения теории и практики биоиндикации на следующем этапе эксперимента. Это свидетельствует не только об отсутствии контакта с природой (в том числе ее одомашненной и культурной частью), но и о низкой эрудиции и недостаточном словарном запасе многих обучаемых.

Эти результаты можно объяснить уникальностью учебной программы по биологии, а также динамикой когнитивной и эмоционально-волевой сфер обучающихся. Студенты узнают о разнообразии флоры и фауны уже в начальной школе (на уроках познания мира), затем на уроках естествознания и биологии. Учебная программа средней школы в основном состоит из общебиологических предметов (генетика, цитология, экология и эволюционные исследования), которые концентрируются на концептуальных трудностях, а не на изучении местной флоры. С такими базовыми знаниями студенты приходят в педагогический вуз, где учебная программа также ориентирована на современные школьные программы. В результате знание местной флоры

(особенно той, которая имеет биоиндикационное значение) не только не увеличивается, но и фактически уменьшается. Кроме того, у студентов, особенно старших курсов, как правило, низки любопытство и энтузиазм в учёбе, и мало кто интересуется природой.

Особенность социально-психологической сферы, такая как выбор будущей деятельности и фокусировка интересов на будущей работе, часто проявляется на фоне знаний по естествознанию.

К старшим курсам сфера увлечений также, в среднем, уже сформирована, и у взрослых молодых людей есть постоянные увлечения и предпочтения. Большинство молодых людей выбирают работу и времяпрепровождение, связанные с технологиями, торговлей и контактами с людьми (то есть, социальные и экономические сферы деятельности), которые не отдают приоритет природным объектам.

Важно отметить, что общая эрудиция и успеваемость обучающихся не обязательно коррелируют с хорошими или лучшими знаниями природных объектов. Так, один из самых талантливых студентов, назвал известные ему виды флоры не больше, чем его сверстники. Согласно устным опросам, лишь у немногих студентов члены семьи любят активный отдых. Наличие садового участка с родственниками (родителями, бабушками) стало благоприятным элементом в познании растений: многие назвали местные виды древесных и кустарниковых растений и их значение в природе.

На основе результатов устного блиц-опроса, а также индивидуальных бесед и анализа анкет нам удалось определить основные источники знаний учащихся о республике и регионе. Остановимся на наиболее важных из них.

1. Интернет (в частности, Википедия) оказывает скорее благоприятное, чем отрицательное влияние на естественнонаучные знания учащихся. Возможность ознакомиться с внешним видом интересующих их растений, а также получить о них интересную информацию расширяет кругозор подростков в этой области. Мы считаем, что принципиальным недостатком использования электронных ресурсов является то, что учащиеся не всегда соотносят информацию, полученную из этого источника, с близлежащими природными объектами, то есть чтение или цифровые изображения не компенсируют недостаток общения с природой.

2. Важными факторами в понимании нашими респондентами природных объектов, в частности растений, были торговая реклама, доступность определенного сырья в торговых точках (магазинах, аптеках), популярность отдельных видов оздоровительного натурального сырья. При этом студенты часто упоминали виды, которые не произрастают в нашей местности или даже в стране.

3. Государственные символы, названия природных объектов в наименованиях организаций и предприятий.

4. Разнообразие повседневных предметов, с которыми регулярно контактируют подростки и молодые люди. Среди полезных как индикаторов растений и кустарников, наиболее часто называли сосну обыкновенную (*Pinus*

*sylvestris*), берёзу повислую (*Betula pendula*), которые обычно встречаются в городах.

5. Наличие садового участка у родителей или других родственников является источником информации о местных плодовых, ягодных и лекарственных культурах. На дачах и прилегающих к ним садовых участках часто встречаются древесные и кустарниковые растения, которые обучающиеся могут использовать для биоиндикационных исследований.

6. Художественная литература (включая базовые произведения, изучаемые в школе), содержащая образы многочисленных известных биологических объектов.

Уже на констатирующем этапе эксперимента выяснилось, что студенты немного знакомы с деревьями, кустарниками. Согласно содержанию анкет, молодые люди больше всего интересуются растениями, с которыми они сталкиваются в своем микрорайоне (указывают улицу и дом, где их увидели).

Отметим, что количество видов растений, наблюдаемых студентами в природе или другой естественной среде, несколько возросло после формирующего этапа эксперимента. После знакомства с внешним видом растений (во время виртуальной экскурсии) студенты научились узнавать растение по его изображению, соотносить изображение и название, пытаться найти некоторые виды в городе или стране. Однако, как уже было сказано, не все обучающиеся имеют доступ к даче или загородной местности, а на городских улицах, особенно в отдельных микрорайонах, произрастает ограниченное количество растений (преимущественно рудеральной флоры). Некоторые обучающиеся, имевшие возможность выезжать за пределы Павлодарской области, сообщали о встрече с определенными видами растений в Боровом, Восточно-Казахстанской области, Астане и Алматы.

Среди не встреченных ими древесно-кустарниковых растений они назвали виды, которые не растут в городе: *Hippophae rhamnoides*, *Elaeagnus angustifolia*, *Tilia cordata*, *Prunus domestica*, *Rubus idaeus*, *Crataegus sanguinea*. Однако среди деревьев, которые студенты не видели лично, чаще всего называли *Acer negundo*, *Ulmus parvifolia*. Причинами могли быть неравномерное распределение деревьев и кустарников в разных районах области, а также особенности внимания молодых людей, от которых ускользают обычные и повседневные предметы. Согласно известному в психологии принципу объектного восприятия, изображение разделилось на объект и фон. И нередко растительность является для молодежи общим фоном, из которого не выделяются отдельные виды растений для предметного восприятия.

Обычные и широколиственные деревья, часто растущие большими группами, в восприятии подростков и молодежи, по-видимому, не приобретали статуса объекта, а оставались фоновой деталью.

Клён ясенелистный является одним из самых распространенных деревьев в Павлодаре и близлежащих населенных пунктах, растет повсеместно и размножается самосевом в любых условиях. По какой-то причине у обучаемых всех возрастов возникли трудности с определением вида этого растения.

Например, во время блиц-опросов городских и загородных экскурсий некоторые студенты ошибочно идентифицировали *Acer negundo* как *Quercus robur*. *Ulmus parvifolia*, известный по-казахски как «карагач» (тюркского происхождения — «черное дерево»), хорошо известен, но не все связывают это слово с реальным внешним видом дерева.

В Павлодарской области эти растения часто подстригают, формируя крону. В некоторых районах области *Ulmus parvifolia* растёт как крупное дерево, достигая естественных размеров. Мы полагаем, что именно разнообразие внешнего вида естественных и подстриженных деревьев мешало молодежи ориентироваться в видовой принадлежности дерева и делало его неузнаваемым.

Ива прутовидная была одним из растений, которые, по утверждению некоторых молодых людей, не существуют в местной природе. Между тем, различные его виды служат основой для пойменных лесов и используются в городском озеленении.

В работах студентов и заинтересованных обучающихся, которые посещали научный клуб по интересам, нами предлагались задания по изучению древесно-кустарниковых растений биоиндикационными методами. Среди заданий были древесно-кустарниковые растения, которые в регионе встречаются довольно редко и, многие из которых, известны только специалистам. Большинство этих растений обучаемые, как и ожидалось, не узнали: они вышли за рамки своего жизненного опыта, а образы не вызывали никаких ассоциаций.

Мы хотели бы подчеркнуть важность территорий с зелёными насаждениями учебных заведений в ознакомлении обучаемых с местными природными объектами, в том числе растениями. Например, на территории университетского кампуса студенты встречали много известных древесных, декоративных и сорных растений, которые они отмечали в анкетах.

Таким образом, результаты констатирующего этапа подтвердили необходимость более детального изучения биоиндикационных методов и организации экспериментальной работы для студентов. Полученные данные также определили состоятельность практико-ориентированного подхода в обучении, что послужит основой для разработки занятий на следующем этапе эксперимента. Поэтому было принято решение на формирующем этапе внедрить разработанную педагогическую модель для развития исследовательских компетенций у обучающихся посредством использования биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений.

Изучая биоиндикационный потенциал древесных и кустарниковых растений, важно отметить, что понимание экологических особенностей растений и их чувствительности к изменяющимся условиям окружающей среды позволяет формировать методическую основу экспериментальной работы в образовательной деятельности. Исследуемые биоиндикационные характеристики растений не только демонстрируют их значимость как индикаторов экологических и физиологических изменений, но и открывают возможности для эффективного использования этих знаний в педагогической практике.

Следующим шагом станет разработка и реализация педагогического эксперимента, который направлен на апробацию использования биоиндикационных методов в обучении студентов. Основная цель данного эксперимента – выявить, насколько интеграция современных биоиндикационных методов способствует развитию исследовательской деятельности будущих учителей биологии и формированию у них необходимых профессиональных компетенций.

Методология педагогического эксперимента будет представлена системой мероприятий, направленных на организацию работы студентов с древесными и кустарниковыми растениями, анализ их реакции на внешние условия и интерпретацию результатов с целью подготовки студентов с самостоятельной исследовательской деятельности.

### **3.2 Содержание и организация опытно-педагогической работы по внедрению современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в учебном процессе на занятиях в вузе**

Исследование диссертационной работы на тему «Использование современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений как средство развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии» посвящено описанию эксперимента по реализации биоиндикационного потенциала растений в педагогической практике. Цель педагогического эксперимента – экспериментально проверить эффективность использования современных биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в формировании исследовательских умений и навыков у студентов – будущих учителей биологии.

Современное биологическое образование сталкивается с рядом вызовов, связанных с необходимостью формирования у обучающихся не только теоретических знаний, но и практических навыков, критического мышления. Исследовательской активности и экологического мышления. В условиях глобальных экологических изменений, антропогенной нагрузки на природные экосистемы и рост интереса к устойчивому развитию, возрастает потребность в подготовке педагогов, способных интегрировать научные экологические методы, обеспечивающие наглядную, доступную и научно обоснованную оценку состояния окружающей среды с помощью живых организмов-индикаторов.

Биоиндикация как метод имеет давнюю традицию в научных исследованиях, однако внедрение данного метода исследований в окружающую среду остаётся фрагментарным. Между тем, использование организмов-индикаторов открывает широкие возможности для организации исследовательской деятельности студентов.

Для начала необходимо рассмотреть суть биоиндикационных исследований. Биоиндикация окружающей среды заключается в оценке воздействия на экосистемы через реакцию организмов или биологических систем на такие изменения. Этот метод позволяет фиксировать как

количественные, так и качественные изменения параметров биологических систем. В зависимости от объекта исследования или исследуемой среды биоиндикационные методы подразделяются на несколько типов:

- фитоиндикационный (оценка состояния растений);
- дендроиндикационный (оценка состояния деревьев);
- лишеноиндикационный (оценка состояния лишайников);
- дендрохронологический (изучение годичных колец деревьев);
- биотестирование (исследование воздействия на живые организмы).

Организмы и их популяции, чья жизнедеятельность зависит от условий среды, и которые могут использоваться для оценки её состояния, называют биоиндикаторами. Биоиндикаторы – это такие группы организмов, состояние здоровья и жизнеспособность которых тесно связаны с условиями экосистем, и их изменения могут служить показателем состояния среды [57].

*Биоиндикаторы* – сообщества организмов, состояние здоровья и жизнеспособность которых тесно связаны с определёнными условиями окружающей среды и, состояние которых может служить индикатором качества окружающей среды.

Биоиндикатор – высокочувствительный биологический объект, по реакциям (физиологическим, биохимическим, поведенческим и др.) и признакам (морфологическим, анатомическим и т. д.) которых можно оценить состояние организма и его изменения, сообщества, организмов, состояние здоровья и жизнеспособность которых тесно связаны с определёнными условиями окружающей среды.

Биоиндикаторы обладают высокой чувствительностью и демонстрируют реакции на изменения в окружающей среде через физиологические, биохимические, поведенческие и морфологические признаки. Их реакции могут использоваться для анализа биоценозов, обнаружения изменений в их характеристиках и выявления источников загрязнения. Биоиндикатор можно рассматривать как реакцию организма, которая проявляется в виде измеряемых признаков или симптомов, что позволяет оценить динамику состояния природных систем [58].

Эти организмы и их сообщества предоставляют ценную информацию об изменениях в экологических системах или уровнях их загрязнения, то есть антропогенного воздействия. Это делает их универсальными инструментами для мониторинга. Наблюдения за биоиндикаторами позволяет выявлять биохимические, физиологические и другие параметры, которые сигнализируют о возникших проблемах в природе [59].

По реакциям биоиндикаторов, их морфологическим и анатомическим характеристикам можно оценить состояние окружающей среды (концентрацию загрязняющего вещества и время воздействия, качество воздуха, почвы, воды), а также количественные и качественные изменения [60].

Растения — особенно подходящие индикаторы мест произрастания, человеческой деятельности и промышленного загрязнения в локальном масштабе. Растения, которые могут указывать на некоторые весьма

специфические условия окружающей среды, называются растениями-индикаторами. Их признаки и индикаторные реакции на изменяющуюся среду лучше изучать по сравнению с животными и микроорганизмами. Морфологические (листья, размер и окраска цветков, ветви деревьев, кора деревьев) и анатомические (ткани листьев и стеблей, сосуды для сбора воды из стеблей, годовые кольца и т. д.) параметры растений указывают на их зависимость от определённых мест произрастания и отрицательное или положительное влияние деятельности человека. Высшие и низшие растения могут указывать на места своего произрастания или влияние антропогенных выбросов [61].

Благодаря этим характеристикам растения могут успешно использоваться для быстрой и достаточно объективной индикации загрязнения окружающей среды, особенно при высоком уровне загрязнения.

Все остальные организмы зависят от состояния растений, поскольку стоящие на первом уровне пищевой цепи организмы – растения наиболее значимы для организмов, стоящих на более высоких трофических уровнях. В отличие от животных, растения мигрируют медленно — чтобы продвинуться вперед по местообитанию растений, требуются многие годы. Неспособные адаптироваться к быстро меняющимся условиям окружающей среды, растения, характеристики которых — морфологические и физиологические изменения в распространённости или исчезновении — вполне объективно указывают на негативные (или позитивные) изменения в окружающей среде.

Наличие или отсутствие определённых видов растений или другой растительной жизни в экосистеме может дать важные подсказки о здоровье окружающей среды. Индикаторные растения предоставляют информацию о состоянии окружающей среды, которая может служить сохранению биоразнообразия [62].

Эпифитные лишайники, которые встречаются на стволах деревьев, могут указывать на изменения окружающей среды в лесах, включая изменения в структуре леса — биология сохранения, качество воздуха и изменения климата. Исчезновение лишайников в лесу может указывать на экологические стрессы, такие как высокий уровень диоксида серы, загрязняющих веществ на основе серы и оксидов азота [63].

Видовой состав, численность и общая биомасса водорослей в водных экосистемах служат индикатором органического загрязнения воды и нагрузки питательными веществами, такими элементами как азот и фосфор.

Научные исследования влияния почвы и климатических условий на рост и жизнеспособность растений начались ещё в древности. Древнегреческие и римские мыслители впервые сформулировали идеи о том, как метеорологические и климатические факторы влияют на природу [64]. Теофраст, которого считают отцом ботаники, описал изменения формы растений в зависимости от характеристик почвы, влажности и урожайности. Он также изучал растения прибрежных районов, описывая особенности мангровой растительности. Со временем различные учёные из разных стран внесли свой

вклад в развитие теоретических основ и практическое использование биоиндикационных методов [65].

Все методы оценки качества окружающей среды можно разделить на химические, физические, физико-химические и биологические. Эти методы позволяют непосредственно оценивать комплексно все негативные факторы комплексного воздействия на живую природу и бороться с реальной опасностью ситуации, вытекающей из нарушения экологического равновесия. Физические, химические и физико-химические методы оценки состояния окружающей среды намного дороже биологических, а также требуют специальной подготовки и сравнительно сложного оборудования, поэтому можно рассмотреть некоторые их методики [66].

Физические методы испытаний окружающей среды позволяют устанавливать состав и концентрацию среды без использования химических реакций. Эти методы очень чувствительны и относительно быстры. Эти методы основаны на спектральном (газы, жидкости, твердые тела, качественное и количественное определение состава, исследование спектров анализируемого объекта) и радиометрическом (качественное исследуемое вещество определяется по составу содержащихся в нем радиоактивных изотопов, характеру распада) анализе.

Биоиндикационные методы оценки окружающей среды имеют некоторые недостатки, ограничивающие их более широкое применение в системе экологического мониторинга (мониторинга).

Недостатки следующие:

- чем более специфичен и экологически хрупок объект исследования, тем выше чувствительность и специфичность изменения окружающей среды;
- применение методов требует опыта;
- факторы окружающей среды или свойства объекта исследования могут влиять на точность результатов;
- методы не слишком точны по сравнению с другими методами (химическими, физическими);
- невозможно определить низкие концентрации загрязняющих веществ;
- отсутствие высококвалифицированных специалистов, владеющих методиками биоиндикации.

К тому же, при использовании биоиндикационных методов трудно автоматизировать результаты исследований. Теряется также возможность проведения инструментальных наблюдений. Кроме того, трудно избежать субъективности оценки. Более того, сложна интерпретация собранной информации об экологических, биологических и антропогенных процессах, происходящих в окружающей среде. Например, изменения качества окружающей среды используются для оценки изменений разнообразия и численности видов почвенных беспозвоночных.

Некоторые виды фитопланктона и зоопланктона, чувствительные к качеству воды, хорошо подходят для биотестирования. Идентификация почвенных беспозвоночных, фитопланктона, зоопланктона и видов лишайников

требует высококвалифицированных специалистов. Этот факт, несмотря на преимущества упомянутых методов, ограничивает их более широкое применение. Лихеноиндикационные методы, основанные на высокой чувствительности определенных видов эпифитных лишайников к загрязнению воздуха, очень подходят для оценки загрязнения воздуха (особенно выбросов CO<sub>2</sub>). Объекты биологического мониторинга данных в задачах автоматизации пока еще достаточно сложны для решения. По указанным причинам подсистема мониторинга биоты имеет меньшую развитость по сравнению с подсистемами мониторинга воздуха, воды или почвы.

Учитывая тот факт, что биоиндикационные методы оценки состояния окружающей среды и мониторинга биоты не требуют больших капиталовложений, способны оценить сложные и прогнозируемые антропогенные процессы на животный мир и здоровье человека, эти методы являются перспективными и относительно точными. Поэтому эти методы привлекают всё большее внимание и всё чаще используются для оценки состояния окружающей среды. Для того, чтобы получить максимально точную информацию об экологической ситуации, одновременно следует распространить их на биологические, химические, физические или физико-химические методы, поскольку все они имеют определенные преимущества и недостатки, но хорошо дополняют друг друга.

Индикаторное значение растений можно выявить по определенным признакам – наиболее распространенным морфологическим и анатомическим признакам. Исследователи могут заметить и сравнительно легко оценить эти признаки. Индикационные признаки растений – это различные характеристики, с помощью которых они могут указывать на свою зависимость от определенных мест произрастания или на качественные и количественные изменения, обусловленные антропогенным воздействием. Благодаря этим признакам растения могут указывать на состояние почв определенных местообитаний и климатические условия.

В начале XX века С. Грегсон разделил индикационные признаки флоры на индивидуальные и общественные и описал их в монографии «Растительные индикаторы» [67].

Индикационные признаки свойственны отдельным растениям, а ценотические индикационные признаки характеризуют растительные сообщества.

