



Научно-исследовательский журнал «Modern Humanities Success / Успехи гуманитарных наук»
<https://mhs-journal.ru>

2025, № 8 / 2025, Iss. 8 <https://mhs-journal.ru/archives/category/publications>

Научная статья / Original article

Шифр научной специальности: 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования) (педагогические науки)

УДК 372.854

Применение биоиндикации в экологическом образовании

¹ Рожнова А.А., ¹ Лаврентьева Г.В., ¹ Рожнов А.А.,

¹ Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Аннотация: данная статья посвящена методике преподавания биоиндикации в школьном экологическом образовании. В условиях растущей антропогенной нагрузки на окружающую среду, статья подчеркивает важность экологического образования и предлагает биоиндикацию как эффективный инструмент внеурочной работы. Анализируя современные образовательные стандарты и существующие программы дополнительного образования, описывают модульную структуру занятий, включающую теоретические блоки, полевые исследования и лабораторный анализ. Статья демонстрирует, как сочетание теоретических знаний и практических навыков способствует глубокому усвоению экологических понятий и развитию ключевых компетенций у школьников, повышая их экологическую грамотность и ответственность. В заключение, представлен анализ эффективности данного подхода к экологическому образованию.

Ключевые слова: биоиндикация, естественно-научное образование, полевые исследования, экологическое образование, внеурочная деятельность, экологическая грамотность, школьный экокружок, флюктуирующая асимметрия, лишайники, биоиндикаторы, практикоориентированное обучение, экологический мониторинг

Для цитирования: Рожнова А.А., Лаврентьева Г.В., Рожнов А.А. Применение биоиндикации в экологическом образовании // Modern Humanities Success. 2025. № 8. С. 266 – 270.

Поступила в редакцию: 11 апреля 2025 г.; Одобрена после рецензирования: 8 июня 2025 г.; Принята к публикации: 18 июля 2025 г.

The use of bioindication in environmental education

¹ Rozhnova A.A., ¹ Lavrentyeva G.V., ¹ Rozhnov A.A.,

¹ Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky

Abstract: this article is devoted to the methodology of teaching bioindication in school environmental education. In the context of the growing anthropogenic pressure on the environment, the article emphasizes the importance of environmental education and suggests bioindication as an effective tool for extracurricular activities. Analyzing modern educational standards and existing continuing education programs, the modular structure of classes is described, including theoretical blocks, field research and laboratory analysis. The article demonstrates how the combination of theoretical knowledge and practical skills contributes to the deep assimilation of environmental concepts and the development of key competencies among schoolchildren, increasing their environmental literacy and responsibility. In conclusion, an analysis of the effectiveness of this approach to environmental education is presented.

Keywords: bioindication, natural science education, field research, environmental education, extracurricular activities, environmental literacy, school eco-circle, fluctuating asymmetry, lichens, bioindicators, practice-oriented learning, environmental monitoring

For citation: Rozhnova A.A., Lavrentyeva G.V., Rozhnov A.A. Application of bioindication in environmental education. Modern Humanities Success. 2025. 8. P. 266 – 270.

The article was submitted: April 11, 2025; Approved after reviewing: June 8, 2025; Accepted for publication: July 18, 2025.

Введение

В последние десятилетия антропогенная нагрузка на окружающую среду резко возросла, особенно в условиях городской среды, что подчёркивает необходимость оценки и охраны экологического состояния территорий [6]. Экологическое образование рассматривается как «непрерывный процесс обучения, воспитания и развития личности, направленный на формирование системы научных и практических знаний и умений, обеспечивающих экологическую ответственность личности за состояние и улучшение социоприродной среды» [7]. Вместе с тем исследователи отмечают сокращение экологической составляющей в школьных программах, что создаёт дефицит экологической культуры у молодого поколения. В таких условиях внеурочные формы обучения приобретают особую значимость [4]. Одним из эффективных инструментов экологического воспитания вне уроков является биоиндикация – то есть выявление загрязнений по реакции живых организмов [10]. Внедрение методов биоиндикации в образовательный процесс позволяет сделать изучение экологии наглядным и практически значимым, повышая познавательный интерес школьников.

Современные образовательные стандарты предусматривают включение экологической тематики в дополнительное образование: с 2013 года в содержании дополнительных общеобразовательных программ появились поправки по экологобиологическим дисциплинам [3].

