

ПРАКТИКА РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Вестник педагогических инноваций. 2024. № 2 (74)

Journal of Pedagogical Innovations, 2024, no. 2 (74)

Научная статья

УДК 372.016:58

DOI: 10.15293/1812-9463.2402.08

Перспективы функционирования технопарка универсальных педагогических компетенций в реализации образовательных проектов на примере изучения темы «Энергетический обмен в клетке»

Пирогова Анна Сергеевна

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Арбузова Елена Николаевна

*Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского,
г. Омск, Россия*

Яковлева Мария Дмитриевна

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Лошенко Виталина Игоревна

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Макеев Александр Александрович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Сахаров Андрей Валентинович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. *Введение.* В статье обсуждаются вопросы изучения в школе и вузе одной из наиболее сложных тем биологии. Целью работы является установление причин низкого уровня усвоения учебного материала, посвященного теме «Энергетический обмен». *Методология.* Представлен анализ содержательной части школьных учебников биологии, в котором рассматривается научная составляющая, реализация принципов единства теории и практики, доступности и наглядности, систематичности и последовательности изложения материала, посвященного изучению энергетического обмена. *Результаты.* Результаты исследования показали, что одна из причин сложности усвоения темы «Энергетический обмен» может лежать не в предметной



области, а в специфике методики преподавания биологии в общеобразовательных организациях. В условиях педагогического эксперимента получены результаты, которые позволяют предложить методику изучения темы «Энергетический обмен», разработанную преподавателями педагогического университета. *Выводы.* С позиции преподавания биологических дисциплин в системе «школа – вуз» представлена разработка учебно-методического сопровождения образовательной деятельности общеобразовательных организаций, которое должно основываться на применении иммерсивных технологий дополненной, смешанной и виртуальной реальности, а также на использовании возможностей технопарка универсальных педагогических компетенций.

Ключевые слова: биология; избранные темы; цитология; энергетический обмен; методика обучения биологии; система «школа – вуз»; технопарк; биологическое образование.

Для цитирования: Пирогова А. С., Арбузова Е. Н., Яковлева М. Д., Лошенко В. И., Макеев А. А., Сахаров А. В. Перспективы функционирования технопарка универсальных педагогических компетенций в реализации образовательных проектов на примере изучения темы «Энергетический обмен в клетке» // Вестник педагогических инноваций. – 2024. – № 2 (74). – С. 87–101. DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2402.08>

Финансирование. Работа выполнена в рамках проведения прикладного научного исследования ФГБОУ ВО «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.

Original article

Prospects for the Functioning of the Technological Park of Universal Pedagogical Competencies in the Implementation of Educational Projects on the Example of Studying the Topic “Energy Exchange in a Cell”

Anna S. Pirogova

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Elena N. Arbuzova

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

Maria D. Yakovleva

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Vitalina I. Loshenko

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Aleksandr A. Makeev

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Andrey V. Sakharov

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Annotation. *Introduction.* The article discusses the issues of one of the most difficult topics in teaching biology at school and university. The aim of the work was to determine



the reasons for the low level of assimilation of educational material related to the study of the topic “Energy metabolism”. *Methodology.* The authors analyzed the content of school biology textbooks of different authors for their scientific component, unity of theory and practice, accessibility and visibility, systematic and consistent presentation of material devoted to the study of energy metabolism. *Results.* The results of the study showed that one of the reasons for the complexity of learning the topic “Energy metabolism” may lay not in the subject area, but in the specifics of the methodology of teaching biology in general education organizations. In the conditions of the pedagogical experiment the results were obtained, which allow us to evaluate the methodology of teaching biology proposed by teachers of the pedagogical university when studying the topic “Energy metabolism”. *Conclusion.* From the position of teaching biological disciplines in the “school – university” system, a view on the need to develop educational and methodological support for the educational activity of general educational organizations is presented. It should be based on the application of immersive technologies of augmented, mixed and virtual reality, as well as the possibilities of the technopark of universal pedagogical competencies. It will be based on the leading principles and systems of “Theory and methods of teaching (education) of biology” as a pedagogical science.

Keywords: biology; selected topics; cytology; energy metabolism; biology teaching methodology; “school – university” system; technological park; biological education.

