

УДК 378.4+372.8

<https://doi.org/10.23951/1609-624X-2022-5-123-131>

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕРГЕНТНОГО ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ

Михаил Александрович Червонный¹, Анна Алексеевна Власова²

^{1,2} *Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия*

¹ *mach@tspu.edu.ru*

² *aav@tspu.edu.ru*

Аннотация

Введение. Современный уровень конвергенции наук и технологий приводит к изменениям в содержании школьных предметов и их новому синтезу в учебном процессе. В региональной школьной практике возникают новые междисциплинарные связи и интегрированные курсы, частично обеспеченные методическими материалами. Условия и результаты развития конвергентного образования в регионе необходимо учитывать при подготовке будущих учителей. Открытие на базе организаций высшего педагогического образования педагогических кванториумов и технопарков как условия материально-технического обеспечения учебного процесса способствует формированию широкого естественно-научного мировоззрения студентов-педагогов. Анализ исследований в области конвергентного образования позволит сформировать представление о новой образовательной парадигме, определить пути преобразования процесса подготовки школьного учителя.

Цель – изучить практики внедрения конвергентного обучения в общеобразовательном процессе, а также запросы на подготовку учителей с новыми качествами, позволяющими учителю внедрять указанные технологии в учебный процесс.

Материал и методы. Методами исследования выступили: опрос, содержащий вопросы как с выбором одного или множественных ответов, так и со свободными ответами; группировка ответов; кластеризация мнений, суждений и оценок; обобщение и анализ.

Результаты и обсуждение. На основе проведенного исследования в 19 школах установлен рейтинг профильного образования и интегрированных курсов. Установлена преемственность интеграционного обучения между основной и старшей школами, возможности и дефициты для развития. Лучшую возможность реализации конвергентного образования респонденты видят в реализации проектного обучения. Одинаково оцениваются проведение курсов и мероприятий.

Заключение. Выводы, полученные на основе анализа результатов исследования, позволяют утверждать, что существуют дефициты экспериментальной деятельности в имеющихся конвергентных школьных курсах, носителей междисциплинарного знания, интеграции таких школьных предметов, как «технология – робототехника», «физика – биология», оснащения учебно-методическими материалами. В то же время положительная тенденция, наметившаяся в регионе, по отображению в школьном и вузовском образовании конвергенции естественных и точных наук, раскрытия взаимосвязи этих наук с технологиями на примере мегапроектов позволяет утверждать о возможности решения проблем. Полученные результаты позволят обогатить дополнительные знаниями и универсальными компетенциями будущих учителей.

Ключевые слова: конвергентное образование в школе, профильная подготовка, подготовка учителей, интеграция науки технологий, интегрированный курс, междисциплинарный подход

Для цитирования: Червонный М. А., Власова А. А. Исследование конвергентного обучения в школьном образовании при подготовке учителей // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2022. Вып. 5 (223). С. 123–131. <https://doi.org/10.23951/1609-624X-2022-5-123-131>

STUDIES OF CONVERGENT LEARNING IN SCHOOL EDUCATION IN TEACHER TRAINING

Mikhail A. Chervonny¹, Anna A. Vlasova²

^{1,2} *Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation*

¹ *mach@tspu.edu.ru*

² *aav@tspu.edu.ru*

© М. А. Червонный, А. А. Власова, 2022

Abstract

Introduction. The modern level of convergence of sciences and technologies leads to changes in the content of school subjects and their new synthesis in the educational process. In regional school practice, new interdisciplinary connections and integrated courses are emerging, partially provided with methodological materials. The conditions and results of the development of convergent education in the region should be taken into account when preparing future teachers. The opening of pedagogical quantoriums and technoparks on the basis of higher pedagogical education organizations as a condition for the material and technical support of the educational process contributes to the formation of a broad natural science worldview of students-teachers. The analysis of research in the field of convergent education will allow us to form an idea of a new educational paradigm, to determine ways to transform the process of training a school teacher.

Aim and objectives. To study the practices of implementing convergent learning in the general education process, as well as requests for training teachers with new qualities that allow the teacher to introduce these technologies into the educational process.

Material and methods. The research methods were: a survey containing questions with a choice of one or multiple answers, and with free answers; grouping of answers; clustering of opinions, judgments and assessments; generalization and analysis.

Results and discussion. Based on the conducted research, a rating of specialized education and integrated courses was established in 19 schools. The continuity of integration education between primary and high schools, opportunities and deficits for development has been established. Respondents see the best opportunity to implement convergent education in the implementation of project-based learning. Courses and events are equally evaluated.

