

Научная статья

УДК 378+37.0

DOI: 10.15293/1813-4718.2404.02

Создание и функционирование информационно-насыщенного пространства биолого-экологического образования Технопарка «Кванториум» в условиях интеграции взаимодействия школы и педвуза

Сахаров Андрей Валентинович¹, Опарин Роман Владимирович², Арбузова Елена Николаевна^{1,3}, Луканина Светлана Николаевна¹, Макеев Александр Александрович¹, Лошенко Виталина Игоревна¹

¹Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

²Государственный университет просвещения, Москва, Россия

³Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, Омск, Россия

Аннотация. Публикация отражает решение задачи создания функционирующего на основе новейших информационных и коммуникационных и IT-технологий пространства Технопарка для реализации современного биологического и экологического образования в системе «школа – вуз» с использованием ресурсов Технопарка «Кванториум». Авторы исследования обсуждают значимость интеграции современных технологий и ресурсов в образовательный процесс с целью повышения эффективности обучения и практической применимости знаний в данной области.

Цель статьи – описание концепции информационно-насыщенного технологического пространства биолого-экологического образования и принципов ее реализации на базе Технопарка «Кванториум».

Методология исследования строится на принципах разработки учебных курсов и учебно-методического обеспечения к ним, предполагающих подготовку образовательных программ, призванных реализовывать инновационные методы и новейшие технологии в области биологии, биоинженерии, биотехнологии и экологии; использование лабораторных и практических работ, а также масштабное применение биологических и экологических экспериментов на основе использования технических ресурсов Технопарка.

Результаты исследования. В работе подробно анализируются основные компоненты технологического информационно-насыщенного пространства, включая информационные системы, оборудование и программное обеспечение, используемые для разработки курсов обучения и лабораторных работ по эколого-биологической тематике. Также рассматривается роль Технопарка «Кванториум» как центра инноваций и поддержки образовательных проектов, способствующего внедрению современных образовательных технологий.

В своей статье исследователи представляют концепцию инновационного информационно-насыщенного пространства для осуществления на практике биологического и экологического образования. Она основана на мультидисциплинарном комплексном применении всех ресурсов Технопарка «Кванториум». Реализация данной концепции позволит создать эффективную и инновационную информационно-образовательную среду для учеников школ и студентов педвуза, способствующую развитию экологического сознания и подготовке квалифицированных специалистов в области экологии и биологии.

Ключевые слова: информационно-насыщенное пространство; экологическое образование; биологическое образование; система «школа – вуз»; ресурсы Технопарка «Кванториум»; интеграция; современные технологии; информационные системы; инновационная образовательная среда; экологическое сознание

Для цитирования: Сахаров А. В., Опарин Р. В., Арбузова Е. Н., Луканина С. Н., Макеев А. А., Лопенко В. И. Создание и функционирование информационно-насыщенного пространства биолого-экологического образования Технопарка «Кванториум» в условиях интеграции взаимодействия школы и педвуза // Сибирский педагогический журнал. – 2024. – № 4. – С. 16–26. DOI: <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2404.02>

Финансирование. Работа выполнена в рамках проведения прикладного научного исследования федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Новосибирский государственный педагогический университет» по теме «Проектирование функциональной модели интеграции в системе «школа-вуз» на основе применения ресурсов Технопарка в реализации современного биологического образования» по государственному заданию Минпросвещения РФ на 2024 г. № 073-03-2024-052 от 18.01.2024

Scientific article

Creation and functioning of the information-rich space of biological and ecological education of the Technopark "Quantorium" in the conditions of integration of interaction between schools and pedagogical University

Andrey V. Sakharov¹, Roman V. Oparin², Elena N. Arbuzova^{1, 3}, Svetlana N. Lukanina¹, Alexander A. Makeev¹, Vitalina I. Loshenko¹