For Citation: Pirogova A. S., Arbuzova E. N., Yakovleva M. D., Loshenko V. I., Makeev A. A., Sakharov A. V. Prospects for the Functioning of the Technological Park of Universal Pedagogical Competencies in the Implementation of Educational Projects on the Example of Studying the Topic “Energy Exchange in a Cell”. *Journal of Pedagogical Innovations*, 2024, no. 2 (74), pp. 87–101. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2402.08>

Funding. The work was carried out within the framework of applied scientific research by the federal state budgetary educational institution of higher education “Novosibirsk State Pedagogical University” on the theme “Designing a functional model of integration in the system “school-university” based on the use of Technopark resources in the realization of modern biological education” under the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation for 2024 № 073-03-2024-052 from 18.01.2024.

Введение

Опыт реализации образовательных программ в российских вузах дает все основания считать, что в силу различных объективных и субъективных причин учебные заведения в течение последних 15 лет были вынуждены во многом опираться на систему образования, характерную для учебных заведений Европы и Америки [1; 4; 9]. В основе такого подхода лежит мотивация студентов к самостоятельному добыванию знаний и самостоятельному обучению [7]. В настоящее время становится совершенно очевидным, что это не принесло жела-

емого результата. Более того, Россия, двигаясь по пути вхождения в единое мировое образовательное пространство, существенно потеряла аутентичную технологию передачи знаний последующим поколениям, которая существовала в советский период [16]. Соответственно, выпускники отечественных педагогических вузов, подготовленные по образу западноевропейской системы бакалавриата и магистратуры, реализовывали учебную деятельность в общеобразовательной школе, опираясь, по сути, на зарубежные образовательные стандарты [8]. Как показывает практика,

в настоящее время это привело к определенным проблемам в системе школьного образования [5]. В контексте высказанного мнения следует отметить, что в течение длительного периода в основном и среднем общем образовании существовала возможность использовать в своей деятельности линии учебников разных авторов. С одной стороны, такой подход имеет свои преимущества. Как известно, наличие альтернатив определяет возможность выбора лучшего варианта изложения учебного материала с учетом многих объективных и субъективных факторов. С другой стороны, вариативность, а следовательно, плюрализм мнений часто негативно отражается на качестве содержания учебного материала в части научной составляющей, его соответствия современным научным представлениям. Кроме того, различный взгляд авторов школьных учебников на роль ведущих дидактических принципов в обучении биологии (единства теории и практики, доступности и наглядности, систематичности и последовательности изложения материала, связи обучения с жизнью) не лучшим образом способствовал формированию прочных и качественных знаний у обучающихся [2; 4; 15].

Документы Министерства просвещения Российской Федерации, регламентирующие образовательную деятельность в стране¹, позволили отчасти приблизиться к решению отмеченной выше проблемы подготовки учителей за счет внедрения в учебную деятельность ядра высшего педагогического образования [3; 10]. Эти и многие другие документы регламентируют унифицирование учебных программ в высших учебных заведениях страны по различным дисципли-

нам и позволяют перевести их в единое образовательное пространство. Лишь небольшое количество учебных часов в настоящее время отведено педагогическим вузам субъектов РФ для самостоятельного наполнения основных профессиональных образовательных программ в соответствии с региональными особенностями и наличием собственных уникальных научных школ.

Введение в подготовку педагогов отмеченного выше новшества и ограничение использования линий учебников биологии в школе должно осуществляться на основе глубокого анализа педагогической деятельности и учета ошибок прошлых десятилетий. В этой связи анализ содержательной части учебников, посвященный изучению избранных тем школьной биологии, которые вызывают наибольшее затруднение у школьников, делает актуальной настоящую работу.

Целью работы является выяснение причин недостаточной степени освоения обучающимися 1 курса (направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: Биология и Химия и 06.03.01 Биология, профиль: Общая биология) темы «Система энергетического обмена», базовые положения которой изучались студентами еще в системе среднего общего образования.

Методология

В рамках реализации программ дополнительного образования в Новосибирском государственном педагогическом университете преподаватели вуза осуществляют деятельность по подготовке старшеклассников к поступлению на биологические специальности в высшие учебные заведения. Результаты работы со школьниками позволили

¹ Приказ Министерства просвещения РФ от 22 марта 2021 г. № 115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400563548/> (дата обращения: 19.01.2024).



выявить наличие в учебных программах школьных дисциплин отдельных тем, которые вызывают наибольшие затруднения при их изучении. Среди последних особого внимания заслуживают темы, связанные с синтезом аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Именно в этой связи возникла необходимость анализа учебного материала школьных учебников биологии разных линий, входивших до 2023 г. в федеральный перечень учебников Российской Федерации, на предмет установления уровня научности представленной информации, полноты объема, качества содержания и доступности изложения для школьников.