Conclusion. The conclusions obtained on the basis of the analysis of the research results allow us to assert that there are deficits: experimental activities in existing convergent school courses; carriers of interdisciplinary knowledge; integration of such school subjects as Technology – Robotics, Physics – Biology; equipping with teaching materials. At the same time, the positive trend that has emerged in the region in displaying the convergence of natural and exact sciences in school and university education, revealing the relationship of these sciences with technologies on the example of megaprojects, allows us to assert the possibility of solving problems. The results obtained will enrich future teachers with additional knowledge and universal competencies.

Keywords: convergent education at school, profile training, teacher training, integration of science and technology, integrated course, interdisciplinary approach

For citation: Chervonny M. A., Vlasova A. A. Issledovaniye konvergentnogo obucheniya v shkol'nom obrazovanii pri podgotovke uchiteley [Studies of Convergent Learning in School Education in Teacher Training]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta – Tomsk State Pedagogical University Bulletin*, 2022, vol. 5 (223), pp. 123–131 (In Russ.). <https://doi.org/10.23951/1609-624X-2022-5-123-131>

Введение

Для системы учреждений высшего педагогического образования актуальна задача модернизации процесса подготовки педагогов-студентов по ряду факторов. Мы выделяем два самых важных, на наш взгляд, фактора, влияющих на этот процесс. Это, во-первых, высокая конвергенция современного процесса развития наук и технологий. А это значит, что о конвергенции как о высокой интеграции в процессе развития наук и технологий, их взаимном проникновении [1] должны знать и действовать в этих условиях обучающиеся школ. Очевидно, что иметь универсальные представления о конвергенции наук и технологий, а также обладать навыками конвергентных исследований должны настоящие и будущие учителя. Во-вторых, фактором модернизации подготовки педагогов выступает обновление образовательных стандартов основного и общего образования, их направленность на развитие функциональной грамотности обучающихся образовательных организаций, раскрытие их потенциала в исследовательской и проектной деятельности.

В свою очередь, обучение естественно-научной и математической грамотности, выступающей компонентами функциональной грамотности школь-

ников, широкое внедрение исследовательского и проектного способов деятельности также являются определяющими элементами в процессе развития конвергенции и в содержании обучения, и в формах учебной деятельности. Можно утверждать, что эти элементы выступают не только как средства, но и как предмет конвергенции образования, фактически образуют ядро метапредметных результатов обучения школьников. Для будущего успешного формирования у школьников метапредметных результатов будущие учителя должны быть сами активно погружены в конвергентное содержание наук и технологий, а также использовать построение интегрированных курсов, обеспечивающих такие результаты.

В связи с созданием практически во всех организациях высшего педагогического образования педагогических кванториумов и технопарков универсальных педагогических компетенций появляется возможность практического обеспечения учебного процесса, направленного на раскрытие интеллектуального потенциала студентов-педагогов и формирование широкого естественно-научного мировоззрения, выходящего за рамки «узкопредметной подготовки».

Из этого следует, что для профессорско-преподавательского коллектива важно иметь представление о том, как происходит конвергенция в школьном образовании как в теории, так и на практике, прежде всего в региональном. Также важно знать, какие в связи с этим существуют потребности и запросы школ на компетенции будущих учителей.

Под конвергенцией в образовании в данном случае мы имеем в виду построение и реализацию единых учебных дисциплин, проведение комплексных мероприятий, отражающих интегрирующий характер научных знаний и технологий на базе общих фундаментальных закономерностей развития естественных, гуманитарных и социальных наук. При этом следует обеспечивать необходимый уровень внедрения исследовательских и проектных образовательных технологий в отдельных учебных дисциплинах, интегрированных курсах и в целом в образовательном пространстве школы.

Обратимся к известным конвергентным разработкам современности. Успехи исследований, проводимых в рамках конвергирующей науки, заключаются в создании разнообразных устройств и реализации масштабных, в том числе достаточно необычных межпредметных проектов (молекулярные компьютеры, проект «Blue Brain», синхротрон «СКИФ» и многое другое) [2, 3]. Создание этих устройств, а также реализация ряда комплексных мегапроектов стали возможными благодаря применению гибридных технологий, к которым относят нано-, био-, инфо-, когно-, а также социогуманитарных технологий, образующих так называемую NBICS-конвергенцию [4]. Достижение таких результатов ученые связывают с синергетическим эффектом NBICS-конвергенции, с осознанием того, что процесс понимания человеком самого себя тесно связан с процессом познания окружающего мира [5]. Характерно, что исследователи указывают и на революционизирующее воздействие NBICS-технологий при смене традиционного инженерного мышления на инновационное [6, с. 5]. В частности, инженер в старой парадигме решал поставленную перед ним задачу, не представляя всего контекста, причем не только общественного и культурного, но и даже технологического [6, с. 9]. Традиционная деятельность как минимум не дает инновационного будущего (поскольку перспективные идеи реализуются на границах), а как максимум, возможно, приведет к разрушительным для человека, социума и окружающей среды результатам. Таким образом, понимание важности влияния высоких гибридных NBIC-технологий приводит к изменениям в построении процесса подготовки инженерных кадров [7]. В целом революционное влияние конвергенции наук и технологий на систему образования приводит к тому, что некоторые

