

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

Образовательная программа
курса повышения квалификации
**«Межпредметная проектно-исследовательская деятельность в
биологии»**

г.Павлодар 2026 г.

I. Общие положения

Образовательная программа курса повышения квалификации «Межпредметная проектно-исследовательская деятельность в биологии» разработана для педагогов организаций среднего образования с целью совершенствования профессиональных компетенций в области современной биологии, экологии, молекулярных методов исследования, цифровых технологий и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

Программа ориентирована на формирование практических навыков организации исследовательской деятельности школьников, использования современных биологических методов, цифровых платформ, экологического мониторинга и анализа научной информации.

Категория слушателей: учителя биологии общеобразовательных школ, педагоги дополнительного образования, руководители исследовательских проектов учащихся.

Количество часов: **80 часов**

Форма обучения: онлайн / офлайн

Язык обучения: русский

II. Глоссарий

Биоиндикация – метод оценки состояния окружающей среды с использованием живых организмов и их реакций на изменение экологических условий.

Геоботаника – раздел биологии, изучающий растительные сообщества, их структуру и распределение.

Флуктуирующая асимметрия – незначительные случайные отклонения симметричных признаков организма, используемые как индикатор экологического стресса.

Дистанционное зондирование Земли – метод получения информации о поверхности Земли при помощи спутниковых систем наблюдения.

MODIS – спектрорадиометр, установленный на спутниках Terra и Aqua, применяемый для мониторинга природных процессов и пожаров.

GIS-технологии – геоинформационные системы, предназначенные для пространственного анализа и визуализации данных.

DNA barcoding – метод молекулярной идентификации видов по коротким участкам ДНК.

ПЦР – полимеразная цепная реакция, метод многократного копирования фрагментов ДНК.

Экологический мониторинг – система наблюдений за состоянием окружающей среды и изменениями экосистем.

Научная достоверность – соответствие результатов исследования объективным данным и возможность их воспроизведения.

III. Тематика программы

1. Введение в исследовательскую деятельность в биологии

Биология как современная исследовательская наука. Современные методы биологических исследований. Этические принципы биологических исследований. Поиск и анализ научных статей. Основы биostatистики и научной достоверности. Формулирование темы, цели и гипотезы исследования.

2. Ботаника, геоботаника и биоиндикация растений

Современные методы флористических исследований. Растения как биоиндикаторы. Современные методы гербаризации растений. Цифровой гербарий и электронные базы растений. Сбор и оформление гербарных образцов. Исследование способов сохранения растительных образцов. Флуктуирующая асимметрия листьев. Определение флуктуирующей асимметрии. Цифровая морфометрия листьев. Оценка жизненного состояния древесных растений. Исследование древесных насаждений. GIS-картирование древесных насаждений. Исследование жизнеспособности пыльцы сосны.

3. Экологическая микробиология и микроскопические методы

Современная микробиология. Асептика и стерильность. Питательные среды и культивирование микроорганизмов. Приготовление питательных сред. Культивирование микроорганизмов. Экологическая микробиология городской среды. Исследование микробной загрязненности поверхностей. Световая микроскопия микроорганизмов. Окрашивание бактерий и анализ микроорганизмов.

4. Экология, урбэкология и современные методы экологического мониторинга

Современные методы исследования экосистем. Биоиндикация окружающей среды. Экологический портрет городской экосистемы. Экологический мониторинг урбанизированной среды. Анализ экологических факторов городской среды. Современные методы изучения птиц. Исследование орнитофауны методом трансектного учета. Окрасочный полиморфизм сизого голубя. Исследование полиморфизма голубей. Цифровая экология и платформы iNaturalist и GBIF. Космический мониторинг природных пожаров. GIS-технологии в биологии и экологии. Картографирование экологических данных в ArcGIS.

5. Генетика и молекулярная биология

Основы современной генетики. ДНК как носитель наследственной информации. Методы выделения ДНК. DNA barcoding. Выделение ДНК из растительных тканей. Полимеразная цепная реакция. Организация ПЦР-лаборатории. Подготовка реакционной смеси. Анализ компонентов ПЦР. Электрофорез ДНК.

6. Биохимия и инструментальные методы анализа

Методы биохимического анализа. Хроматография. Спектральный и рентгенофлуоресцентный анализ. Подготовка проб к спектральному анализу. Подготовка проб к РФА.

7. Обработка и представление результатов исследования

Цифровая обработка биологических данных. Статистический анализ данных.