В частности, отмечается, что дополнительное естественно-научное образование нацелено на развитие естественно-научной грамотности учащихся, частью которой является экологическая грамотность. Программы внеурочной деятельности (кружков) по биоиндикации непосредственно разработаны для решения этой задачи. Например, в программе кружка «Основы биоиндикации» цель сформулирована как «формирование у учащихся познавательного интереса», а среди задач – приобретение практических навыков биоиндикационных исследований, формирование познавательных способностей и развитие интеллектуального потенциала школьников [8]. Таким образом, методика обучения строится на сочетании теоретических знаний и полевых/лабораторных практик, что способствует глубокому освоению экологических понятий и развитию ключевых компетенций.

Материалы и методы исследований

Занятия во внеклассном экокружке по биоин-

дикации обычно строятся по модульному принципу. Сначала проводятся теоретические блоки (лекции, семинары) по основам экологии, методам мониторинга и чувствительности различных индикаторных организмов [1]. Затем учащиеся выходят на местность для сбора проб (например, воды, почвы, образцов растительности) и проводят визуальные наблюдения видового состава. Дальнейшая часть занятий – лабораторный анализ: под микроскопом исследуются собранные образцы, измеряются физико-химические параметры (рН, мутность, содержание органических веществ и т.д.) и вычисляются биоиндикационные индексы. Так, в учебно-тематическом плане курса «Основы биоиндикации» к занятиям по биоанализу природных вод относятся лабораторные работы по определению температурных и органолептических показателей воды, активной реакции (рН) и концентрации растворённых веществ. В ходе этих занятий учащиеся приобретают умения планировать эксперимент, использовать лабораторное оборудование и обрабатывать полученные данные. Работа организуется в группах под руководством преподавателя, что дополнительно развивает навыки сотрудничества и коммуникативные способности.

Алгоритм работы школьного экокружка по биоиндикации может быть следующим:

1. Выбор темы и объекта исследования: постановка экологической проблемы, определение территории и индикаторных объектов (например, школьный двор, городской парк, речка и т.п.).

2. Теоретическая подготовка: изучение основ биоиндикации, знакомство с чувствительностью различных видов организмов и приборами для мониторинга.

3. Полевые исследования: сбор проб воды, почвы или растительных образцов; учет видового состава индикаторов; визуальная и инструментальная оценка состояния среды на месте.

4. Лабораторный анализ: микроскопирование образцов (лишайников, фитопланктона, макрофитов), измерение физико-химических показателей (рН, прозрачность, соленость и др.) или расчёт биоиндикационных индексов.

5. Обработка данных и выводы: оформление результатов (диаграммы, таблицы, карты), сопоставление с нормативами, подготовка докладов и презентаций.

Такая структура занятий позволяет интегрировать теорию и практику. Во время лабораторных работ учащиеся, к примеру, определяют органо-

лептические параметры воды – температуру, мутность, запах – и используют их вместе с анализом химического состава для оценки качества водоёма

Для проведения полевых исследований могут использоваться различные группы биоиндикаторов. Например, эпифитные лишайники (рода *Parmelia*, *Xanthoria*, *Physcia*) отражают содержание сернистых соединений и тяжёлых металлов в воздухе. Высоко чувствительны к загрязнению атмосферного воздуха именно различные виды лишайников: по их наличию и разнообразию можно судить о «чистоте» атмосферы. В водных экосистемах важными биоценозными индикаторами являются макробеспозвоночные (личинки стрекоз, ручейников, веснянок), которые позволяют оценивать уровень органического загрязнения воды (избыточное содержание азота, фосфора и др.). В опытах могут также использоваться мхи и деревья (например, исследования pH почвы или содержания CO₂ в лесном воздухе по состоянию растительности) и фитопланктон/водоросли (изучение эвтрофикации, мутности и цветности воды).

Результаты и обсуждения

Практический опыт подтверждает эффективность такого подхода. Так, в исследовании состояния рекреационных зон города Калуги методом биоиндикации объектом служила берёза повислая (*Quercus robur*). В 2024 году прошёл эксперимент, где были выбраны 13 локальных участков, находящихся в различных зонах города. Измерялась флюктуирующая асимметрия листовой пластинки берёзы, что является показателем определения антропогенной нагрузки. Полученные данные показали вариативность асимметрии по разным районам: минимальные значения (0,089364) и максимальные (0,090596) [9]. Такая разница указывает на неоднородность экологического давления в городе (например, влияние близлежащих дорог или промышленных объектов) и демонстрирует практический характер выводов.