¹ Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

² State University of Education, Moscow, Russia

³ Omsk State University named after F. M. Dostoevsky, Omsk, Russia

Abstract. The publication reflects the solution of the task of creating a Technopark space functioning on the basis of the latest information, communication and IT technologies for the implementation of modern biological and environmental education in the school-university system using the resources of the Quantorium Technopark. The authors of the study discuss the importance of integrating modern technologies and resources into the educational process in order to increase the effectiveness of learning and the practical applicability of knowledge in this field. The purpose of the article is to describe the concept of an information-rich technological space of biological and environmental education and the principles of its implementation on the basis of the Technopark “Quantorium”. The research methodology is based on the principles of developing training courses and educational and methodological support for them, involving the preparation of educational programs designed to implement innovative methods and the latest technologies in the field of biology, bioengineering, biotechnology and ecology; the use of laboratory and practical work, as well as large-scale application of biological and environmental experiments based on the use of technical resources of the Technopark. The results of the study. The paper analyzes in detail the main components of the technological information-rich space, including information systems, equipment and software used to develop training courses and laboratory work on environmental and biological topics. The role of the Technopark “Quantorium” as a center for innovation and support of educational projects, contributing to the introduction of modern educational technologies, is also considered. In their article, the researchers present the concept of an innovative information-rich space for the practical implementation of biological and environmental education. It is based on the multidisciplinary integrated application of all the resources of the Technopark “Quantorium”. The implementation of this concept will create an effective and innovative information and educational environment for school students and pedagogical university students, contributing to the development of environmental awareness and the training of qualified specialists in the field of ecology and biology.

Keywords: information-rich space; environmental education; biological education; school-university system; resources of the Technopark “Quantorium”; integration; modern technologies; information systems; innovative educational environment; environmental awareness

For citation: Sakharov, A. V., Oparin, R. V., Arbuzova, E. N., Lukanina, S. N., Makeev, A. A., Loshenko, V. I., 2024. Creation and functioning of the information-rich space of biological and ecological education of the Technopark “Quantorium” in the conditions of integration of interaction between schools and pedagogical university. *Siberian Pedagogical Journal*, no. 4, pp. 16–26. DOI: <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2404.02>

Funding. The work was carried out as part of the applied scientific research by the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Pedagogical University” on the topic “Designing a functional model of integration in the school-university system based on the use of Technopark resources in the implementation of modern biological education” according to the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation for 2024 No. 073-03-2024-052 dated 01.18.2024

Введение. В настоящее время одной из первостепенных задач современного образования является создание и организация эффективного функционирования информационно-насыщенного пространства биолого-экологического образования в интегрированной модели «школа – вуз» с применением мультидисциплинарных комплексов Технопарка «Кванториум» [1]. В связи с тем что постнеклассический период характеризуется прогрессивным развитием науки и технологий, сохранение природы и биоразнообразия на основе достижений научно-технического прогресса и ресурсов новой образовательной парадигмы становится все более актуальной проблемой [2].

Современные технологии позволяют создавать инновационные образовательные среды, активно привлекающие обучающихся к изучению экологии и биологии. Использование ресурсов такой инновационной площадки, как технопарк, позволит оптимизировать возможности учебной среды для решения образовательных задач в современных социально-экономических условиях [3]. Для того чтобы обеспечить непрерывность образовательного процесса и перенос знаний и опыта от более опытных преподавателей и исследователей к молодому поколению, необходимо развивать взаимодействие между школами

и вузами. Следует подчеркнуть, что роль Технопарка как центра инноваций и технологического развития в этом процессе является ключевой [4; 5].

В статье рассматривается проблема проектирования инновационного информационно насыщенного пространства среды для осуществления современного биологического и экологического образования в системе «школа – вуз» с использованием ресурсов Технопарка «Кванториум».

Всем этим вызовам в полной мере отвечает педагогический Технопарк «Кванториум» имени Ю. Б. Румера, созданный в Новосибирском государственном педагогическом университете в 2022 году согласно требованиям федерального образовательного проекта «Современная школа». Его основные задачи состоят в обновлении образовательного инструментария технической и естественно-научной направленности, создании условий профессионального развития будущих педагогических кадров и расширении спектра образовательных программ.

Педагогический Технопарк «Кванториум» имеет большое значение в проектировании образовательной среды высшего учебного заведения, обеспечивая современное обучение студентов методикам преподавания естественно-научных и технических дисциплин с использованием

современного оборудования [6; 7]. Кроме того, технопарк способствует повышению квалификации педагогических работников и специалистов в области естественно-научного и технологического образования и организует профориентационную работу с учащимися школ для вовлечения их в профессионально-педагогическую сферу.