Визуализация биологических данных. ImageJ и цифровая морфометрия. Web of Science, Scopus и Google Scholar. Научная коммуникация и защита проекта.

IV. Цель, задачи и ожидаемые результаты программы

Цель курса

Формирование у педагогов современных профессиональных компетенций в области биологических исследований, экологического мониторинга, цифровых технологий и организации исследовательской деятельности учащихся.

Задачи курса

1. Сформировать представление о современных направлениях биологических исследований.
2. Обучить методам экологического мониторинга и биоиндикации.
3. Сформировать навыки работы с цифровыми платформами и научными базами данных.
4. Развить практические навыки проведения лабораторных и полевых исследований.
5. Научить педагогов организовывать исследовательскую деятельность учащихся.
6. Сформировать навыки статистической обработки и представления научных данных.

Ожидаемые результаты

В результате прохождения курса слушатели:

- знают современные методы биологических исследований, включая молекулярно-генетические, микроскопические, биохимические и методы дистанционного зондирования Земли;
- умеют определять флуктуирующую асимметрию листьев как индикатор экологического стресса;
- умеют оценивать жизненное состояние древесных и кустарниковых насаждений методами визуальной диагностики;
- умеют проводить сбор, гербаризацию и цифровое оформление растительных образцов;
- умеют анализировать микробную загрязнённость поверхностей городской среды с использованием методов посева и культивирования;
- владеют методами световой микроскопии, окрашивания бактерий и морфологического анализа микроорганизмов;
- умеют выделять ДНК из растительных тканей и интерпретируют результаты электрофореза;
- различают основные этапы полимеразной цепной реакции (ПЦР) и принципы организации ПЦР-лаборатории;

- умеют готовить пробы для спектрального и рентгенофлуоресцентного анализа;
- обрабатывают биологические данные с использованием статистических методов и программных средств (Excel, ImageJ);
- умеют визуализировать результаты исследований в виде таблиц, графиков, схем и постерных докладов;
- осуществляют научный поиск в базах Web of Science, Scopus и Google Scholar;
- организуют проектно-исследовательскую деятельность учащихся по биологии, экологии и молекулярной биологии;
- оформляют и представляют исследовательский проект в формате научной коммуникации (презентация, защита).

V. Структура и содержание программы

По структуре программа состоит из 3 модулей, объединяющих 9 тем, и отражает последовательное освоение методов проектно-исследовательской деятельности в биологии.

Модуль 1. Исследовательская деятельность в биологии: от теории к эксперименту (24 часа)

Тема 1. Введение в исследовательскую деятельность в биологии (6 ч). Современная биология как исследовательская наука. Этические принципы биологических исследований. Поиск и анализ научных статей. Основы биostatистики и научной достоверности. Формулирование темы, цели и гипотезы исследования.

Тема 2. Ботаника, геоботаника и биоиндикация растений (8 ч). Современные методы флористических исследований. Растения как биоиндикаторы. Методы гербаризации растений. Цифровой гербарий и электронные базы растений. Флуктуирующая асимметрия листьев как индикатор экологического стресса. Цифровая морфометрия листьев. Оценка жизненного состояния древесных насаждений. GIS-картирование древесных насаждений. Исследование жизнеспособности пыльцы сосны.

Тема 3. Экологическая микробиология и микроскопические методы (8 ч).

Асептика и стерильность. Питательные среды и культивирование микроорганизмов. Экологическая микробиология городской среды. Исследование микробной загрязненности поверхностей. Световая микроскопия микроорганизмов. Окрашивание бактерий и морфологический анализ.

Модуль 2. Экология, урбоэкология и современные методы экологического мониторинга (24 часа)

Тема 4. Методы исследования экосистем, биоиндикация и урбоэкология (8 ч).

Современные методы исследования экосистем. Биоиндикация окружающей среды. Экологический портрет городской экосистемы.

Экологический мониторинг урбанизированной среды. Анализ экологических факторов городской среды.

Тема 5. Орнитологические исследования в городе (8 ч).

Современные методы изучения птиц. Исследование орнитофауны методом трансектного учета. Окрасочный полиморфизм сизого голубя как модель популяционной изменчивости. Статистическая обработка данных полиморфизма.

Тема 6. Цифровая экология и пространственный анализ (8 ч).

Цифровые платформы iNaturalist и GBIF в биоразнообразии. Космический мониторинг природных пожаров (MODIS). GIS-технологии в биологии и экологии. Картографирование экологических данных в ArcGIS. Проведение мини-биоблица: фотофиксация видов, загрузка на iNaturalist, определение таксонов, подсчёт биоразнообразия.