исследователи говорят о приходе новой парадигмы научного знания и способах его освоения – конвергентной [8, с. 61]. Реализация новой образовательной парадигмы требует специалистов принципиально нового класса, подготовленных на междисциплинарной основе [9, с. 64]. Также для системы школьного образования становится актуальным вопрос: как интегрировать знания в соответствии с новой парадигмой конвергентного обучения, в частности, по естественно-научным предметам, если преподавание связано с разделением предметов? [10, с. 59]. В практике школ в том или ином виде появляются решения и ответы на данные проблемы и вопросы. Изучение школьной эмпирики, запросов на новые качества выпускников педагогических вузов одновременно с продвижением системных решений в учебном и организационном процессах педагогического вуза позволит отвечать вызовам научно-технологическому развитию нашей страны. Изучение запросов на подготовку педагогов с новыми качествами как со стороны отдельных педагогов, так и общеобразовательных учреждений в целом является необходимой практикой для развития подготовки в педагогических вузах. Четыре года ранее мы начали проводить исследования, связанные с развитием образовательных технологий в обучении и запросами общеобразовательных организаций на компетенции будущих педагогов. Непосредственно по направлениям, сопряженным данной темой, исследованы и опубликованы обобщенные запросы педагогов на подготовку выпускников педагогического вуза по технологиям обучения в области естественных наук, и в частности использованию технологии STEM-образования. Также были получены обобщенные результаты применения учителями физики традиционных и инновационных образовательных технологий и изучено их мнение о том, какие качества современных студентов-педагогов необходимо развивать [11]. Была изучена готовность общеобразовательных учреждений и отдельно педагогов-физиков к реализации STEM-технологий [12] и др. В настоящее время анализируются разные исследовательские материалы о состоянии конвергентного образования в школах и учреждениях высшего педагогического образования.

Материал и методы

Осенью 2021 г. было проведено исследование по изучению вопросов интеграции учебного материала школьных предметов в общеобразовательных учреждениях Томской области. Также изучались вопросы по определению состояния профильного обучения, состава интегрированных курсов в учебном процессе, присутствия компонента экспериментальной деятельности междисциплинарной на-

правленности, уровня проведения исследовательской и проектной деятельности с обучающимися. Мы выясняли ситуацию с методическим и кадровым сопровождением интегрированных дисциплин, включая возможности и проблемы школ в этой сфере учебной деятельности. В целом в исследовании участниками выступили педагоги и административно-управленческий персонал 19 общеобразовательных учреждений из городской и сельской местности.

Методами исследования выступили: опрос, содержащий вопросы как с выбором одного или множественных ответов, так и со свободными ответами; группировка ответов; кластеризация мнений, суждений и оценок; обобщение и анализ.

Результаты и обсуждение

Среди первых вопросов участникам были поставлены вопросы для определения вариантов профильного образования в их школах с целью последующего формирования рейтинга профилей имеющейся выборки школ городской и сельской местности. Вопросы ставились для двух уровней школьного образования и первый из них: какие профили существуют в вашем ОУ на уровне среднего общего образования (10–11-е кл.)? Имеющиеся ответы после группировки были распределены по частоте упоминания в порядке убывания, что образовало следующий рейтинг образовательных профилей: *естественно-научный* – 12, *универсальный* – 11, *технологический* – 8, *гуманитарный* – 7, *социально-экономический* – 5. В выборке лидирует естественно-научный профиль; в целом в полученном рейтинге в Томской области приоритет перед гуманитарным и социально-экономическим профилями удерживают естественно-научный и технологический профили. Естественной является ситуация, в которой при переходе к удаленным сельским школам увеличивается количество классов универсального профиля, что объясняется уменьшением контингента обучающихся, недостатками кадрового и методического обеспечения.

Последующие вопросы определяли количество интегрированных курсов по уровням образования, в частности: какие интегрированные курсы проводятся в вашем общеобразовательном учреждении на уровне основного общего образования (только 7–9 кл.) и какие на уровне среднего общего образования (10–11 кл.)? Здесь в вопросе об интегрированных курсах для основной школы исключены 5–6 классы, поскольку был взят более осознанный уровень целостного понимания школьниками наук и технологий. Для этого рассматривались интегрированные курсы, проводимые в основной школе для предпрофильных 7–9 классов.

Имеющиеся ответы были обобщены для предметов и сгруппированы по одинаковой частоте упоминания. Результаты представлены в табл. 1 для сравнения двух уровней образования.