Основными признаками индивидуальных индикаторов являются таксономические единицы:

- вид;
- род;
- семейства.

Они имеют важное индикаторное значение, поскольку характеризуют определенные типы зависимости от определенных местообитаний и ареалов произрастания.

*Индикаторные параметры* – это морфологические и анатомические характеристики отдельных видов растений, произрастающих в различных экологических условиях и в различных местообитаниях. Индикаторные признаки сообществ указывают на распространенность и естественное обилие растительных сообществ в определенных климатических зонах, а также на многолетнюю сукцессию (эволюцию и развитие) растительности.

Многолетняя смена растительности иллюстрирует приспособление флоры к изменению условий среды. Единая классификация индикаторных признаков растений была представлена известным российским специалистом по экологии растений и биоиндикации Б.В. Виноградовым [68]. Он выделил и описал пять групп индикаторных признаков растений: флористические; физиологические; морфолого-анатомические; фитоценоотические; статические и динамические.

*Флористические индикаторные признаки* – важнейшие индикаторные характеристики растительности. Это состав растительности пробного участка в определенных экологических условиях. Здесь основной индикаторной единицей является вид. Для каждого вида растений в определенных условиях среды характерны более широкие или более узкие диапазоны распространенности.

Важнейшими индикаторными признаками являются как факты присутствия вида в естественных местообитаниях, так и отсутствие вида в типичном для него месте произрастания. Характеризуется отсутствием типа местообитания, предполагает ряд факторов (в основном антропогенных), существенно изменивших условия среды, что привело к вымиранию вида. Низшие таксономические единицы (подвиды, популяции, та или иная форма межвидовых связей) являются индикатором меньшей важности.

*Физиологические индикаторные признаки* указывают на химический состав и метаболические характеристики растительной ткани. Этот тип включает материальные и функциональные признаки. Материальные индикаторные признаки показывают признаки химических изменений в составе (например, наличие тяжелых металлов, растворимых солей в растительных тканях), отклонения белков, пигментов и других веществ при отклонениях от нормы. Растительные пигменты определяют цвет, и изменение цвета является важным индикатором.

Функциональные индикаторные признаки можно оценить путём мониторинга метаболизма растения, водного баланса и интенсивности транспирации.

*Морфологические и анатомические индикаторные признаки.* Морфологические признаки характеризуют внешний вид растения и его среду. Это высота, ширина, размер листьев или хвои, диаметр стебля, окраска и размер цветов и плодов, а также повреждения, вызванные загрязняющими веществами. При отсутствии света побеги растения и его форма удлиняются, что указывает на недостаток света. Например, вырубая лес, растения получают больше света, поэтому условия роста светолюбивых видов улучшаются, поэтому эти виды растений начинают лучше расти, их сообщества становятся более многочисленными и более жизнеспособными.

С другой стороны, светолюбивые виды не способны адаптироваться к изменившейся среде. Таким образом, теневыносливые виды постепенно исчезают и заменяются пластичными светолюбивыми видами. Эти растения живут в деградации, постепенно исчезая, светолюбивые виды растений постепенно распространяются и заменяют теневыносливые в растительных сообществах.

Анатомические признаки показывают внутреннюю структуру растений: формирование тканей, преобладание того или иного типа тканей. Анатомические признаки являются показательными для ширины годичного кольца, ранней и поздней древесины и соотношения ширины годичного кольца, а также поражения тканей ствола дерева грибковыми агентами. Анатомическими индикаторными признаками являются также плотность и распределение водных сосудов на стебле, тканях стебля и листа и ее изменения под воздействием различных факторов окружающей среды.

Растения, произрастающие в жарких и сухих местообитаниях, имеют толстую кутикулу и малое количество устьиц – эти анатомические индикаторные признаки помогают предотвратить чрезмерное испарение.

*Фитоценологические индикаторные признаки* указывают на зависимость растений от определенных растительных сообществ и мест произрастания. Эти признаки подразделяются на: социальные и структурные.

*Социальные индикаторные признаки* – это обилие растений в сообществах, конструкция покрова растений, распределение их сообществ на занимаемой территории. Структурные индикаторные признаки – это ярусы растений, формы растительных комплексов. Это указывает на признаки и условия месторасположения и изменения растительности в результате антропогенной деятельности.

*Признаки статических и динамических индикаторов* – это характеристики растений, которые описывают форму и скорость роста.

Статические индикаторы можно охарактеризовать как признаки формы растений. Динамические индикаторы, характеризующие рост и развитие, делятся на 4 группы:

- функциональные;
- фенологические;
- ростовые;
- сукцессионные.

Функциональные характеристики указывают на изменения в функциях растений - обмен веществ и накопление химических веществ.

Фенологические признаки указывают на ритмы и развитие фенологических фаз растений. По фенологическим признакам можно определить, что ритмы роста нормальные, или есть отклонения. Положительная аномалия возникает при увеличении продолжительности вегетации растений и отдельных фаз их развития, отрицательная - при ее сокращении. Изменение благоприятных и неблагоприятных климатических условий приводит к продолжительности стадий активной вегетации и биологического покоя.

Характеристики роста можно описать как прирост биомассы растений, их продуктивность, урожай сельскохозяйственных культур. Эти параметры зависят от плодородия почв в месте произрастания растения. Характеристики роста древесных растений отражаются в годичных кольцах деревьев (ширина годичного кольца, ширина ранней и поздней древесины), высоте и диаметре.

Сукцессионные признаки указывают на характер изменения видового разнообразия и их популяций, сообществ и экосистем. Сукцессия (лат. *successio* – изменение) постоянно происходит в постепенном и последовательном процессе, где изменения в среде и факторы, действующие на один вид, сообщества или популяции приводят к появлению других видов, которые легче приспосабливаются к среде текущих изменений.

*Первичная сукцессия* — это первое изменение экосистемы, происходящее во времени. Это изменение может быть только в молодых развивающихся экосистемах. Например, первое сообщество водных растений и животных, расположенных в недавно вырытом пруду; истощенный карьер гравия или песка начинает зарастать травой и т. д.

Основные этапы первичной сукцессии можно разделить следующим образом:

- формирование почвенного субстрата;
- миграция и расселение видов по субстрату;
- возникновение взаимодействия между организмами;
- изменение среды обитания (местообитания);
- изменение разнообразия видов и сообществ.

*Вторичная сукцессия* – не только первый момент в происходящем изменении экосистемы.

Например, естественное лесовозобновление после сплошной вырубki или постепенное зарастание озера и превращение его в лес. Аналогичные сукцессионные процессы происходят в природе после лесного пожара и ветровалов. Это происходит, когда уже сформировавшаяся экосистема из-за неблагоприятных факторов среды (пожары, штормы или другие стихийные бедствия) вызывает сокращение растительного покрова и видового разнообразия. В настоящее время все чаще вторичная сукцессия становится причиной деятельности человека (вырубка лесов, распашка естественных пастбищ, выпас скота и т. д.). При уничтожении растительного покрова начинается подобный процесс, как и при первичной сукцессии. Существенное отличие состоит в том, что в этом случае уже сформирован слой почвенных микроорганизмов, подземных частей растений, спор, семян, микро- и мезофауны, других биотических и абиотических компонентов.

Автотрофная сукцессия происходит, когда в экосистеме процесс накопления органического вещества происходит интенсивнее, чем его деградация (минерализация). Накопление органического вещества выражается в соответствующих изменениях растительного покрова. Гетеротрофная или деградационная сукцессия происходит, когда разложение органического вещества происходит быстрее, чем накопление органического вещества,

уменьшается, реже становится растительный покров, сокращается видовое разнообразие (лес становится реже, постепенно превращается в кустарник, затем в луг).

Индикаторами в этом случае могут быть не только живые, но и мертвые растения или части растений, сохранившиеся скальные образования и отдельные животные или их органы, окаменелости. Все индикаторные признаки важны, но ни один из них, взятый изолированно, не является достаточно надежным. Только на основе нескольких факторов можно делать выводы о биоиндикации [69].

*Лесная типология* – учение о классификации лесов на основе природы, характеристик и состояния лесных местообитаний. Научным пионером лесной типологии является финский лесовод А.К. Каяндер, предложивший идею биологически эквивалентных местообитаний, основанную на концепции типов леса [70].

Виды растений распределяются в зависимости от свойств почвы, влияния других абиотических факторов (количества света на единицу площади). По преобладающим видам лесных растений, так называемым растениям-индикаторам, можно выделить типы леса.

*Тип леса* – совокупность участков, равных по: составу древесных пород; растительности рассыпчатой; фауне; условиям местообитания (климатическим, почвенным и гидрологическим) сложным; растительно-экологическим связям; процессу прорастания; направлению сукцессии, т. е. совокупность лесных условий, при которых одинаковые экономические условия требуют одинаковых мер лесопользования.

Тип леса определяется доминирующей породой деревьев и важнейшим показателем травянистых растений. В настоящее время широко используется лесотипологическая классификация, предложенная профессором С. Каразией [71], согласно которой все леса делятся на 4 ландшафтных комплекса: сосняки, влажные и заболоченные сосняки, первобытные леса, влажные и заболоченные смешанные леса.

*Мониторинг окружающей среды* (лат. monitor – предупреждение) – систематическое наблюдение за состоянием окружающей среды, её компонентов, изменением состояния, оценка и прогнозирование антропогенных воздействий. Важнейшей задачей мониторинга окружающей среды является систематическое наблюдение за воздействием антропогенных источников, природных и антропогенных компонентов окружающей среды, прогнозирование изменений антропогенных процессов и комплексная оценка их воздействия на живую природу и здоровье человека.

Выделяют 3 уровня мониторинга окружающей среды: локальный, региональный и глобальный.

Экологический мониторинг рассматривается не как самоцель, а как система управления качеством окружающей среды, а также как объективная основа для рассмотрения различных задач охраны окружающей среды и природопользования:

- выявление основных причин ухудшения состояния окружающей среды и разработка рекомендаций по улучшению ситуации;
- обоснование природоохранных мероприятий и оценка их эффективности и понесенных экологических потерь;
- контроль природных ресурсов, информирование общественности о состоянии окружающей среды и т.д.

Национальная система мониторинга состоит из ряда тесно связанных подсистем:

- мониторинг воздуха; мониторинг воды; мониторинг почв; мониторинг растительности и животного мира;
- комплексный мониторинг ландшафтов. Мониторинг лесов является частью подсистем мониторинга растительности и животного мира.

Мониторинг лесных экосистем первого уровня в связи с систематическим изучением объектов расположения и регионального характера известен как региональный. Целью регионального мониторинга лесов является сбор информации о динамике здоровья лесов и территориальных изменениях в отдельных странах и по всей Европе для выявления масштабного дальнего переноса воздействия загрязнения воздуха на леса в Европе.

Региональный мониторинг лесов включает 4 основных направления исследований:

- характеристики постоянных контрольных участков (ППК) – тип участка, возраст насаждений;
- видовой состав и т.д.;
- оценка состояния деревьев (опадение кроны, изменение цвета листвы, отмершие ветви, повреждения деревьев и т.д.);
- почвенные исследования (отбор и анализ проб, типология почв);
- химический состав листвы (отбор и анализ проб).

Проводится мониторинг и оценка основных морфологических параметров образцовых деревьев на каждом участке ежегодно.

*Дефолиация кроны дерева* (потеря листвы, не связанная с процессом листопада осенью) является важнейшим морфологическим индикаторным параметром здоровья дерева. Это не только потеря листьев, но и количество возможно образовавшейся, но не образовавшейся массы листьев или хвои.

Поэтому для визуальной оценки дефолиации дерева мы сравниваем листву дерева с листвой эталонного дерева, дефолиация которого не превышает 10%. Обычно эталонное дерево имеет тот же класс роста и развития, что и эталонное дерево. Оно относится к тому же типу ветвления, растет в непосредственной близости от эталонного дерева или соответствует фотографии эталонного дерева, соответствующей эталонному дереву по специальным атласам [72]. Дефолиация кроны обычно наблюдается в 1/3 верхней части и во всей кроне.

Верхняя дефолиация определяется в случаях, когда дефолиация верхней части кроны не менее чем на 20 % превышает дефолиацию остальной части кроны. Подверхняя дефолиация должна определяться, когда дефолиация под вершиной части кроны не менее чем на 20 % выше, чем в других частях кроны.

Базовая дефолиация оценивается в случае, когда дефолиация нижней части кроны на 20 % выше, чем в других частях. Периферийный тип дефолиации констатируют в случаях, когда более 25 % всех ветвей деревьев имеют отмершие верхушечные побеги из-за поздних или ранних заморозков и повреждений насекомыми.

Внутренний тип дефолиации характерен для деревьев, у которых старая хвоя повреждена грибами и болезнями, а крона более разрежена во внутренней части. Равномерный тип дефолиации кроны определяется, когда дефолиация в разных частях кроны отличается не более чем на 20 %. Такой тип дефолиации может быть вызван изменением условий окружающей среды и характерен для реакций деревьев на загрязнение воздуха. Оконный тип дефолиации кроны определяется, когда дефолиация в окне (наиболее разреженной части кроны) не менее чем на 20 % выше, чем в других частях кроны. Степень плодоношения деревьев оценивалась по баллам: 0 – плодоношение отсутствует, 1 – слабое плодоношение, 2 – умеренное плодоношение, 3 – обильное плодоношение.

*Дендрохронологические методы индикации и прогнозирования изменений окружающей среды.* Деревья считаются одними из самых чувствительных индикаторов состояния окружающей среды. Из всех форм жизни наиболее адекватно оцениваются изменения окружающей среды, вызванные изменением климата и антропогенной деятельностью. Процесс роста, сохраняющий информацию об окружающей среде, происходящих событиях, годовые кольца деревьев, их ширина и интегральная структура отражают совокупное воздействие экологических факторов и являются отличным показателем изменения состояния окружающей среды. Показательными параметрами являются ширина годовых колец деревьев и ширина их структурных частей – ранней древесины и поздней древесины. Исключительна указывающая роль хвойных деревьев, так как они более чувствительны к воздействию загрязнения окружающей среды, чем лиственные деревья, поэтому являются лучшими экологическими индикаторами [73].

Дендрохронологические и экологические методы экологической биоиндикации являются теоретической основой антропогенного воздействия на лесные экосистемы и поиска критериев оценки роста деревьев. По годовым кольцам деревьев предоставляется возможность ретроспективно оценить не только годичный радиальный прирост деревьев по качественным и количественным показателям, но и специфику состояния природной среды и климатические изменения на фоне антропогенного загрязнения окружающей среды [74].

Характеристики радиального прироста деревьев определяются биологическими особенностями видов деревьев, экологическими условиями местообитания и долгосрочными факторами изменения климата, которые являются доминирующими. Неблагоприятные условия роста, наиболее удаленный от климатического оптимума ареал наиболее сильных деревьев реагируют на изменение климата на этом фоне. Улучшение климатических условий вызывает увеличение ширины годовых колец. Между тем, в

благоприятных для роста деревьев условиях, близких к их оптимальной среде обитания, деревья умеренно увеличивают с возрастом ширину годичных колец, когда она уменьшается, наблюдается слабая реакция на фоновую изменчивость климата [75].

*Дендрохронология* – наука, изучающая динамику роста годичных колец деревьев и их структуру в связи с факторами окружающей среды, что помогает выделить естественный прирост с течением времени, оценить эффективность лесохозяйственных мероприятий, указать на антропогенное воздействие на окружающую среду и природные аномалии в прошлом.

Дендрохронологические и дендроиндикационные исследования показали, что ширина и структура годичных колец деревьев во многом зависят от воздействия климатических и экологических факторов.

Дендрохронология – это изучение закодированной в годичных кольцах информации. Методы дендрохронологической индикации достаточно широко используются для различных научных и практических целей: датирования древесины древних построек, реконструкции климата прошлого, оценки природных и антропогенных экологических ситуаций, и их изменений. Области их применения весьма разнообразны. Примеры приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Дендрохронологические методы и сферы их применения

<b>Фундаментальная дендрохронология</b>	<b>Прикладная дендрохронология</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Анализ ширины и структуры годичных колец	Оценка воздействия климатических факторов на рост деревьев
Анализ роста дерева (радиальный прирост) динамика	Анализ и прогноз долгосрочных климатических изменений
Датировка рядов годового радиального прироста	Оценка воздействия лесных пожаров на окружающую среду и прогноз их частоты
Синхронизация радиальных приращений ряда	Оценка воздействия локального загрязнения на деревья
Индексация радиальных рядов приращений	Оценка воздействия ветра, штормов, лавин на деревья и прогноз их частоты
Составление локальных радиальных хронологий приращения	Дендрохронологический (исторический) мониторинг
Составление мастер-хронологий	Анализ и прогноз воздействия и частоты нашествий сельскохозяйственных и лесных вредителей
Оценка потерь радиального прироста или дополнительного радиального прироста	Индикация радиоактивных материалов в окружающей среде

При анализе изменений роста лесов под воздействием климатических изменений и загрязнения воздуха важно выяснить, как развивались эти процессы не так давно и в последние десятилетия. Для этой цели наиболее подходят дендроиндикационные методы анализа годичных колец деревьев – относительно недорогие и позволяющие анализировать обширные данные и использовать

информацию, зафиксированную в годичных кольцах деревьев за многие годы. Применяя эти методы, актуально оценить динамику климатического фона. В настоящее время оценка годичного радиального прироста хвойных насаждений под воздействием загрязнения воздуха основана на различных методах, которые можно разделить на 3 группы [76].

Методы контрольных насаждений, основанные на сравнении абсолютного и относительного годового радиального прироста поврежденных (изучаемых) и относительно здоровых (контрольных) лесных насаждений. Годовые потери радиального прироста или дополнительный прирост (%) могут быть рассчитаны путем сравнения данных радиального прироста контрольных и загрязненных лесных насаждений.

Методы референтных (контрольных) деревьев, основанные на сравнении радиального прироста деревьев, принадлежащих к разным классам поврежденности (дефолиации) и относительно здоровых (контрольных) деревьев.

Методы, основанные на качественном анализе дендрохронологических рядов и зависимости прироста деревьев от климатических и антропогенных факторов. При использовании методов третьей группы с наибольшей точностью оцениваются потери прироста, вызванные антропогенной деятельностью. Однако их можно применять только в тех регионах, где составлены многолетние статистически надежные мастер-хронологии по породам деревьев и типам леса, а также где накоплен достаточный статистический материал по формированию прироста деревьев в зависимости от климатических факторов.

Методы второй группы следует использовать для оценки повреждений фоновых лесов. Они основаны на предположении, что относительно здоровые деревья не имеют потерь прироста, поэтому их прирост сравнивается с приростом деревьев различных классов поврежденности. Однако даже относительно здоровые деревья могут иметь определенные потери прироста. Кроме того, относительно здоровые деревья в одинаковых условиях фонового загрязнения воздуха могут быть генетически более устойчивыми. При применении этого метода потери прироста оцениваются с некоторой погрешностью. Сравнивая относительные значения прироста (индексы), в определенной степени исключаются различия в естественной скорости роста контрольных и исследуемых насаждений. Период для сравнения выбирается в пределах временного интервала с начала антропогенного воздействия до года исследований [77].

Для устранения влияния старения деревьев на скорость радиального прироста и выявления циклов динамики прироста, обусловленных колебаниями климатического фона, а также для сопоставления рядов прироста необходимо стандартизировать данные измерений годового радиального прироста деревьев, разработав мастер-хронологии. Для этого необходимо рассчитать годовые индексы радиального прироста – величины, выражающие отношение радиального прироста определенного календарного года к норме прироста года.