Модуль 3. Современные методы молекулярно-генетического и биохимического анализа с обработкой данных (24 часа)

Тема 7. Генетика и молекулярная биология (8 ч).

Основы современной генетики. ДНК как носитель наследственной информации. DNA barcoding. Выделение ДНК из растительных тканей. Полимеразная цепная реакция. Организация ПЦР-лаборатории. Электрофорез ДНК.

Тема 8. Биохимия и инструментальные методы анализа (8 ч).

Методы биохимического анализа. Хроматография. Спектральный и рентгенофлуоресцентный анализ. Подготовка проб к спектральному анализу и РФА.

Тема 9. Обработка и представление результатов исследования (8 ч).

Цифровая обработка биологических данных. Статистический анализ данных. Визуализация с использованием ImageJ. Научный поиск в Web of Science, Scopus и Google Scholar. Научная коммуникация и защита проекта.

VI. Организация учебного процесса

Программа рассчитана на педагогов организаций среднего образования. Продолжительность программы составляет 80 академических часов. Форма обучения: онлайн / офлайн.

С целью контроля и оценки уровня знаний слушателей проводятся практические работы, лабораторные работы, самостоятельные работы и итоговая защита проекта.

В процессе обучения используются интерактивные методы: лекции-презентации, полевые практикумы, лабораторные исследования, работа с цифровыми платформами, GIS-картографирование, анализ научных публикаций, групповая работа, кейс-методы.

Примечание: 1 академический час – 45 минут.

Учебно-тематический план курса

№	Темы занятий	Лекция	Практическое занятие	Лабораторное занятие	СР	Всего
Модуль 1. Исследовательская деятельность в биологии: от теории к эксперименту 24 часа						
1	Введение в исследовательскую деятельность в биологии					4
1.1	Биология как исследовательская наука. Постановка цели, задач и гипотезы исследования	2	–	–	–	2
1.2	СР: анализ научной статьи по выбранной теме	–	–	–	3	3
2	Ботаника, геоботаника и биоиндикация растений					8
2.1	Растения-биоиндикаторы. Флуктуирующая асимметрия. Методы гербаризации	2	–	–	–	2
2.2	Полевой практикум: сбор гербария, оценка асимметрии листьев	–	4	–	–	4
2.3	Цифровая морфометрия листьев. GIS-картирование древесных насаждений	–	–	2	–	2
2.4	СР: оформление цифрового гербария, обработка данных асимметрии	–	–	–	3	3
3	Экологическая микробиология и микроскопия					8
3.1	Асептика. Питательные среды. Микроорганизмы городской среды	2	–	–	–	2
3.2	Приготовление сред, посев, культивирование, микроскопия, окрашивание по Граму	–	–	4	–	4
3.3	СР: отчёт по микробиологическому исследованию	–	–	–	3	3
	<i>Итого по модулю 1</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>26</i>
Модуль 2. Экология, урбоэкология и современные методы экологического мониторинга 24 часа						

4	Методы исследования экосистем, биоиндикация, урбоэкология					8
4.1	Современные методы исследования экосистем. Экологический портрет города	2	–	–	–	2
4.2	Составление экопортрета участка. Биоиндикация по лишайникам. Анализ факторов	–	4	–	–	4
4.3	СР: анализ экологических факторов городской среды	–	–	–	3	3
5	Орнитологические исследования в городе					8
5.1	Методы изучения птиц. Окрасочный полиморфизм сизого голубя	2	–	–	–	2
5.2	Трансектный учёт птиц	–	2	–	–	2
5.3	Статистическая обработка данных полиморфизма	–	–	2	–	2
5.4	СР: обработка данных трансектного учёта	–	–	–	3	3
6	Цифровая экология и пространственный анализ					8
6.1	iNaturalist, GBIF. Космический мониторинг (MODIS). GIS-технологии	2	–	–	–	2
6.2	Работа с iNaturalist и GBIF. Биоблиц. Создание карт в ArcGIS Online	–	4	–	–	4
6.3	СР: загрузка наблюдений на iNaturalist, анализ снимков пожаров	–	–	–	3	3
	<i>Итого по модулю 2</i>	<i>6</i>	<i>10</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>26</i>
Модуль 3. Молекулярно-генетический и биохимический анализ с обработкой данных						
24 часа						
7	Генетика и молекулярная биология					8
7.1	DNA barcoding. ПЦР. Организация ПЦР-лаборатории	2	–	–	–	2