В целом педагогический Технопарк «Кванториум» представляет собой инновационное образовательное пространство, которое эффективно реагирует на современные вызовы в области образования, обеспечивает качественное обучение и поддерживает профессиональное развитие педагогических кадров.

Таким образом, Технопарк «Кванториум» предоставляет широкий спектр технологических возможностей, которые могут быть успешно применены для разработки образовательных проектов в области экологии и биологии, способствуя более эффективному и интересному обучению студентов и учащихся.

Цель: описание концепции информационно насыщенного пространства и среды для биолого-экологического образования и принципов ее реализации на базе Технопарка «Кванториум».

Методология исследования. Разработка учебных курсов и учебно-методического обеспечения к ним предполагает подготовку образовательных программ, которые ориентированы на применение инновационных методов и технологий области экологических и биологических дисциплин; масштабное использование лабораторных работ и опытов, демонстрационных и исследовательских экспериментов на базе мультидисциплинарных комплексов технических ресурсов Технопарка [8]. Разработка учебных курсов и учебно-методического обеспечения требует создания образовательных программ, которые активно используют современные технологии и методы в области экологии и биологии [9]. Такие программы могут включать в себя

интерактивные уроки, виртуальные лаборатории, онлайн-конференции с экспертами и многое другое [10].

Примеры разработки учебных курсов и учебно-методического обеспечения в области экологии и биологии, разрабатываемые на базе Технопарка «Кванториум», могут быть следующими:

1. Создание онлайн-курсов по экологии, которые включают в себя видеолекции с использованием анимации и визуализации процессов в природе, интерактивные тесты для самопроверки знаний, а также виртуальные экскурсии в экосистемы различных уголков планеты.

2. Проведение лабораторных работ с применением современного оборудования, такого как микроскопы с цифровыми возможностями, ГИС-технологии для картографирования, датчики для мониторинга качества воздуха и воды.

3. Организация научно-исследовательской работы студентов, которая может включать в себя изучение местных экосистем, анализ данных о биоразнообразии, исследование влияния человеческой деятельности на окружающую среду с применением современных методов анализа и обработки информации.

4. Использование инновационных стратегий ИИ и machine learning для предсказания экологических изменений, моделирования поведения живых организмов и разработки инновационных подходов к решению экологических проблем.

Таким образом, разработка учебных курсов и учебно-методического обеспечения, ориентированных на использование современных технологий, играет важную роль в формировании качественного образования в области экологии и биологии, стимулируя интерес учащихся к изучению природы и окружающей среды.

Результаты исследования. Значимость интеграции современных технологий (иммерсионных: VR-, AR-, MR-технологий), цифровых инструментов (цифровых

и виртуальных лабораторий) в систему функционирования информационно-образовательной среды Технопарка трудно переоценить [11]. Гармоничное сочетание комфорта в процессе обучения, безопасность и продуктивная деятельность составляют эргономико-педагогические условия учебной деятельности. Использование современного специального оборудования и материалов, имеющихся в педагогическом технопарке «Кванториум», способствует реализации интегративного подхода, призванного обеспечить такие условия. Эти средства обучения могут использоваться при проведении различных видов работ. Например, при постановке учебных и научно-исследовательских экспериментов экологического и биологического содержания, планировании лабораторных работ и практических занятий, проектной деятельности обучающихся в области естественных наук [12; 13].

В качестве примера успешно реализованных с использованием организационной и материально-технической базы педагогического технопарка «Кванториум» биолого-экологических исследовательских проектов могут быть предложены следующие: «Последствия влияния загрязнения водоемов на жизнедеятельность видов ихтиофауны и флоры Новосибирской области», «Технология производства экологичного компостера для утилизации органических отходов», «Изучение роли почвенных микроорганизмов в повышении урожайности сельскохозяйственных культур» и т. д. [14; 15]. Такие исследовательские проекты способствуют тому, что обучающиеся системно и более действенно усваивают законы, закономерности и принципы биологии и экологии. Они овладевают научным методом познания живого во взаимосвязи с экотопом. У студентов и школьников развивается творческое мышление. Как личностный результат биолого-экологического образования происходит воспитание ответственного отношения к окружающей среде

и биоразнообразию на планете [16; 17].