Для датировки годичного радиального прироста деревьев и выявления его экстремумов можно использовать достаточно простые методы, основанные на обширном экспериментальном материале и позволяющие обобщить дендрохронологическую информацию по большому региону [78]. Первым этапом составления хронологий является датирование образцов древесины и синхронизация данных годичного радиального прироста с учетом особенно узких годичных колец (если измерялась ширина годичного кольца) и доли поздней древесины в пределах годичного кольца (если измерялась ранняя и поздняя части годичного кольца отдельно).

Сравнивая данные радиального прироста между собой, производится синхронизация всех имеющихся рядов годичных колец. Для выявления «ложных» или «выпадающих» лет годичных колец можно применять перекрестную датировку по годам-указателям. Этот термин использует профессор Ф.Х. Швайнгрубер [79] для оценки качества годичных колец деревьев. «Положительными» называют годы, когда в пределах годичного кольца нормальной ширины образовалась широкая часть поздней древесины, а «отрицательными» — когда поздняя часть годичного кольца очень узкая. При оценке только по ширине годичного кольца, «отрицательные» годы считаются узкокольцевыми, а «положительные» — годами широких колец. Это важно для датировки и синхронизации локальных рядов прироста, так как кольца указательных лет значительно отличаются от более ранних и более поздних колец по своей ширине и соотношению ранней и поздней древесины [80].

*Биоиндикация* – это метод оценки состояния окружающей среды с использованием растений, которые реагируют на изменение окружающей среды и внутренних процессов организма специфическим образом. В биологии биоиндикационные методы широко используются для оценки состояния экосистем, мониторинга загрязнения воздуха, воды и почвы, а также для выявления в растительных сообществах, вызванных антропогенными факторами [81].

Современные биоиндикационные методы можно разделить на несколько основных категорий:

*Физиологические методы.* Эти методы основаны на изучении физиологических показателей растений, таких как содержание пигментов, активность ферментов, параметры фотосинтеза и дыхания.

*Морфологические методы.* Эти методы включают изучение изменений во внешнем виде растений, таких как изменения формы, размера, окраски листьев, стеблей и корней. Морфологические изменения могут свидетельствовать о воздействии на растения загрязняющих веществ или других факторов. Например, появление некротических пятен на листьях часто связано с воздействием озона или других атмосферных загрязнителей.

*Популяционные методы.* Включают изучение изменений в структуре и численности популяций растений. Снижение численности или исчезновение определённых видов растений может служить индикатором ухудшения

экологических условий. Например, исчезновение лишайников в городской среде часто связано с повышенным уровнем загрязнения воздуха.

*Биоценологические методы.* Эти методы основаны на анализе изменений в структуре и составе растительных сообществ. Изменения в биоразнообразии и доминировании определённых видов могут указывать на изменения в условиях окружающей среды. Например, изменение состава травянистых растений в лесных экосистемах может свидетельствовать о влиянии изменений климата или антропогенного воздействия [82].

Биоиндикационные методы представляют собой мощный инструмент для проведения исследовательской работы на занятиях по биологическим дисциплинам. Эти методы позволяют обучающимся не только оценивать состояние окружающей среды, но и анализировать влияние различных факторов на растения. Применение биоиндикации в исследовательских проектах способствуют развитию у обучающихся навыков научного анализа, критического мышления и самостоятельного проведения исследований.

Примером успешного использования биоиндикационных методов может быть исследовательский проект по мониторингу состояния древесных и кустарниковых растений. Обучающиеся могут использовать методы биоиндикации с помощью оценки состояния листьев коры деревьев.

Исследовательская деятельность, основанная на применении биоиндикационных методов, имеет важное педагогическое значение. Она способствует формированию у студентов системного понимания взаимосвязей в природе. Развивает навыки самостоятельного поиска информации и критического анализа данных. Применение биоиндикационных методов в учебном процессе позволяет обучающимся осознать значимость экологических проблем и понять, как современные научные методы могут быть использованы для их решения [83].

Кроме того, исследовательская деятельность помогает учащимся развивать ключевые компетенции, такие как умение работать с научной литературой, планировать и проводить эксперименты, анализировать полученные результаты и делать выводы. Важно отметить, что участие в исследовательской деятельности способствует формированию у студентов активной жизненной позиции, ориентированной на бережное отношение к окружающей среде.

Роль преподавателя в организации исследовательской деятельности с применением биоиндикационных методов заключается в том, чтобы направлять и поддерживать обучающихся на каждом этапе исследования. Преподаватель должен помочь учащимся выбрать тему исследования, разработать план эксперимента, выбрать методы и интерпретировать полученные данные. При этом важно сохранить баланс между предоставлением необходимой поддержки и развитием у обучающихся самостоятельности и ответственности за результаты своей работы.

Оценка результатов исследовательской деятельности является важным этапом образовательного процесса. Она должна включать анализ как содержания

выполненной работы, так и процесса её выполнения. Важно оценивать не только конечные результаты, но и то, как обучающиеся организовали свою работу, какие методы использовали, как они анализировали и интерпретировали полученные данные.

Рефлексия, как элемент исследовательской деятельности, позволяет студентам осмыслить свой опыт, выявить сильные и слабые стороны своей работы, понять, что было сделано хорошо, а что требует улучшения. Она способствует формированию у студентов навыков саморегуляции и критического анализа своей деятельности, что крайне важно для их дальнейшего профессионального роста [84].

Кроме того, исследовательская работа с применением биоиндикации развивает у студентов интерес к биологии и экологии, что может способствовать их дальнейшему профессиональному развитию в этой области. Знания и навыки, полученные в ходе такой работы, будут полезны не только в учёбе, но и в будущей профессиональной деятельности, особенно если студенты решат связать свою карьеру с охраной окружающей среды или научными исследованиями.

Ниже мы приведём примеры применения биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений на занятиях по биологическим дисциплинам.

#### *Лабораторные работы по морфологии берёзы повислой.*

В качестве главного объекта исследования на занятиях биологии мы избрали один весьма показательный вид древесных растений, который отличается широким распространением в умеренных широтах Евразии, и, в частности, в Казахстане, а также обладает высокой внутривидовой изменчивостью. Данный вид – Берёза повислая или бородавчатая (*Betula pendula*), составляет самостоятельное семейство Берёзовые (*Betulaceae*), куда также входят представители рода Ольха, например, Ольха клейкая (*Alnus glutinosa*).

Берёза белая европейская, или берёза повислая (*Betula pendula* Roth), принадлежит к роду *Betula*. Существует около 40 видов *Betula*, которые распространены по всему северному умеренному региону. Согласно Н.Б. Алексеевой, [85], род *Betula* делится на две основные секции, *Eubetula* и *Betulaster*. Секция *Betulaster* включает всего несколько видов берёз в Японии и Китае, входящих в подсекцию *Acuminatae*. Секция *Eubetula* далее делится на три подсекции, *Costatae* (желтые берёзы), *Albae* (белые берёзы) и *Nanae* (карликовые берёзы). *Betula pendula* принадлежит к подсекции *Albae*, как и другая европейская древовидная берёза, *B. Pubescens* (рисунок 3).



Рисунок 3 – Общий вид берёзы повислой

*Изменчивость внутри и между популяциями берёзы повислой.*

Долгоживущие виды, такие как деревья, подвержены условиям, которые сильно меняются из года в год. Таким образом, у них большая внутрипопуляционная изменчивость, так что всегда есть генотипы, хорошо приспособленные к изменчивым условиям при регенерации. Например, в исследованиях пятилетних высот потомства берёзы П. Веллинг [86] утверждал, что внутрипопуляционная изменчивость была такой же большой, как и между популяциями, происходящими из широт 60–63° с. ш. А.М. Данченко обнаружил, что внутригрупповая изменчивость в пределах происхождения и между особями была большей по сравнению с изменчивостью между насаждениями или местностями [87]. Березовые насаждения не являются закрытыми популяциями, и обмен генами между насаждениями успешен в результате распространения пыльцы ветром [88].

Учёным-ботаникам известно о большой вариации в росте и качестве ствола между потомками от разных плюсовых деревьев. Многие потомки достигли объема ствола, который превысил среднее значение теста более чем на 40%, и хорошее потомство можно было найти как среди открытоопыляемых, так и среди перекрестноопыляемых семей. Изменчивость плотности древесины, как правило, меньше, чем в характеристиках роста и качества ствола, но между потомками можно найти значительные различия [89].

В прохладных и умеренных регионах годовой температурный ритм является основным регулирующим фактором окружающей среды. Деревья

адаптированы к изменению вегетационного периода между годами, а также к многолетнему среднему значению. Время прекращения роста и последующего процесса зимнего закаливания определяется совместным эффектом суммы тепла и продолжительности ночи. А.М. Данченко предсказал, что адаптированное происхождение *B. pendula* прекратит рост при накоплении примерно двух третей общей суммы тепла за нормальный вегетационный период. Если северные происхождения были перемещены на юг, рост прекратился бы при двух третях исходной местной суммы тепла, но из-за более длинных ночей рост прекратился бы на несколько дней раньше, то есть при меньшей сумме тепла, чем в исходной местности [90].

На выход из состояния покоя влияют низкие температуры зимой. Эффект охлаждения кумулятивный, увеличивается до порогового значения, когда почки выходят из состояния покоя. Распускание почек и начало роста весной происходят после накопления определенной суммы тепла выше определенной базовой температуры [91].

*Начало роста.* Поскольку *B. pendula* географически широко распространена, она имеет определенные по широте и высоте экотипы с различными оптимальными и критическими температурами охлаждения и их продолжительностью. Экотипы северного происхождения имеют самое раннее распускание почек с разной потребностью в продолжительности охлаждения, но не в температуре охлаждения. Более длительная потребность в охлаждении обнаружена в южных экотипах. Также обнаружена клинальная разница в базовой температуре роста среди экотипов.

*Динамика воспроизводства.* Береза – вид-пионер, она быстро заселяет голые участки и не переносит затенения. Молодые берёзы не могут пережить пожар из-за своей тонкой коры, но некоторые взрослые деревья могут, потому что тонкая лесная подстилка под берёзами не может выдерживать интенсивные и постоянные поверхностные пожары. В пионерных сукцессиях после пожара часто доминирует береза. Обильное семенное производство усиливает пионерный характер берёзы. Без огня или вмешательства человека берёзы были бы заменены в последовательности более теневыносливыми и долгоживущими видами [92, с. 15].

*Свет.* Плотность посадки не зависит от покрытия пологом, то есть прорастание не зависит от света, но способность проростков березы проникать через полог низкая, и они не могут укорениться даже в самой низкой растительности. Большинство проростков березы имеют высоту всего около 5–12 см после первого года, и конкурирующая растительность на плодородных участках может легко перерасти и подавить их. Берёзы также чувствительны к химическому вмешательству (аллелопатии) со стороны других растений [92, с.32]. Более того, затененные берёзы являются предпочтительным прокормителем для травоядных насекомых [93].

Затенение соседними деревьями оказывает сильное влияние на рост побегов. В краткосрочном эксперименте затененные проростки были выше, чем те, которые были выращены при искусственном солнечном свете [94]. Меньше

почек закладывается, а большая часть погибает в зонах самого сильного затенения [95]. Оптимальным солнечным освещением для роста высоты березы повислой оказалось 43% полного солнечного света для прополотых семян, но 24% для семян, конкурирующих с сорняками. Также было обнаружено, что береза повислой растет медленнее, когда солнечный свет уменьшается с 56 до 16%. В экспериментах в теплице с хвойными береза была более чувствительна как к собственной конкуренции полога, так и к корневой конкуренции, чем к конкуренции со стороны хвойных.

Евразийские березы могут выдерживать до 90% тени, адаптируя структуру листьев. По мере уменьшения солнечного света интенсивность света для фотосинтетического насыщения, максимальная скорость фотосинтеза, толщина мезофилла листа и концентрация хлорофилла уменьшаются. Максимальная эффективность фотосинтеза у березы повислой достигается при 10–50 % полного солнечного света, что намного выше, чем у теневыносливых растений.

*Температура.* Березы приспособлены к прохладному климату и лучше всего растут при комнатной температуре. Как только температура почвы достигает 2–3 °С, рост березы повислой больше зависит от температуры воздуха, чем от температуры почвы. Побеги семян растут прямо пропорционально суммам тепла, постепенно уменьшаясь по мере сокращения фотопериода. Новые побеги могут переносить температуры вегетационного периода от -3 до -5 °С.

*Потребность в воде.* Усвоение берёзой повислой происходит быстрее всего при давлении около  $-5 \times 10^2$  кПа, а потребление воды уменьшается во влажных условиях. Берёзы чувствительны как к засухе, так и к затоплению. Смертность семян увеличивается при водном потенциале ниже  $-1,6 \times 10^2$  кПа. Однако приспособляемость берёз к анаэробным условиям за счет переноса кислорода от побегов к корням снижает последствия затопления. Удобрение улучшает поглощение воды и устойчивость к засухе.

Берёзы используют воду неэффективно. Сеянцы берёзы повислой поддерживают тургор при высоком потенциале почвенной воды только закрывая устьица, которые частично закрываются при около  $-15 \times 10^2$  кПа. У крупных деревьев суточная транспирация на единицу массы листовой составляет около 514 кг воды/кг листовой. Чрезмерная потребность в транспирации снижает рост даже на влажной почве, поскольку транспирация и фотосинтез имеют частично отдельные системы управления. Засуха угнетает фотосинтез больше, чем транспирацию.

*Питательные вещества.* Для достижения максимальной продуктивности берёзе белой требуются все необходимые питательные вещества, оптимальное соотношение источников азота  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  в ризосфере и оптимальный общий питательный раствор [96]. В общем, *B. pendula* является видом, ограниченным по азоту. Условия с низким содержанием азота снижают рост и увеличивают количество конденсированных танинов, тогда как в условиях с высоким содержанием азота *B. pendula* растет быстрее, а содержание флавоноидов в листовой выше [97]. Влияние азотного удобрения на устойчивость к травоядным неясно. Азотное удобрение не повлияло на предпочтения млекопитающих

травоядных в отношении сеянцев *B. pendula*. С другой стороны, осенняя моль росла крупнее на удобряемых саженцах [98].

Ограничивающие эффекты других питательных веществ на березы не так хорошо определены. При оптимальных уровнях и цинк, и марганец стимулируют рост саженцев, но также сообщалось о проблемах с токсичностью. Существует широкая генетическая изменчивость в толерантности к цинку и его усвоению. *B. pendula* имеет высокую потребность в сере и легко усваивает бор. Иногда она страдает от токсичности марганца на плохо дренированном торфе.

Оптимальный pH для *B. pendula* и *B. pubescens* составляет от 4 до 5. Берёза может переносить некоторую засоленность почвы.

*Влияние почвы.* Берёза повислая растёт на плодородных минеральных почвах и на более сухих и легких почвах, чем *B. pubescens*, которая обычно растёт как на торфяных, так и на минеральных почвах [99]. Берёзы обычно улучшают почвы, эффективно осуществляя круговорот питательных веществ. Березовые насаждения первого поколения на бывших пустошах *Calluna vulgaris* (вереск) имеют повышенную активность дождевых червей, более высокий pH почвы, большее общее содержание P, более высокий базовый статус, более высокие скорости минерализации N и разложения целлюлозы и более разнообразную наземную флору. Поверхностный уровень N, P, K, Ca, Mg и Mn почвы увеличивается. Берёза повислая на почвах сфагнового торфа ускоряет микробное разложение, накапливает мертвые древесные корни и увеличивает плотность почвы.

*Развитие корней.* Берёзы эффективно используют почвы, развивая как обширную и плотную поверхностную корневую систему для перехвата осадков, так и погружающиеся корни для проникновения в плотные «поддоны» и использования глубокой воды. Стержневой корень становится горизонтальным примерно через 30 см или его обгоняют боковые корни. Более узкие корни могут проникать на значительную глубину. Максимальная длина горизонтальных корней может составлять 25 м на песчаных почвах. В анаэробных условиях корни *B. pendula* и *B. pubescens* удлиняются больше, чем в аэробных условиях. Корни берёзы глубоко проникают в плохо дренированные почвы, такие как торфяники, и приносят пользу хвойным, обогащая почву кислородом. С другой стороны, биомасса мелких корней березы может быть в два раза больше, чем у хвойных, которые создают интенсивную корневую конкуренцию.

*Изучение формы листовой пластинки берёзы повислой.*

У берёзы повислой студенты изучали листья берёзы повислой, ее морфологические особенности по отношению к остальным признакам. Для начала стоит отметить этапы развития листовой пластины берёзы повислой.

Поверхность листьев может увеличиться в десятки раз, что происходит за счет равномерного поверхностного роста. Это достигается за счет деления большинства клеток листьев и растяжения их в длину и ширину соответственно.

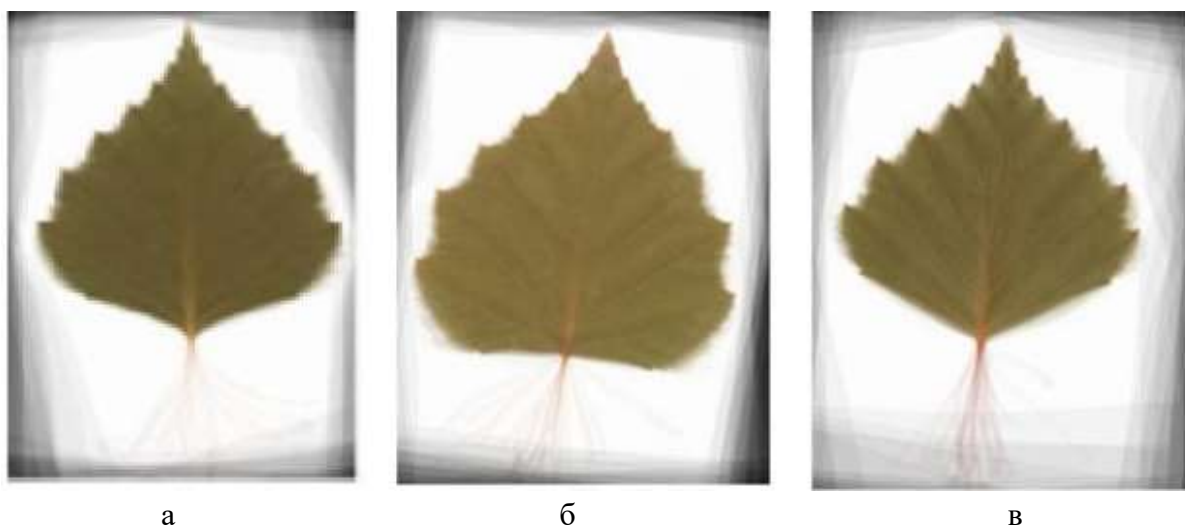
От генетического и климатического факторов зависят размеры и цвет листьев (рисунок 4).



а – внутрипочечная фаза развития; б – внепочечная фаза развития; в – этап полного развернутого и окончательного формирования листовой пластинки

Рисунок 4 – Этапы развития листовой пластинки берёзы повислой

Следует считать описание формы листовой пластинки, следующей: треугольно-ромбическая форма, незакругленные боковые углы, заостренное и клиновидное основание [100].



а

б

в

а – треугольно-ромбовидная; б – треугольная; в – ромбовидная

Рисунок 5 – Эталонная конфигурация листовой пластинки берёзы повислой

Как показано на рисунке 5, изменчивость формы листовой пластинки обуславливается действием факторов внешней и внутренней среды, и может носить приспособительный характер. Например, удлиненная форма листа может свидетельствовать об адаптационной мере на неблагоприятные техногенные условия урбаноcреды.