7.2	Выделение ДНК из растений. Постановка ПЦР. Электрофорез	–	–	4	–	4
7.3	СР: анализ результатов электрофореза	–	–	–	3	3
8	Биохимия и инструментальные методы анализа					8
8.1	Хроматография. Спектральный и РФА-анализ	2	–	–	–	2
8.2	Подготовка проб для спектрального и РФА-анализа	–	–	4	–	4
8.3	СР: оформление протокола пробоподготовки	–	–	–	3	3
9	Обработка и представление результатов исследования					8
9.1	Статистический анализ. Научные базы данных. Визуализация	2	–	–	–	2
9.2	Работа в Excel и ImageJ. Подготовка постера и презентации	–	2	–	–	2
9.3	Защита итогового мини-проекта	–	2	–	–	2
9.4	СР: подготовка итогового проекта	–	–	–	2	2
	<i>Итого по модулю 3</i>	<i>6</i>	<i>4</i>	<i>8</i>	<i>6</i>	<i>28</i>
	ВСЕГО	18	18	16	28	80

Итоговая аттестация проводится в форме защиты исследовательского мини-проекта или итоговой презентации перед комиссией. Часы защиты включены в тему 9 (пункт 9.3). После успешного завершения обучения выдается сертификат.

VII. Учебно-методическое обеспечение программы:

Учебно-методическое обеспечение программы содержит

- 1) методические рекомендации для слушателей;
- 2) презентационные материалы;
- 3) лабораторные инструкции;
- 4) материалы текущего и итогового контроля;
- 5) глоссарий;
- 6) раздаточные материалы;
- 7) практические кейсы;
- 8) список основной и дополнительной литературы;
- 9) доступ к цифровым платформам и научным базам данных.

VIII. Оценивание результатов обучения

Текущий контроль осуществляется по каждой теме. Итоговая оценка складывается из баллов, полученных за все виды работ в течение курса. Максимальная сумма – 100 баллов.

№	Вид работы	Количество работ	Баллов за одну работу	Максимальный балл
1	Практическая работа (полевой протокол, расчёты, карты, выводы)	5	5	25
2	Лабораторная работа (выполнение и отчёт)	4	5	20
3	Самостоятельная работа (анализ статей, задания, обработка данных)	9	5	45
4	Итоговый проект (защита мини-проекта / презентация)	1	10	10
	Итого			100

Шкала перевода баллов в оценку

Сумма баллов	Оценка
90–100	отлично
70–89	хорошо
50–69	удовлетворительно
менее 50	неудовлетворительно

Слушатель, набравший менее 50 баллов, не допускается к итоговой аттестации или считается непрошедшим курс. Итоговая защита проекта обязательна для получения сертификата вне зависимости от суммы текущих баллов.

IX. Посткурсовое сопровождение

Посткурсовое сопровождение включает:

1. онлайн-консультации по вопросам организации исследовательской деятельности учащихся;
2. методическую поддержку при разработке и проведении проектно-исследовательских работ;
3. сопровождение исследовательских проектов учащихся, инициированных в рамках курса;
4. участие в профессиональных сообществах учителей биологии и исследователей;
5. обмен методическими материалами и цифровыми образовательными ресурсами;
6. проведение вебинаров и мастер-классов по актуальным вопросам биологического образования и экологического мониторинга.

Х. Список литературы

1. Гиляров А.М. Популяционная экология. – М.: Издательство МГУ, 1990. – 191 с.
2. Захаров В.М. Асимметрия животных. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
3. Одум Ю., Барретт Г.У. Основы экологии / Пер. с англ. – 5-е изд. – Belmont: Brooks/Cole, 2005. – 358 с.
4. Примроуз С.Б., Тваймен Р.М. Принципы генной манипуляции и геномики. – 7-е изд. – Wiley-Blackwell, 2014. – 784 с.
5. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
6. Урри Л.А., Кейн М.Л., Вассерман С.А., Минорски П.В., Рис Дж.Б. Кэмпбелл: Биология. – 12-е изд. – Pearson, 2020. – 1488 с.