В стенах Технопарка НГПУ «Кванториум» реализуются направленные на формирование и развитие экологического сознания и мышления методики и образовательные технологии. Они предполагают погружение обучающихся в решение актуальных проблем биологической экологии посредством применения системы различных иммерсивных технологий. К таким технологиям можно отнести, например, виртуальные экспедиции и полевые опыты с применением иммерсивных технологий (VR-, AR-, MR-технологии). Применение VR-, AR-, MR-технологий позволяет студентам-биологам и школьникам изучать в виртуальном мире строение и функционирование экосистем, последствия влияния антропогенного фактора на окружающую среду, воздействие факторов окружающей среды на растительные и животные организмы и т. д.

В педагогическом технопарке «Кванториум» имени Ю. Б. Румера открыты и активно работают виртуальные (VR) лаборатории, материально-техническое оснащение которых позволяет проводить эксперименты и осуществлять виртуальное моделирование экологических процессов с оценкой последствий для окружающей среды при различных вариантах развития событий. Все это помогает обучающимся понять закономерности взаимодействия структурных компонентов биогеоценозов и принципы гармоничного существования различных экосистем в биосфере (рис. 1).

В Технопарке НГПУ «Кванториум» имени Ю. Б. Румера также осуществляется широкомасштабная деятельность по разработке исследовательских проектов. В рамках проектной деятельности обучающиеся школ создают авторские проекты по тематикам, связанным с природопользованием и охраной окружающей среды, изучением биоразнообразия региона и важнейшими экологическими проблемами.