В школьных проектах учащиеся наряду с измерением асимметрии древесных листьев оценивали состав лишайников на стволах деревьев (чистота воздуха) и видовой состав макрофитов/бентоса в водоёмах (качество воды). Например, по количеству и разнообразию лишайников можно было судить о содержании в воздухе таких загрязнителей, как двуокись серы или тяжёлые металлы, а отсутствие стрекозных и весняночных личинок на исследуемых участках указывало на повышенный уровень органики в воде. Учащиеся под руководством педагога проводили сбор проб, вели лабораторные наблюдения (включая микроскопию и химические тесты), а затем обрабатывали результа-

ты: строили графики, составляли диаграммы и готовили отчёты с экологическими выводами.

Практика биоиндикационных занятий в школе подтверждает их высокую педагогическую значимость [2]. Во-первых, такой подход связывает теорию и реальную экосистему: например, деревья действительно «прочно связаны» со своим местобитанием и обладают высокой чувствительностью к загрязнению. Именно поэтому берёза повислая выбрана в примере Калуги – она наглядно реагирует на изменения окружающей среды. Во-вторых, участие в полевых исследованиях и научных проектах существенно повышает мотивацию школьников. После завершения курса «Основы биоиндикации» учащиеся не только расширяют знания по биологии и экологии, но и получают навыки научной работы: они учатся ставить экспериментальные задачи, работать с оборудованием, анализировать данные и аргументированно делать выводы.

По окончании практических занятий ученики могут выступать на школьных или районных конференциях с собственными исследованиями, что дополнитель но развивает их коммуникационные и презентационные умения.

Наконец, важно, что внеклассные проекты по биоиндикации формируют у школьников экологическое мировоззрение и ответственность, что разрешает проблему сокращения экологической составляющей в учебной программе. [5] Работа в команде над реальной экологической задачей способствует развитию критического мышления и умения обосновывать свои выводы. Как показано в методических разработках, выполнение практической деятельности по изучению природного окружения позволяет достичь планируемых целей обучения и воплотить экологическую составляющую курса биологии. Таким образом, биоиндикационные исследования одновременно решают учебные и воспитательные задачи.

Выводы

Внедрение методов биоиндикации во внеурочную практику является перспективным инструментом экологического образования школьников. Систематическая работа в формате экологического кружка или проектных занятий по биоиндикации повышает экологическую грамотность и развивает у учащихся навыки исследования окружающей среды. Региональный пример (Калужская область) демонстрирует, что школьные площадки и природные зоны могут стать учебными «лабораториями»: анализ асимметрии листьев берёзы, учёт видов лишайников и водных макрофитов даёт учащимся реальное представление о состоянии

воздуха и воды. Важным является полный цикл работы – от постановки проблемы и отбора проб до статистической обработки данных и защиты результатов – что интегрирует биологию с практической деятельностью. В результате формируется экологическое мировоззрение и ответственное

поведение молодёжи. Рекомендуется развивать и распространять подобные экопроекты и сотрудничать с экоцентрами, природными заказниками и научными учреждениями для организации совместных исследований со школьниками.