Дополнительная литература

1. Bopardikar A., Bernstein D., McKenney S. Designer considerations and processes in developing school-based citizen-science curricula for environmental education // Journal of Biological Education. – 2021. – Vol. 57, № 4. – P. 841-861. – DOI: 10.1080/00219266.2021.1933134.
2. Dziob D., Krupinski M., Wozniak E., Gabryszewski R. Interdisciplinary teaching using satellite images as a way to introduce remote sensing in secondary school // Remote Sensing. – 2020. – Vol. 12, № 18. – 2868. – DOI: 10.3390/rs12182868.
3. Ghali R., Akhloufi M.A. Deep learning approaches for wildland fires using satellite remote sensing data: Detection, mapping, and prediction // Fire. – 2023. – Vol. 6, № 5. – 192. – DOI: 10.3390/fire6050192.
4. Grant D., Brodnicke O., Evankow A.M. et al. The future of DNA barcoding: Reflections from early career researchers // Diversity. – 2021. – Vol. 13, № 7. – 313. – DOI: 10.3390/d13070313.
5. Marizzi C., Florio A.M., Lee M. et al. DNA barcoding Brooklyn (New York): A first assessment of biodiversity in Marine Park by citizen scientists // PLoS ONE. – 2018. – Vol. 13, № 7. – e0199015. – DOI: 10.1371/journal.pone.0199015.
6. Markula A., Aksela M. The key characteristics of project-based learning: How teachers implement projects in K-12 science education // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. – 2022. – Vol. 4. – 2. – DOI: 10.1186/s43031-021-00042-x.
7. McGenity T.J., Gessesse A., Hallsworth J.E. et al. Visualizing the invisible: Class excursions to ignite children's enthusiasm for microbes // Microbial Biotechnology. – 2020. – Vol. 13, № 4. – P. 844-887. – DOI: 10.1111/1751-7915.13576.
8. Nazarova N. Determining results reliability of assessing urban environment ecological state based on fluctuating asymmetry of *Syringa vulgaris* L. leaves

- analysis // Bulletin of KSAU. – 2025. – № 11. – P. 57-69. – DOI: 10.36718/1819-4036-2025-11-57-69.
9. Shadrina E.G., Soldatova V., Turmukhametova N.V. Fluctuating asymmetry as a measure of stress in natural populations of woody plants: Influence of ecological and geographical factors on developmental stability // Symmetry. – 2023. – Vol. 15, № 3. – 700. – DOI: 10.3390/sym15030700.
 10. Singh V.K. Review: Application of LIBS to elemental analysis and mapping of plant samples // Atomic Spectroscopy. – 2021. – Vol. 42, № 1. – P. 1-14. – DOI: 10.46770/as.2020.201.
 11. Skorka P., Grzywacz B., Belcik M., Tryjanowski P. Environmental and social correlates of the plumage color polymorphism in an urban dweller, feral pigeon (*Columba livia f. domestica*) // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – 31757. – DOI: 10.1038/s41598-024-82937-z.
 12. Tiago P., Leal A.I., Rosario I.T., Chozas S. Discovering urban nature: Citizen science and biodiversity on a university campus // Urban Ecosystems. – 2024. – Vol. 27. – P. 2155-2167. – DOI: 10.1007/s11252-024-01526-0.
 13. Цинкевич Н.В. Методика ламинирования гербария: наш опыт изготовления демонстрационных гербариев карантинных сорных растений // Фитосанитария. Карантин растений. – 2022. – № 3. – С. 58-64.
 14. Wroblewska D., Okraszewska R. Project-based learning as a method for interdisciplinary adaptation to climate change: Reda Valley case study // Sustainability. – 2020. – Vol. 12, № 11. – 4360. – DOI: 10.3390/su12114360.
 15. ArcGIS Online documentation [Электронный ресурс]. – ESRI. – Режим доступа: <https://doc.arcgis.com/> (дата обращения: 22.05.2026).
 16. GBIF: Global Biodiversity Information Facility [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gbif.org/> (дата обращения: 22.05.2026).
 17. Google Scholar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения: 22.05.2026).
 18. iNaturalist [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.inaturalist.org/> (дата обращения: 22.05.2026).
 19. ImageJ User Guide [Электронный ресурс]. – National Institutes of Health. – Режим доступа: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/> (дата обращения: 22.05.2026).
 20. MODIS Remote Sensing Applications Guide [Электронный ресурс]. – NASA. – Режим доступа: <https://modis.gsfc.nasa.gov/> (дата обращения: 22.05.2026).
 21. NASA Earthdata [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.earthdata.nasa.gov/> (дата обращения: 22.05.2026).
 22. Scopus [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/> (дата обращения: 22.05.2026).
 23. Web of Science [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.webofscience.com/> (дата обращения: 22.05.2026).