Таблица 1
Наименование интегрированных курсов и частота их упоминания на двух уровнях образования

Частота упоминания	Основная школа (только 7–9 классы)	Среднее общее образование (10–11 классы)
5		Биохимия
4	Экология	Естествознание
2		Экология
1	<i>Естественно-научные предметы</i>	
	Химия вокруг нас Мирный атом Здоровая среда Реальная математика Черчение	Физическая химия Биотехнология Основы медицинских знаний
	<i>Другие предметы</i>	
	Социальная экология Родной язык и литература	Основы педагогики и психологии Основы обществоведения Финансовая грамотность Индивидуальный проект

Сравнительный анализ данных позволяет сделать вывод о преемственности в процессе реализации интегрированных курсов в основной и профильной школе. Можно утверждать, что наблюдается преемственность в реализации межпредметного образования в школе при переходе от основной к средней общей школе в рамках интегрированных курсов. Так, в переходе от основной к старшей школе проявляется специализация от дисциплин, обеспечивающих интеграцию содержания общих представлений наук и технологий в 7–9 классах к дисциплинам, интегрирующим конкретное содержание наук и технологий в 10–11 классах. В частности, содержание дисциплины «Химия вокруг нас» перерастает в содержание дисциплин «Физическая химия» и «Биохимия», а содержание курса «Здоровая среда», в курс «Основы медицинских знаний» и т. п.

Были получены результаты по исследованию вопроса об имеющихся учебниках и программах для обеспечения интегрированных курсов. В частности, был задан вопрос: какие программы и учебники каких авторов используются для занятий в рамках указанного курса? Аналогично, как и в предыдущем случае, вопрос задавался для двух уровней образования: основного и среднего общего образования. Для начала по результатам опроса были сгруппированы ответы по дисциплинам, для которых учителя указывали наличие учебников и специально разработанных образовательных про-

грамм интегрированного характера. Таким образом выявлен следующий «рейтинг» учебно-программной обеспеченности (табл. 2).

Таблица 2

Частота упоминания учебников и программ интегрированных курсов

Частота упоминания	Основная школа (только 7–9 классы)	Среднее общее образование (10–11 классы)
<i>Учебники</i>		
5		Естествознание
4		Биохимия
3	Экология	
2		Физическая химия
1	Математика (для интегрированного курса типа «Математика вокруг нас»)	Биотехнология Основы фармакологии Основы обществоведения
<i>Программы</i>		
	Исследовательская и проектная деятельность Социальная деятельность Профессиональная ориентация Здоровый и безопасный образ жизни Математика вокруг нас	Не указаны

В 7–9 классах достаточно представлено обеспечение дисциплины «Экология», для которой имеются соответствующие учебники. Достаточна база учебно-программного обеспечения для организации и реализации интегрированных дисциплин основной школы вкупе с математикой. Посредством учебников и учебно-методических разработок обеспечиваются межпредметные связи математики с экономикой, культурой, искусством. Учителя указывают на имеющийся учебный материал, позволяющий продемонстрировать школьникам использование математического аппарата, например при программировании игр или разработке роботов. Таким образом, возникает такая дисциплина, как, например, «Математика вокруг нас». Математика в интегрированной дисциплине рассматривается как инструмент для различных технологий при моделировании экономических и физических процессов и явлений, программировании, конструировании роботов и т. д.

В старших классах имеются учебники, а также учебно-методическое обеспечение реализации дисциплин: естествознание, биохимия, физическая химия. Частота учебников для этих дисциплин превышает единицу. На основе более редких учебников реализуются курсы «Биотехнология», «Основы фармакологии», «Основы обществоведения».

Опрашиваемые педагоги указали использование разработанных программ для основной школы из

опубликованного сборника [13], однако при этом не определили образовательных программ для старшей школы. Также учителями определены два пособия для двух уровней образования, позволяющие обеспечивать методически проектную и исследовательскую деятельность школьников [14, 15].

На следующем шаге исследования устанавливался рейтинг учителей-предметников, занимающихся интегрированными курсами. Были собраны, проанализированы и обобщены ответы на вопросы: кто из учителей-предметников ведет интегрированный курс на уровне основного общего образования? кто из учителей-предметников ведет интегрированный курс на уровне среднего общего образования? Полученные ответы были обобщены и сгруппированы по частоте упоминания (табл. 3).

Таблица 3

Определение учителей, занимающихся интегрированными курсами в школе

Частота упоминания	Основная школа (только 7–9 классы)	Среднее общее образование (10–11 классы)
≥ 6	учитель биологии (6)	учитель биологии (8)
≥ 3	учитель химии (3) учитель географии (3)	учитель химии (5)
≥ 1	учитель физики (1)	учитель физики (2)
1	учитель математики учитель русского языка и литературы учитель изо	учитель математики учитель географии учитель обществознания

В результате в рейтинге на первое место на обоих уровнях образования в качестве педагога, который читает интегрированные курсы, выходит учитель биологии, затем учитель химии. Среди остальных учителей (математики, географии, русского языка и литературы, изо и обществознания), занимающихся интегрированными курсами, только учитель физики упоминается два раза и только на уровне старших классов.