Результаты

Результаты исследования показали, что одна из причин сложности усвоения темы «Энергетический обмен» может лежать не в предметной области, а в специфике методических подходов в преподавании биологии в средних общеобразовательных организациях. Впервые «Энергетический обмен клетки» рассматривается в большинстве школьных учебников биологии еще на

уровне основного общего образования. Министерством просвещения Российской Федерации ранее был утвержден перечень учебников, по которым школы, лицеи и гимназии обязаны осуществлять образовательную деятельность. Список допустимых учебников до 2023 г. был различен и менялся каждый год, в связи с чем в образовательных организациях основного общего и среднего общего образования перечень используемых учебников формировался индивидуально. В соответствии с действующими образовательными стандартами каждая школа имела право самостоятельно выбрать линию учебника и авторов из списка. Для изучения причин низкого уровня усвоения материала школьниками по теме «Энергетический обмен клетки» было проанализировано пять наиболее используемых в школах г. Новосибирска учебников биологии 10–11 классов, входящих в федеральный перечень учебников. Были определены преимущества и недостатки каждого из них относительно представления учебного материала по указанной теме (табл. 1).

Таблица 1

Анализ учебников биологии 10–11 классы из федерального перечня учебников

Параметры	Автор(-ы) учебника				
	В. И. Сивоглазов	В. Б. Захаров, С. Г. Мамонтов, Н. И. Сонин	И. Н. Пономарева	Г. М. Дымшиц	А. А. Каменский, Е. А. Криксунов, В. В. Пасечник
1	2	3	4	5	6
Даны определения терминов «энергетический обмен» и «диссимиляция»	Определения даны в полном объеме	Определения даны в полном объеме	Термины введены, не даны определения	Определения даны подробно, вынесены в отдельный раздел главы	Определения даны в полном объеме
Обозначен термин «АТФ» как универсальный источник энергии	Обозначен	Обозначен, а также содержится в отдельной теме	Обозначен	Обозначен	Обозначен

1	2	3	4	5	6
Указаны закономерности превращения АДФ-АТФ	Закономерности представлены. Дополнительно содержатся в рамках других параграфов	Закономерности представлены. Дополнительно содержатся в рамках других параграфов	Закономерности не представлены, указаны в виде общей схемы	Закономерности представлены	Закономерности представлены. Дополнительно содержатся в рамках других параграфов
Введен термин «макроэргические связи»	Термин введен и расшифрован	Процессы описаны, термин не введен	Используется термин «фосфорангидридные связи»	Термин введен и расшифрован	Термин введен и расшифрован
Имеется графическая схема строения АТФ	Схема имеется	Имеется схема строения и превращения	Имеется графическое представление структурной формулы	Схема отсутствует	Схема имеется в рамках других параграфов
Четко указаны отличия процессов ассимиляции и диссимиляции	Отличия указаны	Отличия указаны в рамках предыдущего параграфа	Отличия указаны недостаточно четко	Отличия указаны	Отличия указаны в рамках предыдущего параграфа
Указаны отличия аэробных и анаэробных процессов жизнедеятельности	Отличия указаны и расшифрованы	Отличия указаны недостаточно четко	Упомянуты в тексте	Отличия указаны и расшифрованы	Отличия указаны и расшифрованы
Энергетический обмен описан поэтапно с количеством полученной энергии	Количество энергии указано только в уравнении, не расшифрованы процессы	Количество энергии указано только в уравнении, не расшифрованы процессы	Каждый этап описан в тексте, информация не разъяснена	Каждый этап описан, введены понятия «акцепторы электронов» и расшифрованы	Количество энергии указано только в уравнении, не расшифрованы процессы
Представлены уравнения химических реакций бескислородного этапа	Уравнения не представлены	Представлены уравнения гликолиза и брожения	Уравнения не представлены	Представлено только уравнение гликолиза	Представлены уравнения гликолиза и брожения
Представлены уравнения химических реакций кислородного этапа	Представлено отдельное уравнение всего аэробного этапа	Представлено суммарное уравнение всех этапов	Уравнения не представлены	Все этапы представлены и расшифрованы	Представлено отдельное уравнение всего аэробного этапа и суммарное уравнение
Точно указан компармент протекания	Не указано для каждого этапа	Не указано для каждого этапа	Указаны для каждого этапа	Указаны для всех этапов	Указаны для основных этапов



1	2	3	4	5	6
всех химических реакций в клетке					
Указаны варианты передачи и трансформации энергии на различных этапах	Не указано для каждого этапа	Не указано для каждого этапа	Не указано для каждого этапа	Не указано для каждого этапа	Не указано для каждого этапа
Имеется четкое разделение этапов полного кислородного расщепления, вводятся понятия «окислительное фосфорилирование» и «цикл Кребса»	Не имеется	Не имеется	Не имеется	Имеется, каждый этап распифрован	Не имеется