Список источников

1. Sueb S., Damayanti J. The Effect of Macrozoobenthos Diversity Module based on Problem-based Learning on Junior High School Students' Environmental Attitudes // Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. 2021. Vol. 10. No. 3. P. 400 – 406. DOI 10.15294/jpii.v10i3.30766
2. Веденеев А.М. и др. Эколого-биологический лагерь "зеленый миг" как форма интеграции и образовательной практики //Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2021. № 9 (162). С. 78 – 83.
3. Захлебный А.Н., Дзятковская Е.Н., Шмелькова Л.В. Методические рекомендации для руководителей образовательных организаций по реализации экологического образования с целью формирования экологической культуры обучающихся / Институт стратегии развития образования РАО. Москва: Институт стратегии развития образования РАО, 2022. 62 с.
4. Калашников Н.В., Быстрай Е.Б., Артеменко Б.А. Образовательный потенциал городской среды: экологический аспект // Муниципалитет: экономика и управление. 2022. № 1 (38). С. 32 – 39.
5. Касумов Р.М. Анализ практики формирования экологической культуры в университете. Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: сборник материалов XXV Международной научно-практической конференции, Москва, 07 декабря 2023 года. Санкт-Петербург: Печатный цех, 2023. С. 82 – 93.
6. Нестерова Е.В., Евсеева А.А. Исследование состояния рекреационных зон города Калуги методом биоиндикации // Вестник Калужского университета. 2019. № 1. С. 70 – 75.
7. Атаев З.В., Гаджибеков М.И., Разаханова В.П., Магомедова М.А. Понятие и сущность экологического образования в контексте глобальной трансформации российского образования // Наука и образование в контексте глобальной трансформации: Сборник статей XII Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 07 декабря 2023 года. Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2023. С. 9 – 14.
8. Попова М.В. Проектная деятельность по теме «оценка биоиндикационной ценности рода ULMUSL. В условиях промышленного загрязнения» // Диалог на равных: Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Воронежского государственного педагогического университета, Воронеж, 10 декабря 2021 года / Редкол.: А.Н. Ершова, И.Д. Свистова, О.О. Маслова, И.И. Корецкая. Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2021. С. 102 – 105.
9. Шуберт В.В., Лаврентьева Г.В., Рожнова А.А., Повилайтес П.А. Применение методов биоиндикации в урбэкологии на примере города Калуги // Экология урбанизированных территорий. 2024. № 4. С. 40 – 45.
10. Современные здоровьесберегающие технологии: материалы международной научно-практической конференции, Орехово-Зуево, 23-24 марта 2015 года. Орехово-Зуево: Государственный гуманитарно-технологический университет, 2015. 374 с.

References

1. Sueb S., Damayanti J. The Effect of Macrozoobenthos Diversity Module Based on Problem-Based Learning on Junior High School Students' Environmental Attitudes. Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. 2021. Vol. 10. No. 3. P. 400 – 406. DOI 10.15294/jpii.v10i3.30766
2. Vedeneev A.M. et al. Ecological and Biological Camp "Green Moment" as a Form of Integration and Educational Practice. Bulletin of the Volgograd State Pedagogical University. 2021. No. 9 (162). P. 78 – 83.
3. Zakhlebny A.N., Dzyatkovskaya E.N., Shmelykova L.V. Methodological recommendations for heads of educational organizations on the implementation of environmental education in order to form an environmental culture of students. Institute for Education Development Strategy, Russian Academy of Education. Moscow: Institute for Education Development Strategy, Russian Academy of Education, 2022. 62 p.
4. Kalashnikov N.V., Bystrai E.B., Artemenko B.A. Educational potential of the urban environment: environmental aspect. Municipality: Economics and Management. 2022. No. 1 (38). P. 32 – 39.

5. Kasumov R.M. Analysis of the practice of forming an environmental culture at the university. Actual problems of society, economics and law in the context of global challenges: collection of materials from the XXV International scientific and practical conference, Moscow, December 7, 2023. St. Petersburg: Printing shop, 2023. Pp. 82–93.

6. Nesterova E.V., Evseeva A.A. Study of the state of recreational zones of the city of Kaluga by the bioindication method. Bulletin of Kaluga University. 2019. No. 1. P. 70 – 75.

7. Atayev Z.V., Gadzhibekov M.I., Razakhanova V.P., Magomedova M.A. The concept and essence of environmental education in the context of the global transformation of Russian education. Science and education in the context of global transformation: Collection of articles of the XII International scientific and practical conference, Petrozavodsk, December 7, 2023. Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2023. P. 9 – 14.

8. Popova M.V. Project activity on the topic "assessment of the bioindication value of the genus ULMUSL. In the context of industrial pollution". Dialogue on equal terms: Proceedings of the regional scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, December 10, 2021. Editorial board: A.N. Ershova, I.D. Svistova, O.O. Maslova, I.I. Koretskaya. Voronezh: Voronezh State Pedagogical University, 2021. P. 102 – 105.

9. Shubert V.V., Lavrentyeva G.V., Rozhnova A.A., Povilaitė P.A. Application of bioindication methods in urban ecology on the example of the city of Kaluga. Ecology of urbanized territories. 2024. No. 4. P. 40 – 45.

10. Modern health-saving technologies: materials of the international scientific and practical conference, Orekhovo-Zuyevo, March 23-24, 2015. Orekhovo-Zuyevo: State Humanitarian and Technological University, 2015. 374 p.

Информация об авторах

Рожнова А.А., Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского, rroznova1976@yandex.ru

Лаврентьева Г.В., Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Рожнов А.А., Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

© Рожнова А.А., Лаврентьева Г.В., Рожнов А.А., 2025