Отдельная часть исследования была посвящена выяснению позиции экспериментальной и проектной деятельности в рамках интегрированных курсов (табл. 4). Опрос респондентов проведен также на уровне основной школы (только 7–9 классы) и старшей школы (10–11 классы).

В результате отмечено единство мнений: мнения респондентов проявились одинаковым образом для обоих уровней, как для экспериментальной, так и для проектной деятельности, проводимой в рамках курсов.

При этом установлено, что экспериментальная деятельность в большинстве случаев не стала частью таких курсов. В противоположной ситуации (частота упоминания ответов «да» равна 9 против ответов «нет» с частотой, равной 6) находится про-

ектная деятельность — она стала частью таких курсов в процессах конвергенции на двух исследуемых уровнях образования.

Таблица 4

Таблица упоминания экспериментальной и проектной деятельности в интегрированных курсах

Частота упоминания	Основная школа (только 7–9 классы)	Среднее общее образование (10–11 классы)
Является ли экспериментальная деятельность частью курса?		
11	Нет	Нет
4	Да	Да
4	Не дали ответа	Не дали ответа
Является ли проектная деятельность частью курса?		
9	Да	Да
6	Нет	Нет
4	Не дали ответа	Не дали ответа

Следующие вопросы устанавливались в целом для основной школы и старшей школы.

Были получены ответы на вопрос: какие возможности для реализации междисциплинарного подхода в вашем ОУ вы видите (мероприятие, курс, проектное обучение, соединение научных знаний с технологиями и т. д.)? Частоты упоминания приведены на диаграмме (рис. 1).

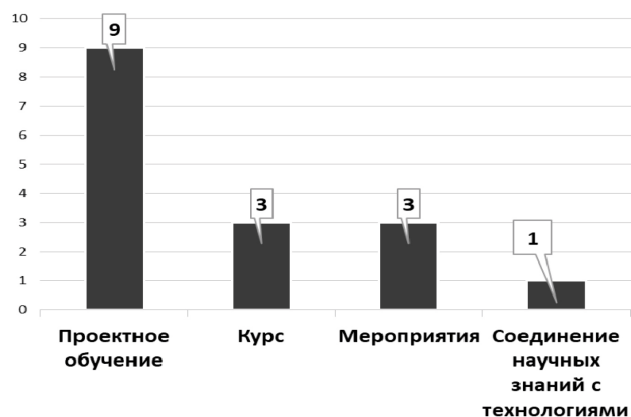


Рис. 1. Определение возможностей реализации междисциплинарного подхода в школе

Лучшую возможность для реализации междисциплинарного подхода в своем ОУ респонденты видят в реализации проектного обучения. Одинаково с этим для реализации междисциплинарного подхода в школе оценивается и возможность проведения курсов и мероприятий.

Наряду с определением перспектив развития конвергенции содержания образовательных дисциплин изучались и проблемы реализации. Обработывались как закрытые, так и открытые ответы на

вопрос: какие дефициты испытывает ваша школа в реализации междисциплинарного подхода? Среди ответов предлагались: не хватает носителей междисциплинарных знаний; повышения квалификации; консультаций со специалистами; часов в учебном плане; практических научно-методических мероприятий, другое. Полные результаты выявления дефицитов и частота их упоминания приведены на диаграмме (рис. 2).



Рис. 2. Дефициты школ при реализации интегрированных курсов

Самые большие дефициты опрошенные коллеги связывают с нехваткой носителей междисциплинарных знаний и практических научно-методических мероприятий. Третьим дефицитом является нехватка учебных часов в учебном плане для реализации интегрированных курсов.

Заключение

В данных материалах исследования приводятся результаты об исполнителях конвергентного образования в школах, а именно: кто из учителей больше остальных реализует интегрированные курсы, направленные на реализацию представлений о синтезе современных наук и технологий. Лидерство удерживают учителя биологии и химии.

Зафиксировано, что экспериментальная деятельность не стала в большинстве случаев важной частью интегрированных курсов, что свидетельствует о недоступности необходимого оборудования, методических материалов, временных ресурсов. В конвергентном образовании педагоги видят большие перспективы в реализации проектной деятельности школьников.

Также по полученным результатам можно сделать еще ряд выводов. В частности, следует обратить внимание на то, что школы отметили нехватку носителей междисциплинарного знания, а также

мероприятий, которые устраняют дефицит такого знания у действующих учителей.