Исследование показало, что у авторов учебников отсутствует единый взгляд на изложение и трактовку понятийного аппарата. Несмотря на наличие в учебном материале специфических терминов, их трактовка, местонахождение в тексте и логика построения определений существенно различается у разных авторов. В большинстве учебников не хватает конкретики относительно компарментов, в которых происходит каждый из этапов энергетического обмена. Имеются неточности при описании локализации протекания химических реакций, не упоминается возможность трансформации энергии химических связей АТФ, например, в тепловую, электрическую, световую. Не все линии учебников дают полное представление об АТФ как универсальном источнике энергии; не указаны связи между организмами разных эволюционных уровней с точки зрения сходства процессов синтеза АТФ. Несмотря на то, что понятие «макроэргические связи» встречается в курсе общей био-

логии, в большинстве учебников оно не раскрывается должным образом. Исходя из текста, не всегда остается понятным, какие причины приводят к накоплению энергии именно в этих связях и именно в таком количестве. При изложении материала этапы энергетического обмена раскрыты абсолютно по-разному. В некоторых учебниках не приводятся уравнения химических реакций, а в большинстве материалов нет ни схем, ни иллюстраций. При изучении учебного материала не хватает наглядных средств обучения и примеров из жизни, которые помогают задействовать резервы зрительной памяти, образного-ассоциативного и абстрактного мышления [11; 12; 13; 14]. Это необходимо для понимания процессов и явлений относительно синтеза АТФ с позиции практической значимости изучаемого вопроса. С нашей точки зрения, выявленные недостатки выхолащивают сущность изучаемых процессов и не способствуют развитию интереса, мотивации к обучению одной из сложных и важных тем биологии.



Во время занятий и опроса школьников преподавателями университета были установлены причины сложности понимания ими закономерностей химических превращений в процессе получения АТФ. Так, затруднение вызвали вопросы относительно понимания, какие конкретно высокомолекулярные соединения и почему именно они используются для получения АТФ в клетке. Несмотря на то, что изучению темы «Энергетический обмен» в школьном курсе биологии предшествует знакомство с основными классами органических соединений, возникали сложности с дифференцированным пониманием терминов «высоко-, низкомолекулярные соединения», «полимеры», «мономеры».

Для выяснения уровня знаний, касающихся синтеза АТФ, среди студентов I курса, которые фактически являлись вчерашними школьниками, был проведен педагогический эксперимент. В эксперименте приняли участие 52 студента-первокурсника Новосибирского государственного педагогического университета, обучающиеся по направлениям подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: Биология и Химия

и 06.03.01 Биология, профиль: Общая биология. Эксперимент был проведен с сентября 2022 г. по март 2023 г. и включал констатирующий, поисковый и формирующий этапы.

Констатирующий этап эксперимента был посвящен выяснению уровня остаточных знаний по заявленному вопросу. Студентам предлагалось пройти тестирование по материалу рассматриваемой темы. Поисковый этап эксперимента заключался в оценке уровня знаний после самостоятельного изучения этими же студентами указанной темы. Формирующий эксперимент был направлен на выяснение исследуемых показателей после изучения теоретического материала с помощью лекций, проведенных преподавателями университета, на тему «АТФ – универсальный источник энергии в клетке», «Этапы энергетического обмена в клетке», «Система энергетического обмена». Такой подход позволил более детально разобраться в исследуемой проблеме и уточнить, на каком из этапов школьного образования возникли проблемы при освоении материала. Результаты тестирования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты тестирования студентов I курса направления подготовки 06.03.01 Биология, профиль: Общая биология по теме «Энергетический обмен клетки» в ходе педагогического эксперимента (2022/23 учебный год)

Тестовые вопросы	Правильных ответов на констатирующем этапе эксперимента, %	Правильных ответов на поисковом этапе эксперимента, %	Правильных ответов на формирующем этапе эксперимента, %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Перечислите основные этапы энергетического обмена	38,4	61,5	82,3
2. Укажите, в каких клеточных структурах протекает каждый этап энергетического обмена	0	29,4	69,2
3. Назовите продукты, образовавшиеся в результате химических превращений на каждом этапе	7,7	41,2	69,2