Внепочечная фаза развития листа берёзы наиболее уязвима к наличию мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе. Такой фактор оседания частиц на листовую пластину может привести к неравномерному развитию и появлению асимметрии [101].

Студенты рассматривали формы листовой пластинки, кроны и коры берёзы повислой в лесопосадках города Павлодара и Павлодарской области, поймы реки Ертис, Баянаульского государственного национального природного парка. Исследование и отбор образцов проводился согласно общепризнанных

методик [102], а также в соответствии с этикой научных исследований [103] и рекомендациями Экологического кодекса Республика Казахстан [104].

Выбор экспериментальных площадок осуществлялся исходя из района исследования. В условиях города учитывалась массовость насаждений, чтобы иметь возможность провести статистические анализы во время камеральной работы. Это были парковые зоны, лесопитомник, а также некоторые улицы города Павлодара. Также для чистоты эксперимента было принято решение изучить популяции берёзы повислой в других районах Павлодарского Прииртышья, в частности, с некоторых участков поймы реки Ертис, Баянаульского государственного национального природного парка.

Сбор листьев проводился с нижней части кроны с максимального количества доступных веток отдельно стоящих деревьев. Листья брали с укороченных побегов – брахибластов.

Опыт фенотипического исследования популяций берёзы повислой и березы пушистой имеется еще с 80-х гг. С.А. Мамаев и А.К. Махнев [105] выделяют следующие фены листьев, которые в популяциях берёзы бородавчатой были распространены с различной частотой: округло-узкоугольная, округло-широкоугольная, узкоусечённо-клиновидная, широкоусечённо-клиновидная, сердцевидная.

У берёзы пушистой выделена следующая форма листьев: ромбовидная, яйцевидно-ромбовидная, яйцевидная, широкояйцевидная, овальная, сердцевидная.

По нашим наблюдениям, в Павлодарской области береза повислая (бородавчатая) в разных типах естественных и искусственных насаждений имеет, помимо указанных в литературе фенов листовой пластинки, еще и ромбовидную форму листа (ранее наблюдавшуюся лишь у березы пушистой).

Материал для лабораторной работы студенты собирали во время выездных полевых практик и загородных экскурсий, а также во время целенаправленных экскурсий по городу и организации сбора в различных населенных пунктах Павлодарской области. Для этого с каждого дерева брали 1-3 листа наиболее характерной формы и укладывали в отдельный конвертик (с обеспечением высыхания и для предотвращения увлажнения и гниения материала конвертики могут быть сделаны из фильтровальной бумаги) – с учетом того, что все листья одного дерева имеют одинаковый генотип. Затем в лабораторных условиях студенты определяют форму листовой пластинки, относят ее к одному из известных фенов и вносят в учетные таблицы. Если форма листа не похожа ни на одну из известных, описывали новый фен и определяли его устойчивость (повторяемость), вычисляли частоту встречаемости в различных популяциях березы (рисунок 6).



а



б



в



г



д

е



ж

а – сердцевидная; б – узкоусечённо-клиновидная; в – ромбовидная  
г – округло-узкоугольная; д – яйцевидная; е – яйцевидно-ромбовидная; ж – широкоусечённо-клиновидная



и



к



л

и – широкояйцевидная; к овальная; л – округло-широкоугольная

Рисунок 6 – Примеры форм листьев у березы бородавчатой

Результаты подсчётов и статистической обработки результатов студенты заносят в следующие таблицы (таблица 4).

Таблица 4 – Форма листьев у берёзы бородавчатой

Форма листьев у березы	Округло-узкоугольная	Округло-широкоугольная	Узкоусеченно-клиновидная	Широко усеченно-клиновидная	Сердцевидная	Ромбовидная
Абсолютное число растений с данным признаком						
Доля (с ошибкой репрезентативности)						

Форма плодовых чешуй у берёзы описывается с учётом относительной длины и угла трех обычных ответвлений, а также их формы (таблица 5).

Таблица 5 – Форма плодовых чешуй у берёзы бородавчатой

Форма плодовых чешуй у березы						
Абсолютное число растений с данным признаком						
Доля (с ошибкой репрезентативности)						

*Формы коры у берёзы повислой.*

Кроме того, у берёзы бородавчатой (и встречающихся гибридных форм березы бородавчатой и пушистой) предметом фенотипического изучения может стать форма коры и цвет ствола. Так, А.М. Данченко [106] выделяет следующие вариации коры у березы повислой: ромбовидно-трещиноватая, гладкокорая, серотрещиноватая, грубокорая. У берёзы пушистой встречаются следующие формы коры: белокорая, шероховатокорая, серотрещиноватая, волнистокорая. У гибридных форм можно обнаружить все формы коры, встречающиеся у березы пушистой и березы повислой.

В соответствии с рисунком 7, мы приводим краткое описание каждой формы коры (по материалам А.М. Данченко [107], на которые могут ориентироваться студенты при сборе полевого материала и дальнейшей лабораторной обработке результатов).

*Ромбовиднотрещиноватая.* Трещины в виде ромбов высоко поднимаются по стволу. Береста белая, с мелкими, хорошо заметными чечевичками. Комель ствола продольно-трещиноватый, с грубой коркой, постепенно переходящей в обычную кору. Края трещин не расслаиваются, темноокрашенные. Ствол чаще стройный, сбежистый, хорошо очищен от мертвых сучьев. Живые ветви толстые и длинные, покрытые белой берестой. Крона широкая, округло-яйцевидная, чаще ажурная (рисунок 7).



а



б



в



г

а – серотрещиноватая; б – грубокорая; в – белокорая; г – ромбовиднотрещинноватая

Рисунок 7 – Примеры формы коры у берёзы повислой

*Белокорая.* Береста до основания ствола белая с ярко выраженными темными чечевичками. Комлевая часть ствола до небольшой высоты (60-70 см) в редких продольных неглубоких, быстро исчезающих трещинах. По всему стволу в поперечном направлении ровные черные штрихи от заросших сучьев. Стволы очень стройные, хорошо очищенные. Ветви толстые, покрыты серовато-белой берестой. Крона компактная, яйцевидная. Древесина прямослойная, очень хорошо колется.

*Серотрещинноватая.* Этот тип берёзы выделяется по высоко поднимающимся по стволу продольными трещинами, края которых с темной каймой, часто отогнуты и не расслаиваются. Иногда трещины образованы сдвоенными серыми ромбиками. Береста пепельно-серого цвета, чаще с плохо заметными коричневыми чечевичками. В комлевой части корка выражена хорошо и поднимается выше, чем у ромбовидно-трещинноватой березы. Стволы ровные, в комлевой части ребристые, слабо очищенные. Ветви тонкие, покрыты тёмно-серой берестой. Крона узкая, чаще узкояйцевидная – конусовидная. Древесина плотная, плохо колется.

*Грубокорая.* Комлевая часть ствола до 3 м, а иногда и до кроны имеет сильно трещиноватую толстую кору. Продольные трещины глубокие. Доли корки слегка ромбические, черные, сверху плоские, иногда вогнутые. Переход к обычной коре резкий. В месте перехода ствол заметно утончён. Выше зоны грубой корки ствол покрыт берестой с трещинами в виде ромбов неправильной формы. Стволы сильно снежистые, искривленные. Ветви толстые, темные. В

насаждениях встречается редко. Древесина очень плотная, свилеватая, колется очень плохо.

Таблица 6 – Вариации формы коры у берёзы повислой

Форма коры у берёзы	Ромбовидно-трещинноватая	Гладко корая	Серо-трещинноватая	Грубокорая
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				

Во время экскурсий в природные биотопы, леса или искусственные посадки студенты подсчитывают количество каждой вариации коры (с фотографированием и занесением в полевой дневник). Результаты подсчетов студенты заносят в таблицу 6.



а



б



в



г

а – белокорая; б – шероховатокорая; в – серотрещинноватая; г – волнистокорая

Рисунок 8 –Формы коры у гибридов берёзы повислой и пушистой

Также студенты изучали вариации формы коры у гибридов березы повислой и пушистой в Павлодарской области, как показано на рисунке 8.

По оттенкам цвета коры А.М. Данченко выделяет следующие вариации (классы): чёрные; чёрные с незначительными пятнами беловатой, пепельной или бронзовой коры, пепельно-серые, бронзовые, белые.

Таблица 7 – Вариации цвета коры (классы) у берёзы повислой (и гибридных форм с березой пушистой) в Павлодарской области

Цвет коры у берёзы	Черная	Черная с пятнами	Пепельно-серая	Бронзовая	Белая	Другая окраска
Абсолютное число растений с данным признаком						
Доля (с ошибкой репрезентативности)						

В соответствии с таблицей 7, после экскурсии, по результатам фотографирования и описания в полевом дневнике студенты подсчитывают количество деревьев каждого класса и заполняют (с указанием абсолютных цифр и результатов статистической обработки).

Таблица 8 – Расположение ветвей первого порядка по отношению к стволу

Угол ветвей 1 порядка по отношению к стволу	Почти прямой, около 90 градусов (плакучие)	Ветви сравнительно пологие, угол 50-80 градусов	Ветви торчащие вверх, отходят под острым углом – 45 градусов и менее.
Абсолютное число растений с данным признаком			
Доля (с ошибкой репрезентативности)			

В соответствии с таблицей 8, для оценки гибридных форм березы повислой и пушистой во время экскурсионного изучения деревьев можно использовать такие признаки, как угол ветвей первого порядка по отношению к стволу, плотность (ажурная – компактная) и форма кроны.

В ходе исследования студенты изучали также формы кроны у берёз. Существуют несколько форм, и студенты должны определить, у какой особи какая форма кроны (рисунок 9).



а



б

а – округло-яйцевидная; б – узко-яйцевидная

Рисунок 9 – Примеры форм кроны у берёз, лист 1



в



г

в – неправильной формы; г – метельчатая

Рисунок 9 – Примеры форм кроны у берёз, лист 2

Полученные данные студенты заносят в специальную таблицу (таблица 9).

Таблица 9 – Форма кроны у берёз

Цвет коры у березы	Округло-яйцевидная	Узко-яйцевидная	Конусо-видная	Метельчатая	Неправильной формы
Абсолютное число растений с данным признаком					
Доля (с ошибкой репрезентативности)					

*Изучение биоиндикационного потенциала лиственницы сибирской (*Larix sibirica*).*

Лиственница сибирская (*Larix sibirica*) в Павлодарской области, как и в большинстве регионов Казахстана, является интродуцированным, хотя и хорошо прижившимся растением. В литературе известны исследования популяций различных видов лиственниц (между которыми могут быть переходные гибридные формы) методами биоиндикации [108]. Данный вид древесных растений является одним из ярчайших индикаторов изменений окружающей среды и часто используется учёными в оценке состояния экосистем. Популяции лиственницы различными исследователями изучались по 14 морфологическим, анатомическим, физиологическим, биохимическим и кариологическим признакам.

Наиболее доступными для наблюдений являются такие анатомо-морфологические признаки, как цвет женских шишек (красноватый, желтый или зеленоватый), форма края семенных чешуй (прямая или выемчатая), тип плоскости семенной чешуи (отвороченный, ложковидный, слабо ложковидный), окраска молодых однолетних побегов (темная или светлая), опушенность молодых побегов (опушенные или гладкие).

В качестве объектов биоиндикации у лиственницы студенты использовали следующие морфофизиологические признаки: число клеток гиподермы хвои,

число чешуй в шишке, число хвоинок в пучке, поскольку они образуют непрерывный ряд изменчивости и находятся под сильным влиянием средовых (экологических) факторов.

Результаты подсчетов и статистической обработки результатов студенты заносят в следующую таблицу 10.

Таблица 10 – Биоиндикационные параметры лиственницы сибирской

Цвет женских шишек у растений				
цвет женских шишек	красные	желтые	зеленые	другие оттенки
1	2	3	4	5
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				
Форма края семенной чешуи у лиственницы.				
Форма семенных чешуй	Прямая	Выемчатая	Другой формы	
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				
Тип плоскости семенной чешуи у шишек лиственницы				
Тип плоскости семенной чешуи	Отвороченный	Ложковидный	Слабо ложковидный	Другой формы
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				
Окраска молодых одногодичных побегов у лиственницы				
Окраска молодых побегов	Темная	Светлая	Промежуточная	
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				
Опушенность молодых побегов у лиственницы				
Опушенность молодых побегов	Гладкие	Опушенные		
Абсолютное число растений с данным признаком				
Доля (с ошибкой репрезентативности)				

### *Лабораторные работы с различными видами тополя.*

Белый и черный тополь являются широко распространенными деревьями в пойменных и степных колках, в искусственных лесопосадках и широко применяются в озеленении населенных пунктов. Но они отличаются друг от друга не только цветом ствола, как можно заключить из их видовых названий (у тополя белого он действительно светлее и имеет серебристый оттенок), но и формой листовой пластинки. У белого тополя она имеет округлую и слегка выемчатую форму, у черного – напоминает ромб. А еще белые тополя имеют опушенную нижнюю сторону листа.

Известно, что с тополевых почек пчелы собирают бактерицидный клей, который затем перерабатывают в прополис (причем популярность этого оздоровительного продукта не случайно год от года возрастает). Но ведь люди могут не ждать милостей от природы (в том числе и от пчел), а самостоятельно собрать с тополей различные виды лекарственного сырья. А пчелы, помимо прополиса, собирают с цветков тополей пыльцу, а с листьев – падевый мед.

Различные части растения содержат флавоноиды, углеводы, лигнаны, фенольные гликозиды (аналоги аспирина), дубильные вещества; в пыльце имеются липиды, в семенах – углеводы, лигнин, жирное масло (а мы их ругаем и видим лишь источник навязчивого пуха). Отвары коры тополя используют при лихорадке, подагре, ревматизме (ведь любые родственники ивы содержат природные аналоги аспирина, которые, как известно, обладают противовоспалительными свойствами и удаляют мочекислые соли из организма). Отвар почек используется при простудных заболеваниях, болезнях суставов, наружно – при ожогах, конъюнктивитах, гнойничковых заболеваниях кожи; в виде мази – при геморрое. Корни обладают фунгицидными (противогрибковыми) свойствами. Молодые побеги в виде отвара в народной медицине рекомендуются как противоглистное средство [109].

Тополь является интересными учебно-методическими объектами для наблюдений: двудомные растения, лишенные венчика, цветущие до появления листьев, они являются классический пример приспособления к перекрестному опылению ветром. При этом пыльцу от сырости (столь обычной ранней весной) защищают прицветные чешуи, накрывающие мужские цветки на повисающих сережках [110].

Тополь черный, как и белый (а также осина) образует декоративные пирамидальные формы: здесь обучающиеся могут узнать о существовании гомологических рядов в наследственной изменчивости. Кроме того, пирамидальные формы в средних широтах обычно не образуют семян и не досаждают в летнее время пожароопасным и аллергенным пухом. Потрескавшаяся кора старых тополей является пример третичной покровной ткани у растений – корки, или ритидома. Будучи уже мертвым, этот слой коры верно служит дереву: защищает от пожара, вредителей и фитопатогенов, перепадов температур.

Также студенты исследуют биоиндикационный потенциал тополя для оценки критерии вида. Обычно на городских территориях чёрный и белый

тополь соседствуют, и на небольшой экскурсии можно самостоятельно выявить морфологические отличия черного и белого тополя: у первого тёмно-серый цвет коры и лист в форме ромба, у другого кора серебристая, а лист по форме округлый, иногда выемчатый, опушённый снизу. А осина (которая тоже является представителем рода Тополь) имеет неровные края мелких подвижных листьев и лишь слабо выраженную опушённость нижней стороны листовой пластинки. При гибридизации белого тополя с осиной получился новый молодой вид – тополь сереющий, который совмещает признаки обоих родительских видов, причем в северных областях Казахстана этот гибридный вид внешне больше похож на осину, а в южных регионах – на белый тополь [111].

К тому же среди этих привычных видов тополей может встретиться тополь бальзамический – американский реликт, который естественным путем проник лишь на Чукотку, а в Казахстане и России встречается в основном в лесопосадках (вот вам географический критерий вида и закон викариата). У этого тополя ярко-красные черешки листьев и вытянутая форма пластинки. А еще тополя легко образуют гибриды между собой, сохраняя черты родительских видов (генетический критерий, точнее, его нарушение – как исключение из правила, но обычное явление для тополей).

Тополя, как и ивы, образуют пойменные леса, а также встречаются по оврагам, насыпям и берегам водоемов, где не смогут расти никакие другие деревья. А причина в том, что тополя, будучи представителями семейства ивовых, образуют мощную систему придаточных корней и способны удержаться на любом обрыве или подмываемом берегу. У родственников обнаруживаются и сходные адаптации к условиям существования. В общем, познакомьте ваших учеников с тополями – и интерес к естествознанию будет обеспечен: после встречи с таким интересным деревом захочется узнать еще больше.

В благоприятных условиях тополя живут до 150 лет. Они используются в озеленении и создании лесополос, для облесения степей, закрепления балок, оврагов, берегов рек. Растут эти крупные деревья быстро, древесина их легкая и белая, используется в целлюлозно-бумажном производстве, для изготовления спичечной соломки, фанеры, строительных материалов. Кора применяется для выделки (дубления) кож и их окраски в жёлтый цвет [112]. В нашем же случае, местные виды тополя отлично подходят как учебно-методический материал для развития исследовательских компетенций у студентов-биологов.

*Лесотаксационный анализ как один из методов биоиндикации древесных и кустарниковых растений.*

Одним из наглядных, доступных и применимых в учебном процессе биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений видится лесотаксационный анализ. Будучи комплексным, многокомпонентным анализом, такой метод позволяет обучающимся углублять знания ботаники и экологии растений и может положительно влиять на развитие исследовательской деятельности. Описанные параметры древесных и кустарниковых растений студенты изучали во время прохождения учебно-полевой практики, экскурсионных занятий в местные биотопы, а также в аудиторных условиях.

Ниже мы приводим несколько аспектов данного анализа, используемых на занятиях по биологическим дисциплинам.

Оценка плотности древесных и кустарниковых насаждений. Плотность лесных насаждений студенты могут оценить с помощью таких параметров, как количество деревьев на гектар и сомкнутость крон.

Плотность лесов оказывает значительное влияние на водный баланс региона, предотвращая эрозию почвы и сохраняя биоразнообразие. Леса обеспечивают среду обитания для многих видов растений и животных, способствуя сохранению экосистемных связей. Плотность древесных и кустарниковых насаждений варьируется в зависимости от ряда факторов:

Почвенные условия: различные типы почв обеспечивают плотность насаждений. В более плодородных почвах (например, в долинах) встречаются участки с высокой плотностью лесов.

Климатические факторы: Климат в районе исследований континентальный, с малым количеством осадков (в среднем 300-350 мм в год), что ограничивает развитие густых лесных насаждений. Лесная и кустарниковая растительность сосредоточена на участках с лучшими водными условиями.

Антропогенное воздействие: Вырубка леса и пожары в прошлом значительно повлияли на плотность насаждений. Современные усилия по восстановлению лесных массивов и охрана природы направлены на поддержание экологического равновесия.

Средние показатели плотности для различных типов насаждений:

*Высокобонитетные насаждения* (I-II классы бонитета): Встречаются преимущественно в местах с хорошими почвенно-климатическими условиями (долины и северные склоны), где плотность лесов выше и деревья имеют хорошую высоту и диаметр.