Больше всего среди школьных дисциплин наблюдается конвергенция между химией, биологией и в несколько меньшей степени проявляется конвергенция с ними физики и не совсем школьной медицины. Проявляется преобладание в основной школе курсов экологии, а в старшей школе курсов естествознания. К сожалению, экспериментальный компонент интегрированных курсов недостаточно развит на обоих уровнях.

Фактически не зафиксирована интеграция, сближение дисциплины технологии с другими естественно-научными дисциплинами на практике, хотя такое сближение вполне обосновано. Так, школьный предмет «Технология» хорошо интегрируется с робототехникой, содержание которой практически становится повсеместным в школе в той или иной программе учебных дисциплин.

В основной школе существенно выделяется рассмотрение математики и способов ее применения в науке, культуре, быту, различных прикладных аспектах: моделирование, программирование, решение практических задач и др.

Нами зафиксировано недостаточное количество интегрированных дисциплин, реализующих содержание физики с другими науками и технологиями. Тем не менее для предпрофильной подготовки школьников в области физики и инженерии выпускаются необходимые пособия [16, 17]. Их содержание предназначено для формирования актуальных компетенций, позволяющих научно объяснять как природные, так и технологические явления. Школьники на системе заданий учатся применять методы естественно-научного исследования, предлагать обоснованные с позиции науки и технологий решения проблем, а также знакомятся с различными направлениями профессиональной деятельности, связанными с современным естествознанием.

В целом в региональном образовании проявляется тенденция по отображению в содержании учебных дисциплин иллюстраций конвергенции естественных и точных наук, раскрытия взаимосвязи этих наук с технологиями на примерах реше-

ния учеными и инженерами практических и расчетных задач, а также реализации проектной деятельности. Однако уровень сопровождения методическими пособиями и учебниками дисциплин, обеспечивающих конвергенцию наук и технологий в школьном образовании, особенно в практическом плане реализации, остается недостаточным. Таким образом, эти результаты следует учитывать при подготовке будущих учителей. В учебном процессе появляются возможности реализации единого интегрированного курса, раскрывающего конвергенцию естественных, гуманитарных и социальных наук, что можно осуществлять на базе NBICS-конвергенции. Открытие в педагогическом вузе технопарка универсальных педагогических компетенций позволяет наполнить интегрированные курсы, существующие чаще всего как теоретические, практическим исследовательским материалом. Курс должен включать изучение большого перечня задач по развитию функциональной грамотности как у школьников, так и у студентов. Также следует обеспечить демонстрационный и экспериментальный виды деятельности для студентов-педагогов прежде всего межпредметного характера. Следует придерживаться идеи формирования групп студентов-педагогов разных факультетов для совместной проектной и исследовательской работы, адаптируя затем лучшие ее формы на школьниках в центрах дополнительного образования, осуществляющих свою деятельность при вузе. Эта форма может обогатить дополнительными знаниями и универсальными компетенциями будущих педагогов. Для будущих учителей-физиков, по всей видимости, необходим практический курс по разработке и реализации как школьных образовательных программ, так и программ дополнительного образования детей, в которых рассматривается содержание физики в купе с другими науками (химией, биологией, робототехникой, медициной и т. п.). Такие курсы, что также показало данное исследование, являются востребованными в практике реализации в старшей школе технологического и естественно-научного профильного образования.

Список источников

1. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее // Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6, №1–2. С. 13–23.
2. Рамбиди Н. Г. Нанотехнологии и молекулярные компьютеры. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 256 с.
3. Гвоздев А. В Сибири началась сборка синхротрона для источника фотонов «СКИФ» // Газета.ru 17.05.2022 URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2022/05/17/17755358.shtml> (дата обращения: 19.05.2022).
4. Казанцев А. К., Киселев В. Н., Рубальтер Д. А., Руденский О. В. NBIC-технологии: Инновационная цивилизация XXI века / под ред. А. К. Казанцева, Д. А. Рубальтера. М.: ИНФРА-М, 2019. 384 с.
5. Аматава Н. Е. Социальные последствия внедрения NBIC-технологий: риски и ожидания // Universum: Общественные науки: электрон. научн. журн. 2014. № 8 (9). URL: <http://7universum.com/ru/social/archive/item/1549> (дата обращения: 16.05.2022).