1	2	3	4
4. Укажите, какие соединения образуются в результате бескислородного этапа энергетического обмена	7,7	11,7	76,9
5. Для каких организмов гликолиз является основным и единственным источником энергии в клетке?	7,7	35,3	53,8
6. Результат окислительного фосфорилирования	0	0	69,2
7. При соблюдении каких условий возможен процесс окислительного фосфорилирования в клетке?	0	23,5	69,2
8. Охарактеризуйте АТФ-синтетазу: структура, функции, зачем нужна	0	0	11,7
9. Охарактеризуйте электронно-транспортную цепь: структуру, функции, значение	0	5,9	7,6
10. Опишите процессы перехода энергии на всех этапах энергетического обмена	0	5,9	30,7
11. Результат цикла Кребса	Не давали этот вопрос	Не давали этот вопрос	23
12. Опишите процессы, которые запускаются в клетке при нехватке электронов на этапе кислородного расщепления	Не давали этот вопрос	Не давали этот вопрос	23

Анализ результатов тестовой работы подтвердил, что в основе низких показателей тестирования лежит недостаточное понимание указанной темы при ее изучении еще в основной и средней школе. Итоги проведенного исследования показали, что студенты 1 курса не имеют представления о целостной картине событий, связанных с механизмами поступления органических соединений в клетку, которые являются субстратами для получения АТФ, и их дальнейшими превращениями. В частности, студенты слабо ориентировались в ключевых вопросах, отражающих этапы энергетического обмена, их локализацию в определенных компартментах клетки, характеристику образующихся продуктов. Кроме того, одной из закономерностей являлось недостаточное понимание главного смысла гликолиза и условий его развития в клетке, особенностей

процесса трансформации энергии химических связей АТФ (в какие виды работы превращается энергия).

Результаты констатирующего эксперимента, приведенные в таблице 2, показали, что 38,4 % студентов правильно назвали этапы энергетического обмена, при этом ни один из студентов не смог точно обозначить компартмент, в котором происходит реализация событий каждого из этапов. За редким исключением, анкетированные смогли точно назвать продукты, образующиеся на каждом этапе катаболизма молекул. Остальные участники эксперимента либо давали неверный ответ, либо не могли перечислить образующиеся продукты реакций. Вопросы, касающиеся окислительного фосфорилирования, структуры и функции АТФ-синтетазы, механизма функционирования электронно-транспортной цепи и процесса трансформации хими-



ческих связей вызвали наибольшие затруднения у респондентов (табл. 2).

При подготовке поискового этапа эксперимента нами был смоделирован вариант решения студентами обучающих задач в соответствии с принципами уровневой системы подготовки бакалавриата и магистратуры, которые применялись в российском образовании в течение последних более чем десяти лет, – добывание обучающимися знаний самостоятельно. Итоги поискового этапа эксперимента показали, что ответы на вопросы базового уровня № 1–3 значительно улучшились. Примечательно, что у участников эксперимента по-прежнему оставались трудности с точным указанием локализации компартмента протекания каждого из этапов энергетического обмена. Так, в большинстве случаев тестируемые не смогли в полном объеме перечислить все продукты, которые образовались на каждом из этапов, и их количество. Наиболее частую ошибку студенты совершали при ответе на четвертый вопрос, касающийся главного смысла гликолиза. В вопросах, связанных с окислительным фосфорилированием, структурой и функцией АТФ-синтетазы, электронно-транспортной цепи и трансформации химических связей АТФ, повышение уровня усвоения материала не наблюдалось.

На основании полученных данных мы определяем коэффициент успешности модели методики обучения по А. В. Усовой, используя формулу

$$Y = A_n/A_m,$$

где A_n – среднее значение коэффициента на конечном этапе эксперимента, A_m – среднее значение коэффициента на начальном этапе эксперимента.

Согласно данной методике, эксперимент считается эффективным, если значение Y (коэффициента успешно-

сти) выше единицы. В нашем случае мы получили следующий результат: $Y = 19,4/5,5 = 3,52$.

Полученные результаты поискового этапа эксперимента дают все основания считать, что многогранность подачи одной и той же информации в разных источниках (включая ресурсы интернета) может осуществляться либо сложно, либо упрощенно, либо вообще некорректно, что и могло привести к незначительному росту коэффициента успешности.

При проведении формирующего этапа эксперимента после прослушанных лекций и углубленного изучения студентами 1 курса темы «Энергетический обмен» формулировка вопросов была несколько видоизменена, и добавились новые (вопросы 11–12, табл. 2). Полученные результаты показали, что правильно перечислили этапы энергетического обмена 82,3 % студентов, в то время как во второй части эксперимента этот показатель составил 61,5 %. Исследование свидетельствует, что большие затруднения вызвали вопросы, связанные с функционированием электронно-транспортной цепи и механизмами работы АТФ-синтетазы, так как рост коэффициента в этих вопросах минимален.