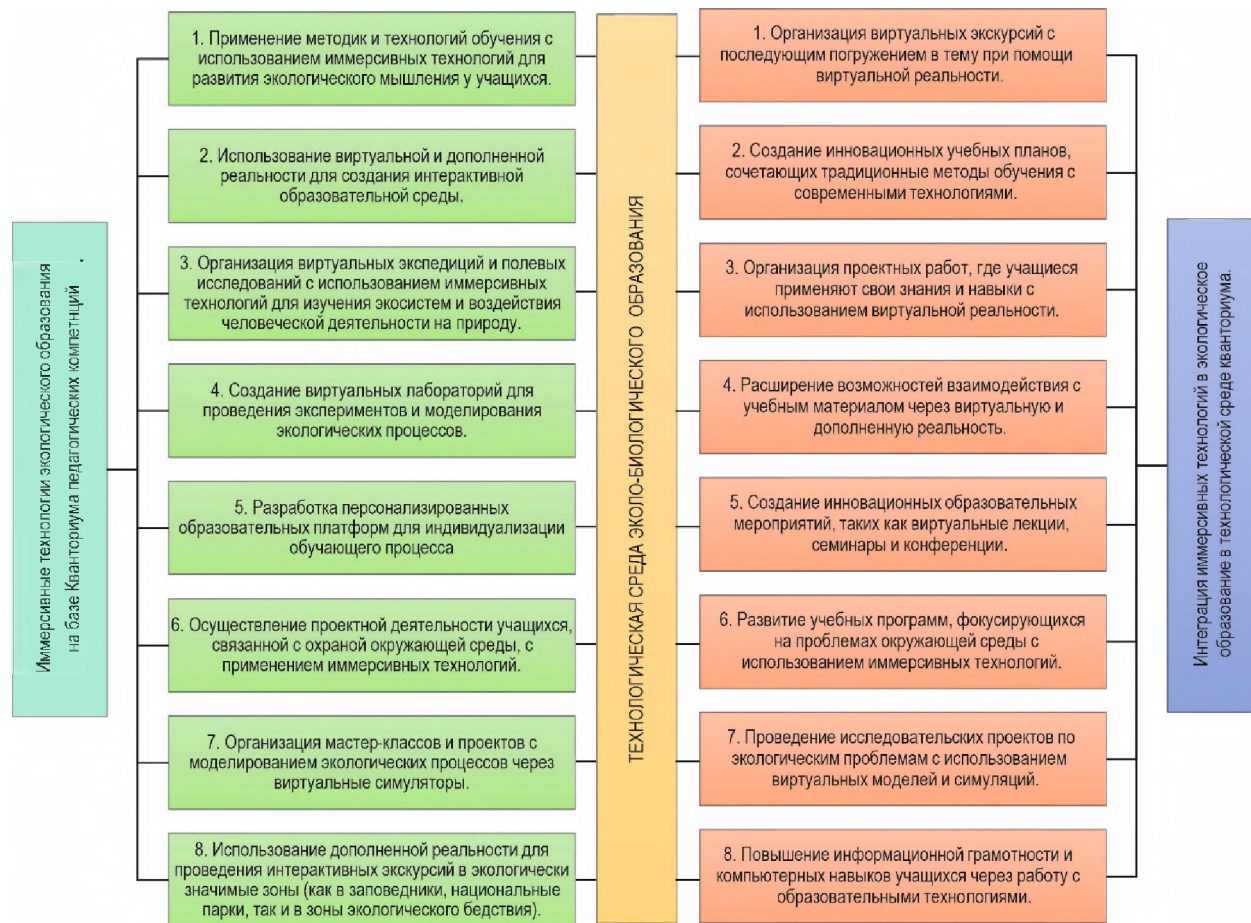


Рис. 1. Концепция информационно-насыщенного пространства биолого-экологического образования и ее внедрение в Технопарке «Кванториум» имени Ю. Б. Румера в НГПУ

Применение иммерсивных технологий в биолого-экологическом образовании позволяет ученикам трансформировать свои наработки в цифровую оболочку и наглядно представить свои достижения в научной работе. VR-технологии могут использоваться обучающимися в процессе подготовки исследовательского проекта для разработки имитационных интерактивных обучающих ролевых игр. Особенностью процесса обучения при использовании подобных игр является возможность выполнения обучающимися заданий различной сложности с применением вариативного подхода, возможность анализа и установления причинно-следственных связей между процессами и явлениями в окружающей среде и пр. [18–20].

На межпредметных учебных занятиях обучающиеся применяют AR-технологии (дополненную реальность) для проведения интерактивных экскурсий в экологически важные зоны, например, в заповедники или на территории с неблагоприятной экологической обстановкой [19]. Учащиеся смогут изучать реальные данные и факты, применяя их в решении ситуационных учебно-познавательных задач.

Информационно-образовательное пространство Технопарка «Кванториум» имеет все возможности обеспечения внедрения иммерсивных технологий в биолого-экологическое образование студентов и школьников. Важную роль в повышении эффективности образовательного процесса и формировании эколого-биологической грамотности обучающихся играют следующие интегративные принципы.

Первый принцип заключается в необходимости оптимального соотношения в использовании виртуальных и реальных образовательных технологий.

В основе второго принципа лежит комплексное использование традиционных методов, форм и средств обучения с современными информационными и коммуника-

ционными технологиями.

Реализация первого принципа с использованием ресурсов Технопарка «Кванториум» возможна посредством организации экскурсий обучающихся в естественные биогеоценозы для наблюдения за различными объектами и процессами, фиксации данных и т. д. с последующим применением VR-технологий для обработки, анализа и оформления полученных результатов.

Второй принцип интеграции обеспечивается посредством создания в Технопарке учебных планов и программ нового поколения, основанных на использовании традиционных и современных методических подходов. В качестве иллюстрации использования этого подхода может служить проведение уроков по экологии с применением интерактивных бордов. С помощью этих средств обучающиеся имеют возможность создавать и решать различные эколого-биологические задачи, изучать виртуальные модели биогеоценозов и т. д.

Заключение. Обобщая описание возможностей Технопарка «Кванториум» имени Ю. Б. Румера, созданного в НГПУ, в режиме взаимодействия в системе «школа – вуз» и отмечая достоинства и дидактические возможности использования технологий виртуальной, дополненной и смешанной реальностей в биолого-экологическом образовании студентов и школьников, необходимо отметить следующие перспективы деятельности.

Перспективы совершенствования современного биолого-экологического образования с использованием организационной и материально-технической базы Технопарка «Кванториум» заключаются в интеграции новых образовательных технологий и методов, развитии профессиональных компетенций обучающихся в области экологии и биологии, в повышении уровня научно-исследовательских работ и развитии рефлексии.