6. Багдасарьян Н. Г., Кошик В. С. НБИК-технологии как вызов образованию // Гуманитарный вестник. 2018. № 1 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nbik-tehnologii-kak-vyzov-obrazovaniyu> (дата обращения: 23.05.2022). DOI 10.18698/2306-8477-2018-1-500
7. Свечкарёв В. П., Олишевский Д. П. Организационные и образовательные аспекты НБИКС-конвергенции // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2017. №1 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnye-i-obrazovatelnye-aspekty-nbiks-konvergensii> (дата обращения: 23.05.2022).
8. Баксанский О. Е. Конвергенция знаний, технологий и общества: стратегические цели NBICS-конвергенции // Педагогика и просвещение. 2014. Вып. 1 (13). С. 46–62. DOI: 10.7256/2306-434X.2014.1.11927
9. Крысанова О. А. NBIC-конвергенция наук: готовы ли мы к ней? // Вестник молодых ученых и специалистов Самарского гос. ун-та. 2014. № 2 (5). С. 61–65.
10. Борзова З. В. Интеграция предметов естественного цикла – требование времени // Вестник Тюменского областного гос. ин-та развития регионального образования. 2020. № 1 (44). С. 58–59.
11. Червонный М. А., Швалёва Т. В., Власова А. А. Исследование запросов учителей на подготовку студентов педагогического вуза по образовательным технологиям (на примере физики) // Вестник Томского государственного университета. 2021. № 471. С. 197–204. DOI: 10.17223/15617793/471/23
12. Червонный М. А., Швалёва Т. В., Власова А. А. Исследование готовности учителей физики к реализации STEM-образования // Russian Journal of Education and Psychology 2020. Vol. 11, № 5. С. 93–108. DOI: 10.12731/2658-4034-2020-5-93-108
13. Сборник программ. Исследовательская и проектная деятельность. Социальная деятельность. Профессиональная ориентация. Здоровый и безопасный образ жизни. Основная школа / С. В. Третьякова, А. В. Иванов, С. Н. Чистякова и др.; авт.-сост. С. В. Третьякова. 2-е изд. М.: Просвещение, 2014. 96 с.
14. Организация проектной деятельности в школе в свете требований ФГОС: метод. пособие / А. В. Роготнева, Л. Н. Тарасова и др. М.: Владос, 2018. 119 с.
15. Леонтович А. В., Саввичев А. С. Исследовательская и проектная работа школьников. 5–11 классы. 3-е изд. М.: Вако, 2018. 160 с.
16. Инженеры будущего. Физика. 7 класс: учебное пособие для общеобр. организаций: углубл. уровень: в 2 ч. / Ю. А. Панебратцев, В. В. Белая, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков; под ред. Ю. А. Панебратцева. М.: Просвещение, 2021. Ч. 1. 160 с.
17. Инженеры будущего. Физика. 7 класс: учебное пособие для общеобр. организаций: углубл. уровень: в 2 ч. / Ю. А. Панебратцев, В. В. Белая, Н. И. Воронцова, И. А. Ломаченков; под ред. Ю. А. Панебратцева. М.: Просвещение, 2021. Ч. 2. 160 с.

References

1. Koval'chuk M. V. Konvergentsiya nauk i tekhnologiy – proryv v budushcheye [Convergence of sciences and technologies – a breakthrough into the future]. *Rossiyskiye nanotekhnologii – Russian nanotechnologies*, 2011, vol. 6, no. 1–2, pp. 13–23 (in Russian).
2. Rambidi N. G. *Nanotekhnologii i molekulyarnyye komp'yutery* [Nanotechnologies and molecular computers]. Moscow, FIZMATLIT Publ., 2007. 256 p. (in Russian).
3. Gvozdev A. V Sibiri nachalas' sborka sinkhrotrona dlya istochnika fotonov “SKIF” [Synchrotron assembly for the SKIF photon source has begun in Siberia]. *Gazeta.ru* (in Russian). URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2022/05/17/17755358.shtml> (accessed 19 May 2022).
4. Kazantsev A. K., Kiselev V. N., Rubval'ter D. A., Rudenskiy O. V. *NBIC-tehnologii: Innovatsionnaya tsivilizatsiya XXI veka* [NBIC-technologies: Innovative civilization of the XXI century]. Moscow, INFRA-M Publ., 2019. 384 p. (in Russian).
5. Amatova N. Ye. Sotsial'nyye posledstviya vnedreniya NBIC-tehnologiy: riski i ozhidaniya [Social Consequences of Implementing NBIC Technologies: Risks and Expectations]. *Universum: Obshchestvennyye nauki: elektronnyy nauchnyy zhurnal – Universum: Social Sciences: electronic scientific journal*, 2014, no. 8 (9) (in Russian). URL: <http://7universum.com/ru/social/archive/item/1549> (accessed 16 May 2022).
6. Bagdasar'yan N. G., Koshik V. S. NBIC-tehnologii kak vyzov obrazovaniyu [NBIC technologies as a challenge to education]. *Gumanitarnyy vestnik – Humanitarian Bulletin*, 2018, no. 1 (63) (in Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nbik-tehnologii-kak-vyzov-obrazovaniyu> (accessed 23 May 2022). DOI 10.18698/2306-8477-2018-1-500
7. Svechkarev V. P., Olisheskiy D. P. Organizatsionnyye i obrazovatel'nyye aspekty NBIKS-konvergensii [Organizational and educational aspects of NBICS convergence]. *Elektronnyy nauchnyy zhurnal “Inzhenernyy vestnik Dona” – Electronic scientific journal “Engineering Bulletin of the Don”*, 2017, no 1 (44) (in Russian). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionnye-i-obrazovatelnye-aspekty-nbiks-konvergensii> (accessed 23 May 2022).
8. Baksanskiy O. Ye. Konvergentsiya znaniy, tekhnologiy i obshchestva: strategicheskiye tseli NBICS-konvergensii [Convergence of Knowledge, Technology and Society: Strategic Goals of NBICS Convergence]. *Pedagogika i prosveshcheniye – Pedagogy and Education*, 2014, vol. 1 (13), pp. 46–62 (in Russian). DOI: 10.7256/2306-434X.2014.1.11927