При ответе на второй вопрос лишь 69,2 % студентов верно обозначили компартменты каждого этапа. Ответы студентов на третий вопрос позволили выявить затруднения относительно выделения энергии в виде тепла на первом этапе энергетического обмена. Важно отметить, что после прослушанной лекции на тему «Энергетический обмен клетки» выявлены заметные улучшения показателей при ответе на все вопросы, что, на наш взгляд, указывает на состоятельность данного подхода при изучении темы.

Формирующий этап педагогического эксперимента показал, что тестируемые улучшили результаты ответов на



те вопросы, с которыми не справились на втором этапе эксперимента. Вместе с тем стало совершенно очевидно, что имеются вопросы, которые так и не были поняты студентами в полной мере. К таким относятся особенности развития цикла Кребса, структура и функции электронно-транспортной цепи, процессы, происходящие в дыхательной цепи при недостатке кислорода.

На основании полученных данных нами был определен коэффициент успешности модели методики обучения по А. В. Усовой. В нашем случае мы получили следующий результат: $Y = 49,1/5,5 = 8,9$, что значительно превышает рост коэффициента на 2 этапе. Для чистоты эксперимента, вопросы № 12 и 13 не учитывались в среднем значении коэффициента на формирующем этапе эксперимента.

Выводы

Многолетний опыт взаимодействия профессорско-преподавательского состава педагогического университета с образовательными организациями среднего (общего) образования города в формате системы «школа – вуз» позволил раскрыть определенные закономерности, касающиеся проблем при изучении студентами темы «Система энергетического обмена» и школьниками темы «Энергетический обмен клетки». Полученные результаты дают все основания считать, что вопросы, касающиеся синтеза АТФ, являются трудными для восприятия и понимания обучающимися и требуют разработки учебно-методического пособия для школьников старших классов при изучении темы «Энергетический обмен клетки», а также для студентов 1 курса педагогического университета по теме «Система энергообеспечения клетки».

С нашей точки зрения, электронное учебно-методическое пособие должно базироваться на применении им-

мерсивных технологий дополненной, смешанной и виртуальной реальности, использовании возможностей уникального оборудования Технопарка универсальных педагогических компетенций им. Ю. В. Кондратюка Новосибирского государственного педагогического университета. В основу его составления будут положены технопарковая идеология, ведущие принципы и системы «Теории и методики обучения (воспитания) биологии» как педагогической науки [6]. Для совершенствования методики изучения сложной темы школьного курса биологии необходимо использовать весь арсенал словесных, наглядных и практических методов обучения биологии, методы контроля, взаимо- и самоконтроля, активные и интерактивные технологии обучения, работу в малых группах, дифференцированное обучение, проектную деятельность, современные средства визуализации учебного материала (ментальные карты, опорные конспекты, коллажи, инфографика, интерактивные плакаты, скрипты, таймлайнинг (ленты времени)). Часть иллюстративного аппарата пособия можно сгенерировать с помощью искусственного интеллекта. Необходимо отметить, что особое место в данной работе отводится ресурсам технопарка. Современное научное оборудование, развитая инфраструктура и наличие высококвалифицированных сотрудников этого подразделения университета являются гарантом повышения эффективности реализации проектов в области среднего и высшего образования. В настоящее время такая работа ведется преподавателями кафедры биологии и экологии ФГБОУ ВО «НГПУ» г. Новосибирска в рамках выполнения государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации на 2024 год № 073-03-2024-052 от 18.01.2024.