Список источников

1. *Опарин Р. В., Марголина И. Л., Ефимова Т. М., Лялина И. Ю.* Демонстрационные опыты с цифровыми лабораториями. Биология. Экология. ОБЖ: метод. рекомендации. – М.: ВАРСОН, 2022. – 56 с.
2. *Опарин Р. В., Арбузова Е. Н.* Стратегические ориентиры создания культуротворческой среды дополнительного экологического образования // Педагогическое образование и наука. – 2021. – № 3. – С. 41–49.
3. *Барабашикина Е. В., Трифанова А. А., Филатова О. Н.* Педагогический кванториум как средство создания инновационного образовательного пространства [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskiy-kvantorium-kak-sredstvo-sozdaniya-innovatsionnogo-obrazovatel'nogo-rost-ranstva?ysclid=lsq4y1tqf973717578> (дата обращения: 17.02.2024).
4. *Арбузова Е. Н., Опарин Р. В., Сахаров А. В., Лошенко В. И.* Модель единых фондов оценочных материалов для диагностики предметных и методических компетенций учителей // Биология в школе. – 2020. – № 4. – С. 24–35.
5. *Мишутина О. В., Сохранов-Преображенский В. В.* Формирование готовности студентов педагогического вуза к реализации личностного потенциала в условиях межфакультетского технопарка // Актуальные проблемы профессионального образования: сб. науч. ст. по матер. Межд. науч.-практ. конф. «58-е Евсевьевские чтения», (г. Саранск, 25–26 апреля 2022 г.) / редкол.: М. В. Антонова, Т. И. Шукшина (отв. ред.), Ж. А. Каско, В. И. Лаптунов. – Саранск: РИЦ МГПУ, 2022.
6. *Гуцин А. В., Ваганова О. И., Филатова О. Н.* Особенности реализации информационной стратегии высшей образовательной организации // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2021. – № 3 (57). – С. 47–51.
7. *Филатова О. Н., Феофанова Т. Д., Маркова А. Д.* Педагогический кванториум как средство повышения цифровых компетенций // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2022. – № 1 (59). – С. 61–64.
8. *Мишутина О. В.* Формирование коммуникативной готовности студентов – будущих химиков к профессиональной деятельности в условиях технопарков средствами иностранного языка: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2019. – 24 с.
9. *Серовайская Д. Е., Суматохин С. В.* Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. – 2021. – № 6. – С. 18–24.
10. *Сахаров А. В., Макеев А. А., Мишутина О. В., Лошенко В. И., Пирогова А. С., Арбузова Е. Н.* Развитие философско-методологических аспектов теоретической биологии при изучении дисциплины «Цитология» в педагогическом университете // Вестник педагогических инноваций. – 2023. – № 4 (72). – С. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2304.04>.
11. *Филатова О. Н., Грибина Г. А., Ермолаева Е. Л.* Педагог профессионального обучения в будущем цифровом образовательном пространстве // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 67 (1). – С. 245–248.
12. *Арбузова Е. Н., Опарин Р. В.* Моделирование интеллект-карт по биологии для школьников на основе технологии дополненной реальности // Биология в школе. – 2020. – № 6. – С. 33–45.
13. *Солодова П. А., Чеснокова П. Н., Филатова О. Н.* Цифровой сертификат как средство повышения квалификации в современном обществе // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – № 71 (3). – С. 206–208.
14. *Суматохин С. В., Ногербек А. С., Чилдибаев Ж. Б.* Формирование креативности у будущего учителя биологии // Биология в школе. – 2022. – № 8. – С. 46–53.
15. *Суматохин С. В., Шевченко А. С.* Блоггинг в школьном биологическом образовании // Биология в школе. – 2022. – № 7. – С. 18–23.
16. *Суматохин С. В.* Биологическое образование в школе цифрового века // Биология в школе. – 2020. – № 5. – С. 13–22.
17. *Суматохин С. В.* Биологическое образование на рубеже XX–XXI веков: монография. – М., 2021.
18. *Чистяков Ф. Е., Суматохин С. В.* Виртуальная реальность в образовании: за и против // Биология в школе. – 2019. – № 8. – С. 13–16.
19. *Чистяков Ф. Е., Суматохин С. В.* Виртуальная реальность при обучении биологии // Биология в школе. – 2018. – № 8. – С. 12–17.
20. *Markova S. M., Tsyplakova S. A., Sedukh E. P., Filatova O. N., Khizhnaya A. V.*

University modernization in the conditions of industrialization of production and intelligent

machines // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – Т. 200. – С. 940–947.