*Среднебонитетные насаждения* (III-IV классы): Распространены на более бедных почвах и на более сухих участках (горные склоны). Плотность этих насаждений ниже, а деревья менее крупные.

*Низкобонитетные насаждения* (V класс): Распространены на склонах с каменистыми почвами и в местах, подверженных воздействию ветра и эрозии. Эти насаждения имеют разреженный характер, плотность может составлять менее 300 деревьев на гектар.

После предварительного инструктажа студенты оценивают описанные выше параметры и заносят их в специальную таблицу 11.

Таблица 11 – Пример плотности древесно-кустарниковых насаждений

Тип насаждений	Средняя плотность (особей на гектар)	Максимальная плотность (особей на гектар)
Сосновые насаждения	400-600	700
Берёзовые насаждения	300-500	500
Кустарниковые насаждения (шиповник)	500-600	600

*Анализ лесных массивов по бонитету.* Анализ лесных массивов по бонитету включает рассмотрение их продуктивности и качества в зависимости от местных условий, таких как климат, почвы и рельеф. Бонитет лесов оценивается по скорости роста деревьев, их высоте и диаметру, что позволяет определить плодородие земель и потенциальную продуктивность лесных экосистем.

Для анализа древесно-кустарниковых массивов по бонитету студенты рассматривали их продуктивность и качество в зависимости от местных условий, таких как климат, почвы и рельеф. Бонитет оценивается по скорости роста деревьев, их высоте и диаметру, что позволяет определить плодородие земель и потенциальную продуктивность лесных экосистем.

На таких занятиях студенты могут узнавать, что высокобонитетные леса имеют важное значение как для поддержания биоразнообразия, так и для стабилизации водного режима района исследования. Эти леса обеспечивают среду обитания для многих видов животных и растений, а также способствуют предотвращению эрозии почвы. Леса среднего и низкого бонитета менее продуктивны с точки зрения роста древесины, но играют ключевую роль в поддержании экосистемных услуг, таких как защита от ветра и сохранение микроклимата. Для расчёта бонитета существуют специальные методики (Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока под редакцией В.Н. Корякина), где предлагаются подробные описания бонитета. Используя их, обучающиеся могут определять классы бонитета и заносить данные в специальные формы для дальнейшей интерпретации (таблица 12).

Таблица 12 – Анализ древесно-кустарниковых массивов по бонитету

Класс бонитета	Местоположение	Высота деревьев и кустарников	Плотность насаждений (деревьев на гектар)
I-II (высокий)	Долины, склоны гор	>20 м	600-700
III-IV (средний)	Поймы рек	10-20 м	400-600
V (низкий)	Редкие лесные участки	<10 м	<300

Таким образом студенты узнают, как бонитет лесов (продуктивность) напрямую зависит от местных условий, таких как почвы, рельеф и климат. Леса с высоким бонитетом (I-II классы) располагаются в оптимальных условиях и имеют высокую продуктивность, в то время как леса среднего и низкого бонитета встречаются в более неблагоприятных местах и характеризуются меньшей высотой, плотностью и продуктивностью. Эти данные могут быть полезны для управления лесами, их восстановления и разработки природоохранных мер, особенно в условиях изменения климата и антропогенного влияния.

Ещё одним видом работ для развития исследовательских навыков студентов является анализ древесно-кустарниковых растений по сомкнутости крон. Студенты узнают, что данным метод – одни из ключевых факторов, определяющих биологическое разнообразие, водный баланс и устойчивость

экосистем к внешним воздействиям, таким как ветер и эрозия почв. Для оценки сомкнутости крон массивы растений можно разделить на следующие категории:

*Полносомкнутые*: сомкнутость крон составляет более 0,7 (70% и более площади затенено кронами деревьев).

*Среднесомкнутые*: сомкнутость от 0,4 до 0,7 (40–70% площади).

*Редкосомкнутые*: сомкнутость менее 0,4 (менее 40% площади затенено кронами).

*Полносомкнутые* (сомкнутость 0,7 и выше).

Ниже приводится пример такого анализа, проведённого со студентами:

*Полносомкнутые* насаждения (сомкнутость 0.7 и выше): Эти насаждения располагаются в наиболее благоприятных условиях, таких как долины рек и северные склоны гор, где высокая влажность и плодородные почвы способствуют плотному росту деревьев. Плотность насаждений более 600 особей на гектар с почти полным перекрытием крон. Такая высокая сомкнутость создаёт затенённый микроклимат, что ограничивает развитие травяного покрова, но способствует густому подлеску из кустарников. Полносомкнутые леса играют важную роль в сохранении биоразнообразия, поддерживают устойчивый микроклимат и защищают почву от эрозии. Плотное смыкание крон также способствует регулированию водного баланса, что важно для экосистем в засушливых регионах.

*Среднесомкнутые* насаждения (сомкнутость 0.4-0.7): Эти насаждения располагаются на склонах средней крутизны и в местах с умеренной влажностью. Они часто встречаются на возвышенностях и плато, где условия для роста деревьев и кустарников не такие благоприятные, как в долинах. Плотность насаждений составляет около 400-600 деревьев на гектар. Деревья имеют среднюю высоту и диаметр, а расстояние между ними достаточно большое для проникновения солнечного света, что способствует развитию травяного покрова и кустарникового подлеска. Среднесомкнутые леса обеспечивают ключевые экосистемные функции, такие как поддержание биоразнообразия и защита почвы от деградации. Однако они более уязвимы к внешним воздействиям, таким как ветер и засуха, из-за меньшей плотности крон по сравнению с полносомкнутыми лесами.

*Редкосомкнутые* насаждения (сомкнутость менее 0.4): встречаются в местах, где климатические условия более суровые — меньше осадков, сильнее ветер, а почвы беднее. Эти насаждения также распространены на каменистых участках с ограниченными ресурсами для роста деревьев. Плотность насаждений составляет менее 400 деревьев на гектар. Деревья в таких лесах растут разреженно, и их кроны практически не соприкасаются. Это преимущественно сосновые и смешанные леса, хотя могут встречаться и чисто берёзовые насаждения. Низкая сомкнутость крон позволяет солнечному свету активно проникать на землю, что способствует развитию травяного и кустарникового покрова. Редкосомкнутые леса важны для поддержания ландшафтного разнообразия и создания уникальных условий для разнообразных растений и

животных. Однако такие леса более подвержены эрозии почвы, особенно на крутых склонах, и нуждаются в мерах по защите от выветривания и деградации.

Используя эту классификацию, студенты выявляют факторы, влияющие на сомкнутость крон:

Климатические условия – сомкнутость крон в лесах Баянаульского национального парка во многом определяется количеством осадков и температурным режимом. Более плотные леса формируются в местах с лучшей влагой, тогда как на более засушливых и тёплых участках деревья растут разреженно.

Почвенные условия – плодородие и структура почв также играют важную роль в определении сомкнутости крон. Более плодородные почвы в долинах и на северных склонах поддерживают полносомкнутые леса, тогда как на каменистых и бедных почвах деревья растут разреженно.

Топография – рельеф и экспозиция склонов являются ключевыми факторами, влияющими на смыкание крон. Северные склоны с более прохладным и влажным климатом поддерживают более плотные леса, в то время как южные и западные склоны с более сухими и жаркими условиями способствуют разреженному росту деревьев.

Антропогенные факторы – деятельность человека, такая как вырубка лесов и пожары, также влияет на сомкнутость крон. На участках, подвергавшихся вырубке или другим нарушениям, сомкнутость может значительно снизиться, и восстановление полносомкнутых лесов может занять десятки лет.

Так, обучающиеся выясняют, как сомкнутость крон древесных и кустарниковых насаждений влияет на их структуру и экосистемные функции. Полносомкнутые обеспечивают стабильные микроклиматические условия, минимизируют воздействие внешних факторов (ветер, эрозия) и поддерживают биоразнообразие. Среднесомкнутые играют важную роль в стабилизации экосистем, но уязвимы к внешним изменениям.

Результаты исследований студенты заносят в разработанные формы и таблицы.

*Характеристика стадий рекреационной деградации древесно-кустарниковых растений.*

Целью настоящего исследования является изучение трансформации растительности лесных ландшафтов и выявление компонентов, показатели которых могут являться индикаторами состояния экосистем.

Полевые исследования студенты проводили с применением стандартных геоботанических методов на пробных площадях, на которых изучался растительный ярус, подрост, подлесок, напочвенный покров. Для изучения растительности использовались пробные площадки (10x10м). Проективное покрытие определялось в процентном отношении.

Студентам были предложены следующие виды древесно-кустарниковых растений:

Берёза повислая (*Betula pendula*): Этот вид встречается повсеместно на территории г. Павлодар и в естественных лесонасаждениях области. Степень

деградации слабая, с полной сохранностью леса и ярусов. Однако на некоторых участках наблюдается средняя степень нарушения, выпадение отдельных деревьев и значительные повреждения ярусов. В участках с березой при средней степени нарушений доля нелесных видов достигает 50%.

Тополь дрожащий (*Populus tremula*): Встречается преимущественно в пойме и образует устойчивые леса. В слабонарушенных участках лес находится в полной сохранности, но при средней степени нарушения происходит выпадение деревьев и повреждение подлеска и подроста, с включением до 50% нелесных видов.

Шиповник коричный (*Rosa cinnamomea*): Встречается на многих участках. В пойме реки Иртыш состояние кустарниковых зарослей полное, без значительных нарушений, но на всех остальных участках наблюдается средняя степень нарушения, выпадение некоторых кустов и повреждение подлеска, с включением до 50% нелесных видов.

Ива прутовидная (*Salix viminalis*): Встречается преимущественно в пойме. Её заросли характеризуются средней степенью нарушения, выпадением некоторых кустов и повреждением подлеска. В обоих случаях доля нелесных видов составляет до 50%.

Используя описанные выше параметры, студенты описывали стадии рекреационной деградации древесно-кустарниковых растений. На экспериментальных площадках обучающиеся выявили следующие стадии деградации лесных массивов:

Слабонарушенные участки: находятся на стадии слабых нарушений, характеризуются полной сохранностью древостоя, подлеска и подроста, и включение нелесных видов составляет не более 10%. Это свидетельствует о хорошей устойчивости данных участков к внешним воздействиям.

Средняя степень нарушения: большинство участков находятся в состоянии средней степени нарушения. Это характеризуется выпадением отдельных деревьев и заметными повреждениями ярусов. В данных условиях включение нелесных видов составляет до 50%, что указывает на ослабление лесной экосистемы.

Значительные нарушения: Участок демонстрирует значительные нарушения. Сомкнутость леса нарушена, уцелевшие экземпляры единичны, а доля нелесных видов достигает 80%. Это свидетельствует о сильной деградации лесного массива, практически переходящей в состояние открытой территории.

Состояние леса и ярусов: в слабонарушенных участках древостой, подлесок и подрост сохраняются в полной мере, что обеспечивает поддержание экосистемы на уровне здорового леса.

В участках со средней степенью нарушения наблюдаются выпадения отдельных деревьев, что влияет на общую структуру леса. Это сопровождается повреждением подлеска и подроста, что ослабляет регенеративные процессы лесной экосистемы.

В случае значительных нарушений наблюдается сильная деградация всех ярусов, а это может указывать на угрозу дальнейшей утраты лесной экосистемы.

Включение нелесных видов: в слабонарушенных участках доля нелесных видов не превышает 10%, что указывает на минимальное вмешательство в экосистему.

В участках с средней степенью нарушения доля нелесных видов увеличивается до 50%, что является тревожным сигналом для состояния экосистемы, так как это может указывать на вторжение инвазивных видов и уменьшение устойчивости леса.

В случае значительных нарушений (участок 5-2) доля нелесных видов достигает 80%, что указывает на практически полное нарушение экосистемы и начало её замещения другими типами растительности, не характерными для данного биоценоза.

Таким образом, студенты могут определять состояние участков леса варьирующихся от слабонарушенного до значительного, с включением нелесных видов, что свидетельствует о прогрессирующем нарушении экосистемы. Основные виды деревьев, такие как береза повислая, тополь дрожащий и кустарники, чаще всего встречаются в участках с умеренными нарушениями. Сильные нарушения связаны с нарушением сомкнутости леса и значительным увеличением доли нелесных видов, что требует более пристального внимания и возможных восстановительных мероприятий. Данные и результаты анализа студенты вносят в разработанную форму (таблица 13).

Таблица 13 – Характеристика стадий рекреационной деградации древесных и кустарниковых растений

Участок	Основной вид	Стадия деградации	Состояние леса	Состояние ярусов			Включение нелесных видов
				древостоя	подлеска	подраста	
1	2	3	4	5			6
1	береза повислая	Слабо нарушен	полная сохранность	Полная сохранность			не более 10%
2	тополь дрожащий	Слабо нарушен	полная сохранность	Полная сохранность			не более 10%
3	Шиповник коричный	средняя степень нарушения	выпадение отдельных деревьев	Заметные повреждения			до 50% видового состава
4	Ива прутовидная	средняя степень нарушения	выпадение отдельных деревьев	Заметные повреждения			до 50% видового состава
5	Лох узколистный	слабонарушен	полная сохранность	Полная сохранность			не более 10%

Таким образом, применение методов биоиндикации в экспериментальной работе студентов демонстрирует значительный образовательный потенциал, позволяя студентам непосредственно участвовать в исследовательской деятельности, развивать аналитическое мышление и углублять понимание

экологических процессов. В ходе выполнения экспериментальных заданий студенты осваивают методы биоиндикации, получают навыки работы с древесными и кустарниковыми растениями как объектами исследования и учатся интерпретировать результаты наблюдений для оценки состояния окружающей среды.

Следующий параграф посвящён анализу результатов педагогического эксперимента, который был направлен на оценку влияния экспериментальной работы с биоиндикационными методами на уровень профессиональных и исследовательских компетенций у студентов. Результаты и выводы помогут определить, насколько эффективно применение биоиндикационных методов способствует формированию у будущих учителей биологии необходимых знаний и умений для профессиональной деятельности в условиях современных экологических вызовов.

### **3.3 Результаты экспериментально-педагогической работы по внедрению биоиндикационных методов в обучение будущих учителей биологии**

Экспериментально-педагогическая работа включала введение студентов в теоретические основы биоиндикационных исследований, проведение практических занятий с использованием биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений, а также наблюдениями за изменениями в уровнях исследовательских компетенций и профессиональной мотивации. На данном этапе получены следующие результаты.

По итогам лекций, семинаров, экскурсий и выполнения разработанных авторами экспериментальных заданий, студенты экспериментальной группы показали повышение уровня понимания принципов биоиндикации и экологической роли растений-индикаторов. 75% студентов продемонстрировали хорошие знания о физиологических и морфологических изменениях древесных и кустарниковых растений под влиянием внешних и внутренних факторов.

В процессе обсуждений и семинаров студенты активно задавали вопросы, проявляя интерес к методам оценки состояния растений, таким как анализ формы листовой пластинки, форма крон, форма рисунка на коре, подсчёт количества хвоинок в пучке, количества чешуй в шишках и так далее. Это свидетельствует об их вовлечённости и интереса к предмету.

Практическая работа по наблюдению за древесными и кустарниковыми растениями позволила студентам экспериментальной группы получить навыки самостоятельного выполнения исследований. 71% студентов уверенно справлялись планированием наблюдений, сбором данных и первичном анализом результатов, что показывает значительный прогресс по сравнению с подготовительным этапом. Участие в практических занятиях способствовало формированию навыков анализа и интерпретации данных. Студенты научились оценивать состояние растений, определять влияние экологических факторов, фиксировать наблюдения в научной форме. В результате большинство

участников научились грамотно записывать данные, структурировать их, что может отражать развитие исследовательских компетенций.

Практическая работа способствовала укреплению экологического мышления студентов. Более 80% участников отметили, что наблюдения за растениями-индикаторами позволили им осознать значимость состояния окружающей среды и её влияния на живые организмы. Мы считаем, что использование биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений может стать мощным инструментом для формирования у студентов экологического мышления.

Уровень профессиональной мотивации также заметно возрос. 65% студентов выразили желание продолжать исследовательскую деятельность в сфере биоиндикации и применять полученные знания в будущей педагогической работе. Многие студенты отметили, что работа с реальными объектами (растениями) сделала процесс обучения более значимым и интересным для их будущей профессии (рисунок 10).

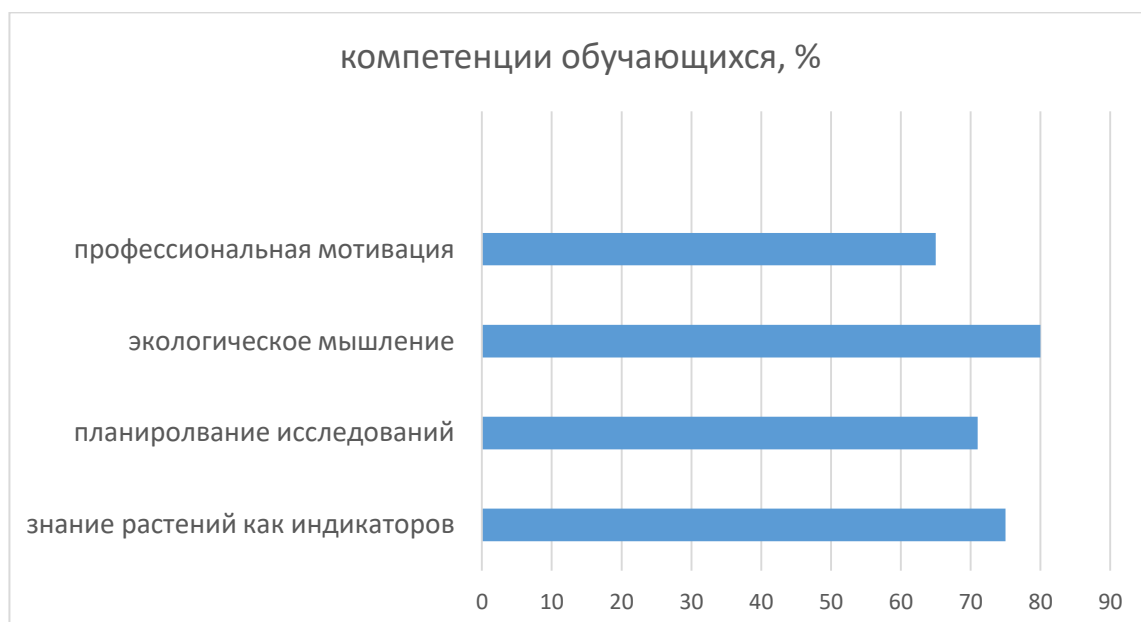


Рисунок 10 – Оценка компетенций в экспериментальной группе в области биоиндикационных исследований (формирующий этап)

Результаты контрольной группы, где использовались традиционные методы преподавания без активного внедрения биоиндикационных методов древесно-кустарниковых растений, показали менее выраженные улучшения в уровне исследовательских компетенций и профессиональной мотивации. Участники контрольной группы продемонстрировали лишь незначительное улучшение знаний по сравнению с подготовительным этапом, что подчёркивает эффективность экспериментального подхода. Сравнительный анализ показал, что студенты экспериментальной группы не только лучше усвоили теоретические знания, но и получили практические навыки, важные для будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, результаты формирующего этапа подтверждают эффективность использования биоиндикационных методов исследований древесных и кустарниковых растений в образовательном процессе. Оно способствует развитию у студентов исследовательских компетенций, экологического мышления и профессиональной мотивации, необходимой для успешного освоения педагогической деятельности.