Список источников

1. *Арбузова Е. Н., Лошенко В. И., Опарин Р. В., Сахаров А. В.* Методика обучения биологии. Для подготовки кадров высшей квалификации: учебное пособие. – М.: Юрайт, 2023. – 201 с.
2. *Арбузова Е. Н., Яскина О. А.* Современные и перспективные технологии обучения биологии в школе и в вузе. – М.: Флинта, 2022. – 207 с.
3. *Бабкин Р. И., Арбузова Е. Н.* Модель взаимодействия средней школы и технопарка педагогического вуза в реализации современного биологического образования // Биологическое образование: традиции и инновации: материалы I Всероссийской научно-практической конференции (Челябинск, 11–13 октября 2022 г.) / под научной редакцией Н. В. Ефимовой, М. В. Семеновой. – Челябинск: Изд-во ЮУр-ГГПУ, 2022. – С. 21–26.
4. *Грицай Н. Б.* Методическая подготовка будущих учителей биологии в странах Центральной и Южной Европы // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. – 2015. – № 3 (22). – С. 51–56.
5. *Казакова Н. О., Давлетова Ч. С., Жолдошбек К. А.* Роль учебника биологии в школе в формировании ключевых компетентностей // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2023. – № 1. – С. 173–177.
6. *Сараева Д. В., Арбузова Е. Н.* Формирование естественно-научной грамотности в биологическом образовании с помощью иммерсивных образовательных технологий // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2022. – № 1-4 (62). – С. 54–57.
7. *Сараева Д. В., Лошенко В. И., Сахаров А. В., Кандалицева Н. В.* Сопровождение учителей естественно-научного цикла в организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся общеобразовательной школы: методическое пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. – 99 с.
8. *Сахаров А. В., Мишутина О. В., Арбузова Е. Н., Лошенко В. И.* Технопарк как ресурсный центр интерактивного сотрудничества школы и педвуза в реализации современного биологического образования на интегративной основе // Биологическое и экологическое образование студентов и школьников: вызовы времени и перспективы развития: материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. И. Матвеева (г. Самара, 9–10 февраля 2024 г.) / отв. ред. А. А. Семенов. – Самара: Изд. СГСПУ, 2024. – С. 35–39.
9. *Суматохин С. В.* Биология в обновленном ФГОС основного общего образования // Биология в школе. – 2021. – № 7. – С. 9–14.
10. *Хайбулина К. В.* Реализация обновленных ФГОС ООО в работе учителя биологии // Биология в школе. – 2023. – № 1. – С. 18–27.
11. *Abdulrahaman M. D., Faruk N., Oloyede A. A., Surajudeen-Bakinde N. T., Olawoyin L. A., Mejabi O. V., Imam-Fulani Y. O., Fahm A. O., Azeez A. L.* Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review // Heliyon. – 2020. – Vol. 6, Issue 11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>
12. *Coley J. D., Arenson M., Xu Y., Tanner K. D.* Intuitive biological thought: Developmental changes and effects of biology education in late adolescence // Cognitive Psychology. – 2017. – Vol. 92. – Pp. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.11.001>
13. *Murniza M., Halimah B. Z., Azlina A.* Virtual Biology Laboratory (VLab-Bio): Scenario-Based Learning Approach // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2012. – Vol. 69. – Pp. 162–168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.395>
14. *Suciu A., Buruiană A., Repanovici A., Cotoros D., Bou S. F.* Pedagogical Methods for Teaching the Use of Prototyping by 3D Printers // Procedia Manufacturing. – 2019. – Vol. 32. – Pp. 356–359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.225>



15. Sumatokhin S. V., Kalinova G. S. Biology Studies in Russian Schools // Journal of Subject Didactics. – 2016. – Vol. 1, Issue 2. – Pp. 127–132. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.438179>
16. Vorontsov A., Vorontsova E. Current Trends in Russian Scientific and Educational Development in the Context of Worldwide Globalization // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 214. – Pp. 1156–1164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.733>