References

1. Oparin, R. V., Margolina, I. L., Efimova, T. M., Lyalina, I. Yu., 2022. Demonstration experiments with digital laboratories. *Biology. Ecology. Life safety: method. Recommendations*. Moscow: VARSON Publ., 56 p. (In Russ.)
2. Oparin, R. V., Arbuzova, E. N., 2021. Strategic guidelines for creating a cultural-creative environment for additional environmental education. *Pedagogical education and science*, no. 3, pp. 41–49. (In Russ.)
3. Barabashkina, E. V., Trifanova, A. A., Filatova, O. N., 2024. Pedagogical Quantorium as a Means of Creating an Innovative Educational Space. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskiy-kvantorium-kak-sredstvo-sozdaniya-innovatsionnogo-obrazovatel-nogo-rostranstva?ysclid=lssq4y1tqf973717578> (accessed: 02.17.2024). (In Russ.)
4. Arbuzova, E. N., Oparin, R. V., Sakharov, A. V., Loshchenko, V. I., 2020. Model of unified funds of assessment materials for diagnosing subject and methodological competencies of teachers. *Biology at school*, no. 4, pp. 24–35. (In Russ.)
5. Mishutina, O. V., Sokhranov-Preobrazhensky, V. V., 2022. Formation of readiness of students of a pedagogical university to realize their personal potential in the conditions of an interfaculty technology park. Actual problems of professional education: collection of scientific articles on the materials of the Int. scientific and practical conf. “58th Evseeviev Readings” (Saransk, April 25–26, 2022), editorial board: M. V. Antonova, T. I. Shukshina (editors), Zh. A. Kasko, V. I. Laptun. Saransk: RIC MGPU. (In Russ.)
6. Gushchin, A. V., Vaganova, O. I., Filatova, O. N., 2021. Features of the Implementation of the Information Strategy of a Higher Educational Organization. *Bulletin of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet*, no. 3 (57), pp. 47–51. (In Russ.)
7. Filatova, O. N., Feofanova, T. D., Markova, A. D., 2022. Pedagogical quantorium as a means of improving digital competencies. *News of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet*, no. 1 (59), pp. 61–64. (In Russ.)
8. Mishutina, O. V., 2019. Formation of communicative readiness of students - future chemists for professional activity in the conditions of technology parks by means of a foreign language: abstract of dis. ... candidate of pedagogical sciences. Kazan, 24 p. (In Russ.)
9. Serovayskaya, D. E., Sumatokhin, S. V., 2021. Creative abilities: methods and techniques for their development in teaching biology. *Biology at school*, no. 6, pp. 18–24. (In Russ.)
10. Sakharov, A. V., Makeev, A. A., Mishutina, O. V., Loshenko, V. I., Pirogova, A. S., Arbuzova, E. N., 2023. Development of philosophical and methodological aspects of theoretical biology in the study of the discipline “Cytology” at the pedagogical university. *Bulletin of pedagogical innovations*, no. 4 (72), pp. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2304.04>. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Filatova, O. N., Gribina, G. A., Ermolova, E. L., 2020. Teacher of vocational training in the future digital educational space. *Problems of modern pedagogical education*, no. 67 (1), pp. 245–248. (In Russ.)
12. Arbuzova, E. N., Oparin, R. V., 2020. Modeling mind maps in biology for schoolchildren based on augmented reality technology. *Biology at school*, no. 6, pp. 33–45. (In Russ.)
13. Solodova, P. A., Chesnokova, P. N., Filatova, O. N., 2021. Digital certificate as a means of improving qualifications in modern society. *Problems of modern pedagogical education*, no. 71 (3), pp. 206–208. (In Russ.)
14. Sumatokhin, S. V., Nogerbek, A. S., Childibaev, Zh. B., 2022. Formation of creativity in the future biology teacher. *Biology at school*, no. 8, pp. 46–53. (In Russ.)
15. Sumatokhin, S. V., Shevchenko, A. S., 2022. Blogging in school biology education. *Biology at school*, no. 7, pp. 18–23. (In Russ.)
16. Sumatokhin, S. V., 2020. Biological education in the school of the digital age. *Biology at school*, no. 5, pp. 13–22. (In Russ.)
17. Sumatokhin, S. V., 2021. Biological education at the turn of the XX–XXI centuries. *Monograph*. Moscow. (In Russ.)
18. Chistyakov, F. E., Sumatokhin, S. V., 2019. Virtual reality in education: pros and cons. *Biology at school*, no. 8, pp. 13–16. (In Russ.)
19. Chistyakov, F. E., Sumatokhin, S. V., 2018.