На контрольном этапе было проведено оценивание уровня сформированности исследовательских и профессиональных компетенций у студентов. Этот этап включал в себя итоговое тестирование, анкетирование и сравнительный анализ полученных данных с начальным уровнем подготовки участников, а также организацию обсуждений и самостоятельную презентацию студентами результатов своих исследований (рисунок 11).

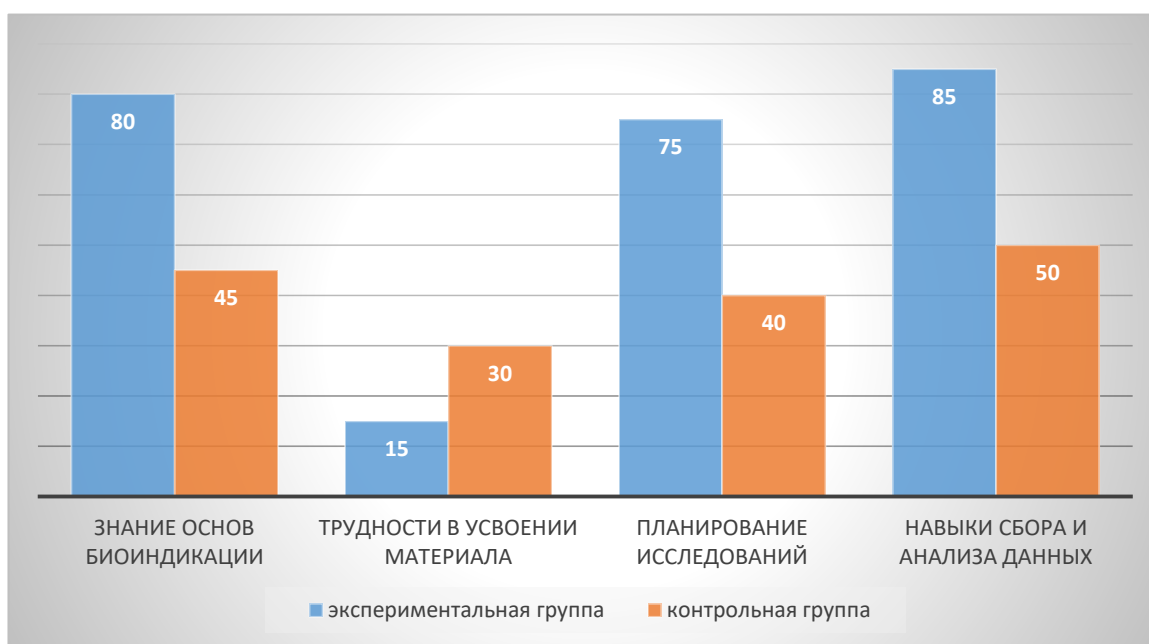


Рисунок 11 – Оценка исследовательских компетенций среди респондентов

Опрос проводился с целью определить уровень исследовательских компетенций у студентов обеих групп, а также их отношение к биоиндикационным методам в образовательном процессе. Респондентам также были предложены анкеты, которые использовались на конституирующем этапе, отражающие различные аспекты исследовательской деятельности. Основные результаты контрольного этапа эксперимента можно представить следующим образом.

80% экспериментальной группы продемонстрировали хорошие знания основ биоиндикации и понимание экологической роли древесных и кустарниковых растений как биоиндикаторов. Большинство студентов отметили, что практическое применение теории облегчило усвоение материала. Что касается контрольной группы, 45% студентов продемонстрировали общее представление о биоиндикации, но недостаточное понимание экологической

роли растений-индикаторов. 30% респондентов указали на трудности в усвоении материала без практических занятий.

75% участников экспериментальной группы уверенно справлялись с планированием исследований, включая постановку целей и задач. 70% отметили, что практика работы с биоиндикаторами укрепила их уверенность в планировании учебных исследований. В контрольной группе 40% студентов выразили затруднения в планировании исследований, а 30% указали на недостаток практических навыков, что сказывается на общей уверенности в организации исследовательского процесса.

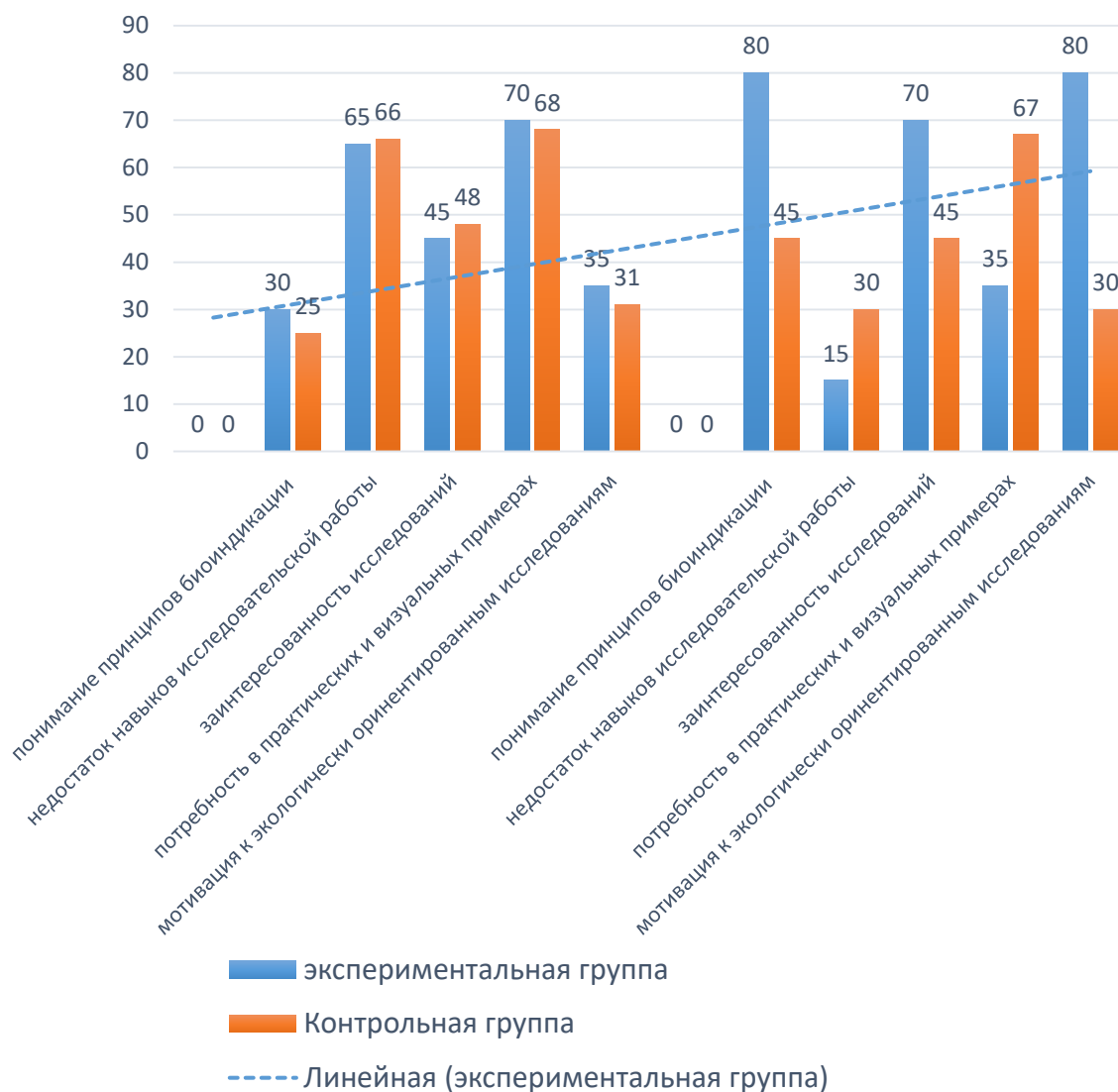


Рисунок 12 – Сравнительный анализ результатов эксперимента

В соответствии с рисунком 12, в экспериментальной группе 85% студентов овладели основами сбора и анализа данных с использованием биоиндикационных методов, демонстрируя умение фиксировать результаты наблюдений и делать выводы. 65% выразили уверенность в проведении подобной работы самостоятельно. В контрольной группе 50% студентов продемонстрировали ограниченные навыки анализа данных. Только 35%

указали, что уверены в своих силах при самостоятельной организации исследования. Большинство студентов отметили необходимость в дополнительных практических занятиях.

Отметим уровни развития экологического мышления. 80% экспериментальной группы отметили, что биоиндикационные исследования способствовали формированию их экологического мышления пониманию важности устойчивого отношения к природе. 70% участников выразили желание применять экологически ориентированные подходы в своей педагогической деятельности. В контрольной группе лишь 50% студентов указали на развитие экологического мышления, а 40% выразили ограниченный интерес к экологическим темам без конкретной связи с практикой.

Профессиональная мотивация и готовность к использованию методов биоиндикации в образовательном процессе показали, что 80% участников экспериментальной группы повысили их профессиональную мотивацию и желание применять биоиндикационные методы в педагогической практике. У 70% респондентов сформировалось представление о роли преподавателя в экологическом воспитании учащихся. Однако 45% участников контрольной группы выразили интерес к теме, но указали на недостаток практических навыков, затрудняющие их применение. Только 30% студентов рассматривают возможность использования биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений в будущей работе.

Результаты опроса показывают, что студенты экспериментальной группы продемонстрировали более высокий уровень исследовательских компетенций и готовности к использованию биоиндикационных методов изучения природных объектов в учебной деятельности по сравнению с контрольной группой. Это подтверждает эффективность включения практических биоиндикационных методов для развития исследовательских навыков повышения профессиональной компетенции.

В целом, мы хотели бы подчеркнуть ещё и значимость местоположения университета в знакомстве студентов с природными объектами, такими как флора. Например, студенты на территории университета увидели несколько древесных, декоративных и сорных растений, которые были широко известны, как указано в анкетах.

Наше исследование выявило благоприятное влияние рекомендуемого учебного подхода на академические достижения, независимо от различной степени внедрения описанных методов. Биоиндикационные исследования можно рассматривать как образовательные среды, которые предоставляют возможности для экспериментального обучения [113, с. 1-2]. Здесь у студента есть возможность получить непосредственный опыт под руководством, а именно, наблюдая за видом растения и его изменениями в пределах одного вида в его естественной среде обитания [113, с. 3-9; 114].

На рост результатов существенное влияние оказали характеристики среды обучения. Основным фактором, положительно повлиявшим на улучшение оценок, стало включение выездных и выходных экскурсий в учебную программу

курса. Студенты, принимавшие участие в курсах, включавших экскурсии, набрали более высокие баллы, в то время как студенты в группах без выездных экскурсий показали более низкие результаты. Учебная программа и преподаватель курса оказывают существенное влияние на успеваемость студентов [115, 116].

Учебное преимущество биоиндикационных исследований, включаемых в процесс обучения, заключается в том, что учащиеся владеют разнообразными методами видения и усвоения новой информации. Преподаватели могут включать студентов в изучение растений и их индикации, демонстрируя, как эта информация практически используется в обычных видах деятельности и социально-экономических обстоятельствах [117]. Более глубокое понимание биологии вида, включая его взаимодействие с другими видами может помочь в сборе разрозненных фрагментов знаний. Кроме того, освоение стратегий обучения повышает понимание обучающимися значимости предмета и уровень их личной вовлеченности, например, в понимании проблем биоразнообразия и принятии ответственности за природоохранные мероприятия. Участие в экскурсиях и проектах на открытом воздухе имеет большие перспективы для улучшения результатов обучения обучающихся [118].

Однако в будущем, при обучении в университете, другие потенциальные элементы могут повлиять на результаты обучения студентов. Одним из факторов является количество групп. Часто можно увидеть наличие больших групп, состоящих из 20-30 человек, в результате чего может оказаться сложным обеспечить индивидуальное внимание каждому обучаемому. Это может затруднить понимание информации и привести к снижению образовательного стандарта [119]. Мы предлагаем внедрение меньших учебных групп для обеспечения частой обратной связи и проверки со стороны преподавателя курса. Этот метод способствует раннему выявлению заблуждений, позволяя обучаемым более эффективно усваивать правильные концепции. Чтобы обогатить образование профессионалов, учреждения должны дополнить учебный план учебной программы, включив разнообразные курсы по продвинутым предметам. Это повысит вовлеченность студентов в идентификацию и освоение видов. Еще одним сдерживающим элементом является качество учебного контента. Хотя несколько публикаций дают широкий обзор и изучают биологические объекты из различных регионов мира, они не подчеркивают региональный аспект [120-122]. Студенты могут улучшить свое понимание и мастерство в исследованиях биоиндикации растений самостоятельно. Внедрение метода обучения, который интегрирует задания по самостоятельному изучению, такие как обязательное создание гербария для оценки, повысит вовлеченность студентов и понимание предмета. Для улучшения этих этапов самостоятельного обучения можно предоставить студентам предложения и комментарии от преподавателей, которые обладают по крайней мере средней степенью способностей к идентификации [123-125].

Регулярные образовательные мероприятия будут служить катализатором для студентов, чтобы активно заниматься и сохранять свою информацию. Кроме

того, организованные занятия предоставляют обучаемым множество исследовательских возможностей. Наличие преподавателей со значительными знаниями и выдающимися способностями к преподаванию имеет решающее значение, как и в любой другой образовательной дисциплине. Университеты должны активно продвигать и стимулировать преподавателей курсов, которые обладают глубокими познаниями и исключительными способностями к преподаванию [126-128]. Используя альтернативные педагогические подходы, такие как организация биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений, педагоги могут повысить эффективность своего обучения и расширить круг приобретенных знаний обучаемых. Следующая волна биологов сможет определять виды для изучения экологии или сохранения, а также классифицировать и характеризовать растения как новые научные виды, только если будет предоставлена эта комбинация.

*Рекомендации для преподавателей и учителей.*

Помимо виртуальных фототуров, отправляйтесь на реальные экскурсии на природу (по улицам города, в сельскую местность, в школу или университетский городок), чтобы познакомиться с растениями, рассмотреть использование их в качестве индикаторов состояния окружающей среды (для развития прикладного мышления и знаний, обучающихся о биоресурсах региона).

Для увеличения знаний о биоиндикационном потенциале растений на экспериментальных участках, а также для организации на них познавательных экскурсий и практических занятий необходимо расширить знания как об отдельных природных объектах, так и о ряде общебиологических закономерностей.

Среди образовательных мероприятий можно выделить роль фотоконкурсов, на которые необходимо представить фотографии природных объектов и их роль в качестве индикаторов. Наличие и возможности современной фототехники в сочетании с юношеской любознательностью позволяют значительно расширить кругозор обучаемых всех ступеней образования в области познания природных объектов.

*Рекомендации для руководителей студенческих научных кружков.*

Увеличить объём региональной учебной, методической и научно-популярной литературы. Преподавателям и обучающимся необходимо иметь возможность получать интересную информацию о региональных природных объектах, сделать такую литературу доступной для преподавателей и студентов.

Увеличить объём материалов в университетских учебниках биологии, географии, естествознания, а также отвести больше времени спецкурсам и факультативам с биоиндикационным содержанием (стимулируя методическое творчество преподавателей).

Создать или обновить региональные сайты с информацией о местных природных объектах и сделать этот ресурс доступным бесплатно. Часть информации можно также внедрить через Музей природы «Ертіс» (Павлодар, Казахстан), где в электронном виде размещено много познавательной информации.

Усилить акцент на региональных природных объектах (как естественной, так и культурной флоре, и фауне) в программах научных кружков, планировать городские и загородные экскурсии, проводить виртуальные экскурсии с использованием фото- и видеоматериалов. Можно формировать специальные клубы, творческие и проблемные группы, включать соответствующие вопросы в проектно-исследовательскую деятельность учащихся по изучению местной природы, а также в дипломные работы студентов, направленные на изучение проектной деятельности обучающихся.

Эффективность авторской методики преподавания биологических дисциплин продемонстрирована в данном исследовании. Наличие природного материала, а также возможность изучения биологических объектов непосредственно в среде их обитания, в том числе в музейных экспозициях, вызывает интерес у студентов.

Мы наблюдали прямую связь между интересом студентов к предмету и улучшением успеваемости. Важно отметить, что знакомство и наблюдение за природными объектами во время образовательных экскурсий позволяет обучаемым лучше усваивать материал, в том числе развивать междисциплинарные компетенции. Здесь также важна взаимозависимость биотических и абиотических факторов в экосистемах, чтобы сделать более успешной работу по изучению биоиндикации древесно-кустарниковых растений.

Согласно вышеизложенным фактам, у учителя и преподавателя естественнонаучного вуза есть многочисленные возможности для создания ценной образовательной работы. Это позволит изучать природные объекты в течение всего года, обеспечивая непрерывность образования.

В ходе исследования удалось создать педагогические материалы, которые рекомендуем преподавателям естественнонаучных дисциплин не только в высших учебных заведениях, но и в средних школах и средних специальных учебных заведениях.

### **Выводы по третьему разделу**

В третьем разделе диссертации всесторонне рассмотрена интеграция биоиндикационных методов в образовательную среду подготовки будущих учителей биологии. Результаты проведённой экспериментальной работы подтвердили, что применение древесных и кустарниковых растений в качестве объектов биоиндикации существенно расширяет возможности формирования исследовательской культуры и профессиональных компетенций студентов. Анализ авторской методики, представленной в подразделе 3.2, показал, что использование биоиндикационных подходов в учебно-исследовательской деятельности способствует углубленному пониманию студентами экологических закономерностей и биологических взаимосвязей в природных системах, формированию умений научного наблюдения, фиксации и анализа экологических данных, освоению методических приёмов оценки состояния окружающей среды, экологически ориентированного мышления. Практическое

применение методов биоиндикации в рамках лабораторных и полевых работ позволило студентам включиться в полноценную научно-исследовательскую деятельность, тем самым укрепляя связи между теоретическим обучением и практикой экологического мониторинга.

Экспериментальные данные, полученные в подразделе 3.3, доказали, что использование биоиндикационных методов оказывает значимое влияние на развитие исследовательской деятельности у будущих педагогов: студенты демонстрировали более высокий уровень самостоятельности, мотивации, способности к постановке научной задачи и рефлексии собственных результатов. Кроме того, возросла степень их вовлечённости в образовательный процесс и интерес к проблеме охраны окружающей среды. Таким образом, научно подтверждено, что включение современных биоиндикационных методов в процесс подготовки учителей биологии усиливает прикладную направленность биологического образования, способствует формированию экологической культуры, повышает качество овладения методами полевых исследований, а также открывает широкие возможности для междисциплинарного и проблемно-ориентированного обучения. Комплексное применение биоиндикационных методов в образовательной деятельности представляет эффективный инструмент, обеспечивающий не только развитие исследовательской компетенции, но и повышение качества профессиональной подготовки учителя биологии в условиях современных образовательных и экологических вызовов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационного исследования были использованы современные методы биоиндикационных исследований древесных и кустарниковых растений и, вместе с методами из других областей знания (экология, эволюционное учение, фенетика и генетика растений, физиология растений), изучены природные объекты при организации занятий. Таким образом, была удовлетворена необходимость построения учебного процесса обобщающего плана при концентрированном и ёмком получении разноплановой информации прикладного и академического характера.