References

1. Arbuzova E. N., Loshenko V. I., Oparin R. V., Sakharov A. V. *Methodology of teaching biology. For training of personnel of higher qualification: textbook*. Moscow: Yurait Publ., 2023, 201 p. (In Russian)
2. Arbuzova E. N., Yaskina O. A. *Modern and promising technologies of teaching biology at school and university*. Moscow: Flinta Publ., 2022, 207 p. (In Russian)
3. Babkin R. I., Arbuzova E. N. Model of interaction between high school and technopark of pedagogical university in the implementation of modern biological education. *Biological Education: Traditions and Innovations: Proceedings of the I All-Russian Scientific and Practical Conference (Chelyabinsk, October 11–13, 2022)*. Under the scientific editorship of N. V. Efimova, M. V. Semenova. Chelyabinsk: Publishing House South Ural State Humanitarian and Pedagogical University, 2022, pp. 21–26. (In Russian)
4. Gritsay N. B. Methodological training of future biology teachers in the countries of Central and Southern Europe. *Vector of Science of Togliatti State University. Series: Pedagogy, Psychology*, 2015, no. 3 (22), pp. 51–56. (In Russian)
5. Kazakova N. O., Davletova Ch. S., Zholdoshibek K. A. The role of biology textbook at school in the formation of key competencies. *Science, new technologies and innovations of Kyrgyzstan*, 2023, no. 1, pp. 173–177. (In Russian)
6. Saraeva D. V., Arbuzova E. N. Formation of natural-scientific literacy in biological education with the help of immersive educational technologies. *Bulletin of M. Akmulla Bashkir State Pedagogical University*, 2022, no. 1-4 (62), pp. 54–57. (In Russian)
7. Saraeva D. V., Loshenko V. I., Sakharov A. V., Kandalintseva N. V. *Support of teachers of natural science cycle in the organization of project and research activities of students of general education school: a methodical manual*. Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk State Pedagogical University, 2021, 99 p. (In Russian)
8. Sakharov A. V., Mishutina O. V., Arbuzova E. N., Loshenko V. I. Technopark as a resource center of interactive cooperation between school and pedagogical university in the implementation of modern biological education on an integrative basis. *Biological and environmental education of students and schoolchildren: challenges of time and prospects for development: proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of Professor V. I. Matveev (Samara, February 9–10, 2024)*. Edited by A. A. Semenov. Samara: Publishing house of Samara State Socio-Pedagogical University, 2024, pp. 35–39. (In Russian)
9. Sumatokhin S. V. Biology in the updated FSES of the basic general. *Biology in school*, 2021, no. 7, pp. 9–14. (In Russian)
10. Khaibulina K. V. Realization of updated FSES BGE in the work of a biology teacher. *Biology in school*, 2023, no. 1, pp. 18–27. (In Russian)
11. Abdulrahman M. D., Faruk N., Oloyede A. A., Surajudeen-Bakinde N. T., Olawoyin L. A., Mejabi O. V., Imam-Fulani Y. O., Fahm A. O., Azeez A. L. Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 2020, vol. 6, issue 11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>
12. Coley J. D., Arenson M., Xu Y., Tanner K. D. Intuitive biological thought: Developmental changes and effects of biology education in late adolescence. *Cognitive Psychology*, 2017, vol. 92, pp. 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.11.001>



13. Murniza M., Halimah B. Z., Azlina A. Virtual Biology Laboratory (VLab-Bio): Scenario-Based Learning Approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 69, pp. 162–168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.395>
14. Suci A., Buruiană A., Repanovici A., Cotoros D., Bou S. F. Pedagogical Methods for Teaching the Use of Prototyping by 3D Printers. *Procedia Manufacturing*, 2019, vol. 32, pp. 356–359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.225>
15. Sumatokhin S. V., Kalinova G. S. Biology Studies in Russian Schools. *Journal of Subject Didactics*, 2016, vol. 1, issue 2, pp. 127–132. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.438179>
16. Vorontsov A., Vorontsova E. Current Trends in Russian Scientific and Educational Development in the Context of Worldwide Globalization. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2015, vol. 214, pp. 1156–1164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.733>

Информация об авторах

Пирогова Анна Сергеевна – учитель биологии, Средняя общеобразовательная школа № 43; аспирант кафедры биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0009-0002-8441-881X>, a_s_pirogova@mail.ru

Арбузова Елена Николаевна – доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры адаптивной и физической культуры, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, г. Омск, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-6060-3896>, arbuzova-elena@mail.ru

Яковлева Мария Дмитриевна – младший научный сотрудник кафедры биологии и экологии, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0009-0005-5884-2061>, mashayakovleva312001@gmail.com

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

Макеев Александр Александрович – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии, проректор по учебной работе, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0009-0009-1636-1859>, prorector_educat@nspsu.ru

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

Information about the Authors

Anna S. Pirogova – Teacher of Biology, Secondary school no. 43; Postgraduate of the Department of Biology and Ecology Department, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0002-8441-881X>, a_s_pirogova@mail.ru

Elena N. Arbuzova – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Adaptive and Physical Education, Dostoevsky Omsk State University, Omsk, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-6060-3896>, arbuzova-elena@mail.ru

Maria D. Yakovleva – Junior Researcher of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0005-5884-2061>, mashayakovleva312001@gmail.com

Vitalina I. Loshenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-7137-2424>, vitalina_loshenk@mail.ru



Aleksandr A. Makeev – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Ecology, Vice Rector for Academic Affairs, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0009-0009-1636-1859>, prorector_educat@nspu.ru

Andrey V. Sakharov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biology and Ecology, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-5076-2113>, asakharov142@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи к публикации.

Authors' contribution: Authors have all made an equivalent contribution to preparing the article for publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

Поступила: 26.03.2024; одобрена после рецензирования: 20.04.2024; принята к публикации: 30.04.2024.

Received: 26.03.2024; approved after peer review: 20.04.2024; accepted for publication: 30.04.2024.