- Virtual reality in teaching biology. Biology at school, no. 8, pp. 12–17. (In Russ.)
20. Markova, S. M., Tsyplakova, S. A., Sedykh, E. P., Filatova, O. N., Khizhnaya, A. V., 2021. University modernization in the conditions of industrialization of production and intelligent machines. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 200, pp. 940–947. (In Eng.)

Информация об авторах

А. В. Сахаров, доктор биологических наук, заведующий кафедрой биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, asakharov142@yandex.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5076-2113>, Новосибирск, Россия

Р. В. Опарин, кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей биологии и биоэкологии, Государственный университет просвещения, 89236613134@inbox.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3277-7960>, Москва, Россия

Е. Н. Арбузова, доктор педагогических наук, профессор кафедры адаптивной и физической культуры, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского; профессор кафедры биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, arbuzova-elena@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6060-3896>, Омск, Россия

С. Н. Луканина, доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности, Новосибирский государственный педагогический университет, lukanina.lukanina@yandex.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5067-9208>, Новосибирск, Россия

А. А. Макеев, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, 9628280784@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0009-1636-1859>, Новосибирск, Россия

В. И. Лошенко, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, vitalina_loshenk@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7137-2424>, Новосибирск, Россия

Information about the authors

Andrey V. Sakharov, Dr. Sci. (Biol.), Head of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, asakharov142@yandex.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5076-2113>, Novosibirsk, Russia

Roman V. Oparin, Cand. Sci. (Pedag.), Assoc. Prof. of the Department of General Biology and Bioecology, State University of Education, 89236613134@inbox.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3277-7960>, Moscow, Russia

Elena N. Arbuzova, Dr. Sci. (Pedag.), Prof. of the Department of Adaptive and Physical Culture, Omsk State University named after F. M. Dostoevsky; Prof. of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, arbuzova-elena@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6060-3896>, Omsk, Russia

Svetlana N. Lukanina, Dr. Sci. (Biol.), Prof. of the Department of Anatomy, Physiology and Life Safety, Novosibirsk State Pedagogical University, lukanina.lukanina@yandex.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5067-9208>, Novosibirsk, Russia

Alexander A. Makeev, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, 9628280784@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0009-0009-1636-1859>, Novosibirsk, Russia

Vitalina I. Loshenko, Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof. of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, vitalina_loshenk@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7137-2424>, Novosibirsk, Russia

Вклад авторов

Сахаров А. В. – научное руководство; концепция исследования; написание исходного текста; выводы.

Опарин Р. В. – концепция исследования; подбор литературных источников; доработка текста.

Арбузова Е. Н. – научное соруководство; концепция исследования; написание исходного текста; выводы.

Луканина С. Н. – концепция исследования; написание исходного текста; выводы.

Макеев А. А. – концепция исследования; доработка текста.

Лошенко В. И. – концепция исследования; доработка текста.

Contribution of the authors

Sakharov A. V. – scientific leadership; research concept; writing the source text; conclusions.

Oparin R. V. – research concept; selection of literary sources; revision of the text.

Arbuzova E. N. – scientific co-supervisor; research concept; writing the source text; conclusions.

Lukanina S. N. – research concept; writing the source text; conclusions.

Makeev A. A. – research concept; revision of the text.

Loshenko V. I. – research concept; revision of the text.

Поступила в редакцию 11.05.2024

Принята к публикации 18.06.2024

Submitted 11.05.2024

Accepted for publication 18.06.2024