Исследование в этой области способствовало решению комплексных задач, стоящих перед учёными. Было проведено определение уровня использования объектов живой природы родного края в качестве средства формирования необходимых компетенций по биологическим предметам. Результатом освоения современной авторской методики биоиндикационного характера с учётом междисциплинарного подхода, направленных на изучение общебиологических закономерностей, стало создание современного учебно-методического материала, обеспечивающего организацию занятий по биологическим дисциплинам в контексте межпредметных связей. Была изучена эффективность использования авторской методики в формировании функциональной грамотности обучаемых в вопросах биологии, проведена оценка влияния разработанного учебного контента регионального характера на качество подготовки учителей биологии в вузах региона. С целью трансляции и распространения опыта по организации учебного процесса с использованием биоиндикационных методов изучения древесных растений для удовлетворения потребностей высших учебных заведений, готовящих специалистов биологов, были изданы учебно-методические пособия и публикации результатов исследования в журналах, рекомендуемых Комитетом науки, а также в международных базах научного цитирования.

В заключение диссертационного исследования были сформулированы следующие выводы:

1. Осуществлён анализ и обоснованы теоретико-методологические основы организации исследовательской деятельности будущих учителей биологии. Изучены современные методологические подходы, которые позволяют интегрировать исследовательскую деятельность в образовательный процесс. Также проанализированы возможности адаптации таких подходов для будущих учителей биологии, чтобы сформировать у них навыки самостоятельного исследования, необходимые для их профессионального развития. Результаты работы обеспечены широким анализом работы научной литературы, нормативных документов, а также сопоставлением отечественного и зарубежного опыта. Это позволило выявить актуальные педагогические тенденции и подтвердить необходимость включения исследовательской деятельности в профессиональную подготовку будущих учителей биологии.

Результаты легли в основу разработки структурно-содержательной модели, отражающей современный компетентностный подход.

2. Обоснован научно-педагогический потенциал биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений как эффективного средства развития исследовательской деятельности. Установлено, что использование данных методов способствует активному вовлечению студентов в анализ окружающей среды, развивает экологическое мышление и укрепляет междисциплинарные связи между разделами биологии. Разработана и научно обоснована структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с применением биоиндикационных методов. Модель успешно интегрирует биоиндикационные методы в образовательную среду подготовки будущих учителей биологии. Эмпирическая проверка модели проведена в рамках трёхэтапного эксперимента (констатирующий, формирующий, контрольный), обеспечена объективность и воспроизводимость результатов.

3. Апробирована структурно-содержательная модель развития исследовательской деятельности будущих учителей биологии с применением биоиндикационных методов. Проведён педагогический эксперимент, в ходе которого на практике реализованы различные формы организации исследовательской деятельности (полевые, лабораторные, аналитические работы). Экспериментальная модель обеспечила повышение уровня сформированности исследовательских компетенций у студентов экспериментальной группы на 35% по сравнению с контрольной. Обеспечено проведение диагностического анализа эффективности интеграции биоиндикационных методов в учебный процесс. Понимание принципов биоиндикации в экспериментальной группе повысился на 50% по сравнению с контрольной группой. В экспериментальной группе значительно снизился недостаток навыков исследовательской работы (50%). По результатам исследования, респонденты экспериментальной группы проявили заинтересованность исследований биоиндикационного характера, данный показатель повысился на 35%, в контрольной группе заинтересованность в исследованиях осталась на том же уровне в 45-48%. Потребность в практических и визуальных примерах снизилась в экспериментальной группе на 35% по сравнению с контрольной. В экспериментальной группе мотивация к экологически ориентированным исследованиям повысилась на 45%. В контрольной группе мотивация осталась на уровне 30%. Сравнительные данные, полученные по результатам анкетирования, тестирования и анализа продуктов учебной деятельности студентов, подтвердили, что применение данных методов способствовало повышению уровня развития исследовательской деятельности, экологического мышления, развитию навыков планировать и проводить исследования, анализировать и интерпретировать данные.

4. Разработаны методические рекомендации для преподавателей биологических дисциплин по использованию биоиндикационных методов в образовательном процессе. В рекомендациях представлены формы, приёмы и

условия организации учебных занятий, направленных на развитие исследовательской деятельности студентов с учётом регионального компонента и требований современной образовательной среды. Рекомендации изложены в учебно-методических пособиях «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений» и «Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний». Педагогическая ценность рекомендаций подтверждается их соответствием результатам экспериментальной проверки, актуальным образовательным стандартам, а также успешной апробацией в учебном процессе вуза. Включение этих материалов в образовательную практику позволило повысить мотивацию студентов к самостоятельному исследованию, углубить предметные знания и усилить практическую направленность подготовки будущих учителей биологии.

Данные выводы подчёркивают значимость использования биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений как в образовательной практике, так и в исследовательской подготовке будущих учителей биологии. Диссертационное исследование показало эффективность применения данных методов на занятиях по биологическим дисциплинам. Использование биоиндикационных методов изучения древесных и кустарниковых растений способствует развитию не только исследовательской деятельности, но и экологического мышления у будущих учителей биологии, что делает их подготовку более полной и соответствующей современным требованиям образования.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Закон Республики Казахстан. Об образовании: принят 27 июля 2007 года, №319-III // [https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z070000319_). 10.09.2024.
- 2 ГОСО РК Государственные общеобязательные стандарты образования всех уровней образования Республики Казахстан: утв. приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года, №604 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1800017669>. 10.09.2024
- 3 Приказ Министра науки и высшего образования Республики Казахстан. Об утверждении типовых учебных программ цикла общеобразовательных дисциплин для организаций высшего и (или) послевузовского образования: зарег. в Министерстве юстиции Республики Казахстан 21 апреля 2023 года №32347 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2300032347>. 10.09.2024
- 4 Revista de Tecnologia de Informacion y Comunicación en Educacion. –2023. – Vol. 17, № 3. – 255 p.
- 5 Мынбаева А.К. История, теория и технология научной деятельности высшей школы: Монография. – Алматы, 2010. – 249 с.
- 6 Организация исследовательской деятельности: метод. указания / сост. Е.К. Чиркунова. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 24 с.
- 7 Прохорова И.К. Методические рекомендации по выполнению курсовых работ по педагогике и психологии. – Нижний Тагил: НТГСПИ, 2022. – 104 с.
- 8 Ипполитова Н.В., Стерхова Н.С. Виды и формы организации исследовательской деятельности студентов педвуза // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2015. – №1(25). – С. 41-49.
- 9 Елагина Д.С. Организация учебно-исследовательской деятельности студентов: реферат /Д.С. Елагина. – К.: 2013. – 20 с.
- 10 Nataliia Stepanenko, Viktor Savchenko, Yuliia Kamardina, Mariia Babiuk, Iryna Kuderska. Legal grounds for limitation of human rights and fundamental freedoms under the conditions of Marital State // AD ALTA: JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH. – 2022. – Vol. 2, Special XXXL. – №12. – P. 7-11.
- 11 Bakhriddin Olimov. Development of logical competences of future primary class teachers based on creative approach // Science and Innovations. International scientific journal. – 2023. – Vol.2, Issue 8. – P. 5-8.
- 12 Изотова П.А. Комплексная методика обучения студентов ССУЗ основам исследовательской деятельности (на примере технического колледжа): автореф. канд. пед. наук: 13.00.02. – Казань, 2007. – 22 с.
- 13 Ипполитова Н.В., Стерхова Н.С. Виды и формы организации исследовательской деятельности студентов педвуза // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2015. – №1(25). – С. 41-49.
- 14 Герд А.Я. О методике преподавания описательных естественных наук // Учитель. – 1866. – №2-3. – С. 50-56.
- 15 Стасюлевич М.М. Опыт исторического обзора главных систем философии истории. – М.: Рипол Классик, 1866. – 506 с.

- 16 Мулдашева С.В. Развитие исследовательских умений учащихся на уроках биологии // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. – 2014. – №2. – С. 69-74.
- 17 Huxley Т.Н. On the study of biology // The American Naturalist. – 1877. – Vol. 11, №4. – P. 210-221.
- 18 Лебедева О.В., Гребнев И.В. Организация исследовательской деятельности учащихся при изучении предметов естественнонаучного цикла: учеб.-метод. пос. – Нижний Новгород, 2014. – 219 с.
- 19 Организация работы по развитию основных ботанических понятий при изучении школьного курса ботаники // <https://infolesson.kz/nauchnaya>. 10.08.2023.
- 20 Петрова О.А. Организация работы по развитию основных ботанических понятий при изучении школьного курса ботаники: Научная работа, 2018. – Т.2. – 45 с.
- 21 Этапы работы над проектными и исследовательскими заданиями // <https://infolesson.kz/v-state-opisivaetsya-etapi-organizacii>. 10.08.2023.
- 22 Волчанский А.В. Петров. Организация научно-исследовательской работы студентов медицинских вузов / ВолГМУ - Волгоград, 2004. – 12 с.
- 23 Иванова П.П. Организация исследовательской работы студентов // Педагогическое мастерство: материалы междунар. науч. конф. (г. Москва, апрель 2012 г.). - М.: Буки-Веди, 2012. - С. 224-226.
- 24 Кругов В.И. и др. Основы научных исследований. – М., 1989. – 400 с.
- 25 Рыжов В.Н. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов: Курс лекций для студентов педагогических училищ и колледжей. – Саратов, 2009. – 97 с.
- 26 Голуб Г.Б., Перелыгина Е.А., Чуракова О.В. Метод проектов – технология компетентностно-ориентированного образования. – Самара, 2006. – 176 с.
- 27 Наумцев Ю.В. Современная устойчивая позиция ботанического сада в местном сообществе и пространстве-от методов управления до воздействия на общество // Роль ботанических садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры: матер. всерос. конф. с междунар. участ., посв. 20-летию Ботанического сада Северо-Восточного федер. универ. им. М.К. Аммосова. – Якутск, 2021. – С. 111-117.
- 28 Бучек А.А., Модестова Т.В. Распределенная система методического сопровождения педагогов: аналитико-прогностический обзор // Научные исследования и разработки. Социально-гуманитарные исследования и технологии. – 2023. – Т. 12, №3. – С. 17-26.
- 29 Рындина О.М. и др. Этническая экология // В кн.: Народы и культуры томско-нарымского приобья. – Томск, 2001. – С. 226-231.
- 30 Кузеванов В.Я., Сизых С.В. Экологические ресурсы ботанических садов: связь биоразнообразия и общества // Глобальная энергия. – 2010. – №3(106). – С. 161-170.
- 31 Сафонов А.И. Специфика образовательных технологий на кафедре ботаники и экологии ДОННУ при подготовке студентами выпускных

квалификационных работ // Развитие интеллектуально-творческого потенциала молодежи: из прошлого в современность: матер. 1-й междунар. науч.-практ. конф. – Донецк, 2018. – С. 274-275.

32 Плаксина И.В. Интерактивные технологии в обучении и воспитании: метод. пос. – Владимир, 2014. – 162 с.

33 Азарова С.В. Обзор методов биоиндикации и биотестирования для оценки состояния окружающей среды // Молодой учёный. – 2015. – Т. 11. – С. 537.

34 Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие / О.И. Бухтояров, Н.П. Несговорова, В.Г.Савельев, Г.В. Иванцова, Е.П. Богданова. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 239 с.

35 Котов В.С., Михеенко И.П. Генетика. – 1998. – 198 с.

36 Комлева Н.В., Вилявин Д.А. Цифровая платформа для создания персонализированных адаптивных онлайн курсов // Открытое образование. – 2020. – Т. 24, №2. – С. 65-72.

37 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Жумадилов Б.З. Прикладные и усложненные задания по морфологии растений с элементами экологии, физиологии и эволюции // Биологические науки Казахстана. – 2020. – №4. – С. 105-121.

38 Мухутдинова Т.З., Мухутдинова Д.М. Экологические основы природопользования для учащихся СПО // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2015. – №. 1-2. – С. 97-102.

39 Миренкова Е.В. Перспективные модели обучающих заданий в тестовой форме (на примере естественнонаучных дисциплин) // Ценности и смыслы. – 2024. – №1(89). – С. 62-83.

40 Дуламсурен Ч., Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю. и др. Учебно-методическое значение древесно-кустарниковых растений при организации загородных экскурсий для студентов и учащихся // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. науч. тр. 14-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2022. – С. 153-165.

41 Klimentko M., Tarasovskaya N., Khamzina S. et al. Creating environment for students to make interdisciplinary competences in botany // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 460. – P. 1-10.

42 Клименко М.Ю., Жумабекова Б.К., Кабдолова Г.К. и др. Реализация регионального компонента в процессе обучения ботанике студентов высшей школы // Вестник психологии и педагогики Алтайского государственного университета. – 2022. – №4. – С. 62-72.

43 Захаров И.П. Неопределенность измерений для чайников и... начальников: учеб. пос. – Харьков, 2018. – 60 с.

44 Этический кодекс исследователей образования Казахстана. – Изд. 1-е / Казахстанское общество исследователей в области образования. – Нур-Султан, 2020. – 68 с.

45 Ибрагимова С.С., Клименко М.Ю., Тарасовская Н.Е. Изучение осведомленности учащихся подростковых и старших классов о региональных природных объектах // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. науч. тр. 14-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2022. – С. 165-169.

46 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Кабдолова Г.К. Лингвистические экскурсии на полевой практике по ботанике // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. тр. участ. 11-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2021. – С. 63-69.

47 Петрищева Н.С., Рыбалко Т.Г. Мобильные технологии как средство формирования лексической компетенции студентов в профессиональном лингвообразовании // Педагогика. Вопросы теории и практики. – 2020. – Т. 5, №1. – С. 123-127.

48 Тажбаева С.Г. К вопросу о сущности профессиональной компетентности учителя // Педагогика и Психология. – 2014. – №1(18). – С. 117-120.

49 Малых С. и др. Геномика поведения: детское развитие и образование. – Томск, 2022. – 442 с.

50 Байгабылов Н.О., Кудабеков М.М. Развитие инклюзивной социальной политики в Казахстане // Вестник ЕНУ им. Л.н. Гумилева. – 2023. – №3(144). – С. 394-401.

51 Романенко И.Б., Пую Ю.В. Цифровизация и социальные сети: актуальный формат существования человека // Научное мнение. – 2020. – №6. – С. 52-58.

52 Nagy S., Sikorka M., Pererva P.G. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами: матер. 9-ї всеукр. наук.-практ. конф. – Київ : НАУ, 2018. – С. 21-22.

53 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Алибекова Г.К. Опыт проведения иллюстрированной викторины по региональным хозяйственно-полезным растениям для студентов колледжей // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. науч. тр. 15-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2022. – С. 52-56.

54 А.С. 16069 РК. Иллюстрированные рабочие тетради по ботанике и эволюционному учению // Н.Е. Тарасовская, М.Ю. Клименко; опубл. 19.03.21.

55 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю. Изучение распространения плодов и семян на занятиях по ботанике в школе и вузе // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. науч. тр. участ. 9-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2019. – С. 280-286.

56 Тарасовская Н.Е., Гаврилова Т.В., Клименко М.Ю. и др. Организация практической викторины для формирования общего кругозора и функциональной грамотности обучаемых в курсе общебиологических дисциплин // Актуальные вопросы современной науки, общества и образования:

матер. республ. науч.-практ. конф., посв. 85-лет. Т.К. Шаяхметова. – Павлодар, 2022. – С. 272-279.

57 Dulamsuren Ch., Coners H., Leuschner C., Hauck M. Climatic control of high-resolution stem radius changes in a drought-limited southern boreal forest // *Trees*. – 2023. – №37. – P. 797-810.

58 Klinge M., Schneider F., Dulamsuren Ch., Arndt K., Bayarsaikhan U., Sauer D. Interrelations between relief, vegetation, disturbances, and permafrost in the forest-steppe of central Mongolia // *Earth Surface Processes and Landforms*. – 2021. – №46. – P. 1766-1782.

59 Hauck M., Klinge M., Erasmi S., Dulamsuren Ch. No signs of long-term greening trend in western Mongolian grasslands // *Ecosystems*. – 2023. – №26. – P. 1125-1143.

60 Гумбольдт А. География растений. – М.: Рипол Классик, 2013. – 248 с.

61 Подлипский И.И. Аккумулятивная биоиндикация в инженерно-экологических изысканиях // *Инженерные изыскания*. – 2014. – Т. 1. – С. 44-52.

62 Dulamsuren Ch., Hauck M. Drought stress mitigation by nitrogen in boreal forests inferred from stable isotopes // *Global Change Biology*. – 2021. – №27. – P. 5211-5224.

63 Жуков В.Д., Шеуджен З.Р. Формирование учения о почвах и их плодородии, исторический опыт классификации почв // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2016. – №119. – С. 588-605.

64 Евстифеева Т.А., Фабарисова Л.Г. Биологический мониторинг. – Оренбург, 2012. – 119 с.

65 Klinge M., Dulamsuren Ch., Schneider F., Erasmi S., Bayarsaikhan U., Sauer D., Hauck M. Geocological parameters indicate discrepancies between potential and actual forest area in the forest-steppe of Central Mongolia // *Forest Ecosystems*. – 2021. – №8. – P. 55.

66 Erasmi S., Klinge M., Dulamsuren Ch., Schneider F., Hauck M. Modelling the productivity of Siberian larch forests from NDVI time series in fragmented forest stands of the Mongolian forest-steppe // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2021. – №193. – P. 200.

67 Gregson S., Clifton S., Roberts R.D. Plants as bioindicators of natural and anthropogenically derived contamination // *Applied biochemistry and biotechnology*. – 1994. – Т. 48. – С. 15-22.

68 Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. – М., 1964. – 328 с.

69 Clements F.E. The relict method in dynamic ecology // *Journal of Ecology*. – 1934. – Т. 22. – №1. – С. 39-68.

70 Линник Ю.В. Памяти Аймо Каарло Каяндера (1879-1943) // Теоретические проблемы экологии и эволюции: матре. 6-х любичев. чтен., 11-й всерос. популяцион. семин. и всерос. семин. "Гомеостатические механизмы биологических систем" с общей темой "проблемы популяционной экологии". – Кассандра, 2015. – С. 196-198.

- 71 Karazija S. Ažuolynų bendrijų žemutinių ardu fitocenotinės struktūros kaitos // *Miškininkystė*. – 2005. – №1. – С. 5-19.
- 72 Manisto L., Miina J., Huuskonen S. How to utilize natural regeneration of birch to establish mixed spruce-birch forests in Finland? // *Silva Fennica*. – 2024. – №58(3). – P. 1-30. DOI:10.14214/sf.23075
- 73 Juknys R., Stravinskiene V., Vencloviene J. Tree-ring analysis for the assessment of anthropogenic changes and trends // *Environmental Monitoring and Assessment*. – 2002. – Т. 77. – С. 81-97.
- 74 Atkinson M.D. *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh // *Journal of Ecology*. – 1992. – Vol. 80, №4. – P. 837-870.
- 75 Elo A. et al. Three MADS-box genes similar to APETALA1 and FRUITFULL from silver birch (*Betula pendula*) // *Physiologia Plantarum*. – 2001. – Vol. 112, №1. – P. 95-103.
- 76 Eriksson G., Jonsson A. A review of the genetics of *Betula* // *Scandinavian Journal of Forest Research*. – 1986. – Vol. 1, №1-4. – P. 421-434.
- 77 Zhumadina Sh., Abilova Sh., Bulekbayeva L., Tarasovskaya N. Zhumadilov B. Anthropogenic impact on the components of the forest ecosystem: on the example of the Bayanaul State National Natural Park // *Polish Journal of Environmental Studies*. – 2023. – №32. – P. 3937-3945. DOI:10.15244/pjoes/162053.
- 78 Хачатуров М.А. Дендрохронологические исследования в СССР и задачи биоклиматического мониторинга лесов // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. – 1989. – Т. 12. – С. 259-265.
- 79 Schweingruber F.H., Börner A. *The plant stem. A microscopic aspect*. – Cham: Springer, 2018. – 207 p.
- 80 Dulamsuren Ch., Wommelsdorf T., Fengjun Zh., Yaoqin X., Zhumadilov B.Z., Leuschner Ch., Hauck M. Increased summer temperatures reduce the growth and regeneration of *Larix sibirica* in Southern boreal forests of Eastern Kazakhstan // *Ecosystems*: Springer. – 2018. – №16(8). – P. 1536-1549. DOI:10.1007/s10021-013-9700-1.
- 81 Кузнецова Р.В., Лисицин В.Н. Получение и свойства растительных индикаторов // *Наука и образование*. – 2022. – №2. – С. 1-7.
- 82 Жумадилов Б.З., Шакенева Д.К-К. Общая характеристика рода *Lythrum*, его таксономический, географический и экологический анализ // *Вестник НАО «СКУ им. М. Козыбаева»*. – 2020. – №3(48). – С. 139-148.
- 83 Жумадилов Б.З., Сапарбаева А.А. Дидактикалық ойындарды қолданып, бастауыш сынып оқушыларына экологиялық тәрбие біреудегі тәжірибелік-ізденіс жұмыстары // *Биологические науки Казахстана*. – 2020 – №3. – С.52-64.
- 84 Тарасовская Н.Е., Жумадилов Б.З. Структура заданий студенческой олимпиады по биологии для педагогических специальностей // VIII Всероссийская (с международным участием) научно-методическая конференция «Инновации в естественнонаучном образовании»: Красноярск. – 2015. – С. 134-138.
- 85 Алексеева Н.Б. История интродукции дикорастущих видов *Iris* (Iridaceae) флоры России // *Ботаника: история, теория, практика* (к 300-летию

основания Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН): тр. междунар. науч. конф. – СПб., 2014. – С. 5-10.

86 Welling P. et al. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe // *Forestry*. – 2010. – Т. 83. – №1. – С. 103-119.

87 Данченко А.М. Феногеографический анализ структуры популяций березы в Северном Казахстане // В кн.: Закономерности внутривидовой изменчивости лиственных пород. – Свердловск, 1975 – С. 18-25.

88 Данченко А.М. Популяционная изменчивость березы. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1990. – 237 с.

89 Данченко А.М. Биометрические исследования листьев двух видов березы на Севере Казахстана // Генетика и селекция растений и животных в Казахстане: сб. – Алма-Ата: Кайнар, 1974. – С. 181-185.

90 Данченко А.М. Качество древесины *B. pubescens* Ehrh. и *B. verrucosa* Ehrh. из Северного Казахстана // Растительные ресурсы. – 1975. Т. 2. – №4. – С. 560-565.

91 Данченко А.М., Бударлагин В.А. О природе черных особей березы повислой // Лесоведение. – 1976. – №4. – С. 88-91.

92 Perala D.A., Alm A. A. Reproductive ecology of birch: a review // *Forest Ecology and Management*. – 1990. – Vol. 32, №1. – P. 1-38.

93 Ruohomaki K. et al. Delayed inducible resistance in mountain birch in response to fertilization and shade // *Ecology*. – 1996. – Т. 77. – №. 8. – С. 302-2311.

94 Aphalo P.J., Lehto T. Effects of light quality on growth and N accumulation in birch seedlings // *Tree Physiology*. – 1997. – Vol. 17, №2. – P. 125-132.

95 Atkinson M.D. *Betula pendula* Roth (*B. verrucosa* Ehrh.) and *B. pubescens* Ehrh // *Journal of Ecology*. – 1992. – Vol. 80, №4. – P. 837-870.

96 Ingestad T. A definition of optimum nutrient requirements in birch seedlings. II // *Physiologia plantarum*. – 1971. – Vol. 24, №1. – P. 118-125.

97 Keinänen M. et al. Trade-offs in phenolic metabolism of silver birch: effects of fertilization, defoliation, and genotype // *Ecology*. – 1999. – Vol. 80, №6. – P. 1970-1986.

98 Mutikainen P. et al. Herbivore resistance in *Betula pendula*: effect of fertilization, defoliation, and plant genotype // *Ecology*. – 2000. – Т. 81. – №1. – С. 49-65.

99 Luomajoki A. Timing of microsporogenesis in trees with reference to climatic adaptation. A review // *Acta Forestalia Fenn.* – 1986. – Vol. 196. – P. 1-33.

100 Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С. и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России: в 3 т. – М., 2003. – Т. 1. – 526 с.; Т. 2. – 665 с.; Т. 3. – 520 с.

101 Мамаев Ю.Б. Комплекс насекомых-ксилофагов на березе в горных лиственничниках Тувинской АССР // *Вестник зоологии*. – 2015. – №3. – С. 35-43.

102 Захаров В.М., Шкиль Ф.Н., Кряжева Н.Г. Оценка стабильности развития березы в разных частях ареала // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. – 2005. – №1. – С. 77-84.

103 Кодекс научной этики Национальной академии наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан: утв. решением Общего собрания Национальной академии наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан 27 августа 2024 года, №3 // <https://ru.qazscience.gov.kz/science-kazakhstan/code-scientific-ethics/>. 10.09.2024.

104 кодекс Республики Казахстан. Экологический Кодекс Республики Казахстан: принят 2 января 2021 года, №400-VI ЗРК // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K2100000400>. 10.09.2024.

105 Мамаев С.А., Махнев А.К. Изучение популяционной структуры древесных растений с помощью метода морфофизиологических маркеров // Фенетика популяций: сб. ст. – М., 1982. – С. 140-150.

106 Данченко А.М., Дубынин Г.Б. Оценка роста культур березы различного географического происхождения // Агролесомелиорация в Казахстане: сб. ст. – Алма-Ата: Кайнар, 1983. – С. 21-27.

107 Данченко А.М. Возрастная динамика наследуемости и изменчивости признаков в материнских деревьях березы и их потомков // Лесн. вестник. 2000. – №3. – С. 132–152.

108 Милютин Л.И. Генетико-эволюционные основы устойчивости лесных экосистем // Лесоведение. – 2003. – №1. – С. 16-20.

109 Лавренова Г.В., Лавренов В.К. Полная энциклопедия лекарственных растений. – М.; Донецк: Сталкер, 2008. – 416 с.

110 Кортиков В.Н., Кортиков А.В. Полная энциклопедия лекарственных растений. – Р-на-Д.: Феникс, 2001. – 799 с.

111 Бессчётнов П.П. Роль интрогрессивной гибридизации в образовании новых видов тополей // Закономерности внутривидовой изменчивости лиственных древесных пород: сб. ст. – Свердловск, 1975. – С. 3-8.

112 Биологический энциклопедический словарь / под ред. М.С. Гиляров и др. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 832 с.

113 Klimenko M., Tarasovskaya N., Hamzina Sh. et al. Original illustrated tasks with photos of regional plants for botany knowledge control and consolidation // International Journal of Evaluation and Research in Education. – 2024. – Vol. 5, №13. – P. 3202-3210.

114 Klimenko M., Tarasovskaya N., Khamzina S. et al. Creating environment for students to make interdisciplinary competences in botany // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 460. – P. 1-10.

115 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Оразалина Г.А. Региональные памятники и музеи: мостик между прошлым и будущим // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. тр. участ. 10-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2020. – С. 225-229

116 Дуламсурен Ч., Тарасовская Н.Е., Жумадилов Б.З., Клименко М.Ю. Способ быстрого изготовления гербария в условиях учебных заведений // Воспитание и обучение в современном обществе: актуальные аспекты теории и практики: сб. тр. участ. 10-й междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2020. – С. 274-279.

117. А.с. 16099 РК. Лингвистические экскурсии на полевой практике по ботанике / Н.Е. Тарасовская, М.Ю. Клименко, Г.К. Кабдолова; опубл. 25.03.21.
- 118 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Кабдолов Ж.Р. Экологическое воспитание: бизнес-планы с пользой для природы // Биологические науки Казахстана. – 2019. – №2. – С. 45-53.
- 119 Пат. 7443 РК. Способ иллюстрации основных закономерностей моногибридного и дигибридного скрещивания / Тарасовская Н.Е., Тулиндинова Г.К., Клименко М.Ю.; опубл. 22.05.22.
- 120 Патент 35565 РК. Способ быстрого высушивания гербарных экземпляров растений / Тарасовская Н.Е., Дуламсурен Ч., Клименко М.Ю. и др.; опубл. 06.05.22.
- 121 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Кабдолова Г.К. Лингвистические экскурсии на полевой практике по ботанике: учеб.-метод. пос. – Алматы: Эверо, 2021. – 208 с.
- 122 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Жумадилов Б.З. Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений: учеб.-метод. пос. – Алматы, 2021. – Т 2. – 288 с.
- 123 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Жумадилов Б.З. Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений: учеб.-метод. пос. – Алматы, 2021. – Т. 3. – 228 с.
- 124 Тарасовская Н.Е., Клименко М.Ю., Жумадилов Б.З. Опыт создания рабочей тетради по ботанике с элементами экологии и эволюции растений // Биологические науки Казахстана. – 2020. – №4. – С. 89-104.
- 125 Исакаев Е.М., Клименко М.Ю., Тарасовская Н.Е. и др. Разработка оригинальных педагогических технологий для формирования предметных компетенций студентов-биологов // 3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация. – 2023. - №4. – С. 155-164.
- 126 Клименко М.Ю., Тарасовская Н.Е., Жумадилов Б.З. Перспективы морфофенетических исследований берёзы повислой (*Betula pendula*) Павлодарской области // Биологическое разнообразие азиатских степей: матер. 4-й междунар. науч. конф. – Костанай, 2022. – С. 263-267.
- 127 Клименко М.Ю., Тарасовская Н.Е., Жумадилов. Изучение морфологических особенностей берёзы повислой в условиях г. Павлодар // Биологическое разнообразие азиатских степей: матер. 4-й междунар. науч. конф. – Костанай, 2022. – С. 267-272.
- 128 Клименко М.Ю., Дуламсурен Ч., Тарасовская Н.Е. и др. Оценка знаний о биоресурсах региона и возможности экскурсионной культурнопросветительской работы с обучающимися // Білім. Образование. Education: Теория и практика воспитания. – 2023. – №1(104). – С. 108-119.

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Акты внедрения

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан  
НАО «Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан»



**АКТ**  
**о внедрении учебного пособия**  
**по дисциплине «Разнообразие живых организмов»**

Мы, ниже подписавшиеся члены комиссии:

Жакисова А.А. - директор департамента по академическим вопросам,  
Ахметова Л.Н. - начальник учебно – методического отдела,  
Габдуллин Е.С. - декан высшей школы естествознания,  
Тулиндинова Г.К. - руководитель образовательной программы «Биология»

составили настоящий акт о том, что учебно-методическое пособие «Междисциплинарный практикум по ботанике с элементами экологии, эволюции и генетики растений», авторы: Н.Е. Тарасовская, М.Ю. Клименко, Б.З. Жумадилов по дисциплине «Разнообразие живых организмов» внедрено в учебный процесс и используется на занятиях обучающимися образовательных программ: «Биология» по направлению подготовки педагогических кадров. Учебно-методическое пособие включает в себя три тома. В каждом томе представлены закономерности живой природы, инструкции и описания упражнений с использованием регионального компонента.

Настоящий акт составлен в 4 экземплярах и передан на хранение: первый экземпляр на ОП «Биология», второй экземпляр – в деканат ВШПЕ, третий экземпляр – в УМО, четвертый экземпляр – авторам.

СОГЛАСОВАНО:

Члены комиссии:

	А.А. Жакисова
	Л.Н. Ахметова
	Е.С. Габдуллин
	Г.К. Тулиндинова
	Н.Е. Тарасовская
	М.Ю. Клименко
	Б.З. Жумадилов

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан  
НАО «Павлодарский педагогический университет имени Әлкей Марғұлан»



**АКТ**  
**о внедрении учебного пособия**  
**по дисциплине «Разнообразие живых организмов»**

Мы, ниже подписавшиеся члены комиссии:

Жакпенова А.А. - директор департамента по академическим вопросам,  
Ахметова Л.Н. - начальник учебно – методического отдела,  
Габдуллин Е.С. - декан высшей школы естествознания,  
Тулиндинова Г.К. - руководитель образовательной программы «Биология»

составили настоящий акт о том, что учебно-методическое пособие «Полевая практика: подготовка, проведение, хранение материала, контроль знаний», авторы: Н.Е. Тарасовская, М.Ю. Клименко, Б.З. Жумадилов по дисциплине «Разнообразие живых организмов» внедрено в учебный процесс и используется на занятиях обучающимися образовательных программ: «Биология» по направлению подготовки педагогических кадров. Учебно-методическое пособие включает в себя два тома. В каждом томе представлены оригинальные сведения по хранению биологических объектов в полевых условиях (со ссылкой на патенты, полученные авторами), авторские задания и викторины, оригинальные фотографии растений, которые сопровождают иллюстрированные задания.

Настоящий акт составлен в 4 экземплярах и передан на хранение: первый экземпляр на ОП «Биология», второй экземпляр – в деканат ВШЕ, третий экземпляр – в УМО, четвертый экземпляр – авторам.

СОГЛАСОВАНО:

Члены комиссии:

	А.А. Жакиенова
	Л.Н. Ахметова
	Е.С. Габдуллин
	Г.К. Тулиндинова
	Н.Е. Тарасовская
	М.Ю. Клименко
	Б.З. Жумадилов

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Пособия, изданные в рамках диссертационной работы



# ПРИЛОЖЕНИЕ В

## Патенты

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ**      **РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН**

**REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**ПАТЕНТ**  
**PATENT**

№ **35564**

**ОПЕРТАБЫСҚА / ПА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION**



(21) 2020/0753.1  
(22) 30.10.2020  
(45) 06.05.2022

(54) Гербарияны жедел жасау тәсілі  
Способ быстрого изготовления гербария  
Method for rapid production of herbarium

(73) «Павлодар педагогикалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)  
Некоммерческое акционерное общество «Павлодарский педагогический университет» (KZ)  
Non-profit joint-stock company «Pavlodar Pedagogical University» (KZ)

(72) Тарасовская Наталия Евгеньевна (KZ)	Tarasovskaya Nataliya Yevgenyevna (KZ)
Чоймаа Дуламсурен (DE)	Choimaa Dulamsuren (DE)
Жумадилов Булат Зулхарнаевич (KZ)	Zhumadilov Bulat Zulkharnayevich (KZ)
Клименко Михаил Юрьевич (KZ)	Klimentko Mikhail Yuryevich (KZ)



ЭЦК қол қойылды  
Подписано ЭЦП  
Signed with EDS

А. Естаев  
A. Estayev  
A. Yestayev

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директорының м.а.  
И.о. директора РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»  
Executive director of RSE «National institute of intellectual property»

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ  
PATENT

№ 36882

ОНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2023/0228.1

(22) 31.03.2023

(45) 16.08.2024

(54) Зертханалық және далалық жағдайларда өсімдіктерді тез кептіру тәсілі  
Способ быстрого высушивания растений в лабораторных и полевых условиях  
Method of quick drying of plants in laboratory and field conditions

(73) Тарасовская Наталья Евгеньевна (KZ)  
Tarasovskaya Nataliya Yevgenyevna (KZ)

(72) Тарасовская Наталья Евгеньевна (KZ) Tarasovskaya Nataliya Yevgenyevna (KZ)  
Клименко Михаил Юрьевич (KZ) Klimenko Mikhail Yuryevich (KZ)



ЭЦК қол қойылды  
Подписано ЭЦП  
Signed with EDS

А. Артыкова  
A. Artykova  
A. Artykova

«Үлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директорының м.а.  
И.о. директора РТИП «Национальный институт интеллектуальной собственности»  
Executive director of RSE «National institute of intellectual property»

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ  
PATENT

№ 35565

ОПЕРТАБЫСҚА / ПА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2020/0754.1

(22) 30.10.2020

(45) 06.05.2022

- (54) Осімдіктің гербариялық даналарының жедел құрғауының тәсілі  
Способ быстрого высушивания гербарных экземпляров растений  
Method for rapid drying of herbarium specimens of plants
- (73) «Павлодар педагогикалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ)  
Некоммерческое акционерное общество «Павлодарский педагогический университет» (KZ)  
Non-profit joint-stock company «Pavlodar Pedagogical University» (KZ)
- (72) Тарасовская Наталия Евгеньевна (KZ) Tarasovskaya Nataliya Yevgenyevna (KZ)  
Чоймаа Дуламсуурен (DE) Choimaa Dulamsuren (DE)  
Жумадитов Булат Зулхарнаевич (KZ) Zhumadilov Bulat Zulkharnayevich (KZ)  
Клименко Михаил Юрьевич (KZ) Klimenko Mikhail Yuryevich (KZ)



ЭЦК қол қойылды  
Подписано ЭЦП  
Signed with EDS

А. Естаев  
A. Estayev  
A. Yestayev

«Үлттық зияткерлік меншік институты» РМҚ директорының м.а.  
И.о. директора РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»  
Executive director of RSE «National institute of intellectual property»

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г

## Свидетельства об авторском праве

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**  
**О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИЙ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР**  
**ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ**  
№ 16069 от «19» марта 2021 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ов):  
**ТАРАСОВСКАЯ НАТАЛИЯ ЕВГЕНЬЕВНА, Климкин Михаил Юрьевич**

Вид объекта авторского права: **произведение литературы**

Название объекта: **ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЕ РАБОЧЕЕ ТЕТРАДИ ПО БОТАНИКЕ И ЭВОЛЮЦИОННОМУ УЧЕБИЮ**

Дата создания объекта: **13.01.2021**





Құжат тілшісі: <https://www.kazpatent.kz/>; тілшісі: <https://www.kazpatent.kz/>  
"Ақпараттық хабар" белгіменде желдерінде болғаны: <https://copyright.kazpatent.kz/>

Подлинность документа возможно проверить по сайту [kazpatent.kz](https://www.kazpatent.kz/)  
в разделе «Авторское право» [https://copyright.kazpatent.kz](https://copyright.kazpatent.kz/)

Подписано ЭЦП Оспанов Е.К.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

### СВИДЕТЕЛЬСТВО

#### О ВНЕСЕНИИ СВЕДЕНИИ В ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЕСТР ПРАВ НА ОБЪЕКТЫ, ОХРАНЯЕМЫЕ АВТОРСКИМ ПРАВОМ

№ 18657 от «11» июня 2021 года

Фамилия, имя, отчество, (если оно указано в документе, удостоверяющем личность) автора (ав):  
**ТАРАСОВСКАЯ ПАТАЛИЯ ЕВГЕНЬЕВНА, Климова Михаил Юрьевич, Жумалиев Булат  
Зухарисович**

Вид объекта авторского права: **приведение литературы**

Название объекта: **Региональный компонент в практических заданиях по ботанике и краеведению  
(включая постановочные задания по экологии, морфологии и систематике растений и жизни региональной  
флоры)**

Дата создания объекта: **14.01.2021**



Судет қолданылуына <https://www.kazpatent.kz> сайтындағы  
"Авторлық құқық" бөлімінде тақырып бойлауы <https://copyright.kazpatent.kz>  
Подлинность документа возможно проверить на сайте [kazpatent.kz](https://www.kazpatent.kz)  
в разделе «Авторское право» <https://copyright.kazpatent.kz>

Подписано ЭЦП

Ослапов Е.К.