9. Krysanova O. A. NBIC-konvergentsiya nauk: gotovy li my k ney? [NBIC-Convergence of Sciences: Are we ready for it?]. *Vestnik molodykh uchenykh i spetsialistov Samarskogo gosudarstvennogo universiteta – Bulletin of Young scientists and specialists of Samara State University*, 2014, no. 2 (5), pp. 61–65 (in Russian).
10. Borzova Z. V. Integratsiya predmetov yestestvennogo tsikla – trebovaniye vremeni [Integration of natural science subjects cycle – the requirement of the time]. *Vestnik Tyumenskogo oblastnogo gosudarstvennogo instituta razvitiya regional'nogo obrazovaniya – Bulletin of the Tyumen Regional State Institute for the Development of Regional Education*, 2020, no. 1 (44), pp. 58–59 (in Russian).
11. Chervonnyy M. A., Shvalyova T. V., Vlasova A. A. Issledovaniye zaprosov uchiteley na podgotovku studentov pedagogicheskogo vuza po obrazovatel'nykh tekhnologiyam (na primere fiziki) [Study of teachers' requests for the training of students of a pedagogical university in educational technologies (on the example of physics)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Bulletin*, 2021, no. 471, pp. 197–204 (in Russian). DOI: 10.17223/15617793/471/23
12. Chervonnyy M. A., Shvalova T. V., Vlasova A. A. Issledovaniye gotovnosti uchiteley fiziki k realizatsii STEM-obrazovaniya [A study of the readiness of physics teachers to implement STEM education]. *Russian Journal of Education and Psychology*, 2020, vol. 11, no. 5, pp. 93–108 (in Russian). DOI: 10.12731/2658-4034-2020-5-93-108
13. Tret'yakova S. V., Ivanov A. V., Chistyakova S. N. et al. *Sbornik programm. Issledovatel'skaya i proyektnaya deyatel'nost'. Sotsial'naya deyatel'nost'. Professional'naya oriyentatsiya. Zdorovyy i bezopasnyy obraz zhizni. Osnovnaya shkola* [Collection of programs. Research and design activities. Social activity. Professional orientation. Healthy and safe lifestyle. Main school]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 2014. 96 p. (in Russian).
14. Rogotneva A. V., Tarasova L. N. et al. *Organizatsiya proyektnoy deyatel'nosti v shkole v svete trebovaniy FGOS: metodicheskoye posobiye* [Organization of project activities at school in the light of the requirements of the Federal State Educational Standard: methodological guide]. Moscow, Vlado Publ., 2018. 119 p. (in Russian).
15. Leontovich A. V., Savvichev A. S. *Issledovatel'skaya i proyektnaya rabota shkol'nikov. 5–11 klassy* [Research and project work of schoolchildren. 5–11 grades]. Moscow, Vako Publ., 2018. 161 p. (in Russian).
16. Panebrattsev Yu. A., Belaga V. V., Vorontsova N. I., Lomachenkov I. A. *Inzheneriy budushchego. Fizika. 7 klass. V 2 chastyakh. Chast' 1: uchebnoye posobiye dlya obshcheobrazovatel'nykh organizatsiy: uglublublennyy uroven': v 2 chastyakh* [Engineers of the future. Physics. 7th grade. In two parts. Part 1: textbook for educational institutions: advanced level]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 2021. 160 p. (in Russian).
17. Panebrattsev Yu. A., Belaga V. V., Vorontsova N. I., Lomachenkov I. A. *Inzheneriy budushchego. Fizika. 7 klass. V 2 chastyakh. Chast' 2: uchebnoye posobiye dlya obshcheobrazovatel'nykh organizatsiy: uglublublennyy uroven'* [Engineers of the future. Physics. 7th grade. In two parts. Part 2: textbook for educational institutions: advanced level]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 2021. 160 p. (in Russian).

Информация об авторах

Червонный М. А., доктор педагогических наук, профессор, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061).

Власова А. А., кандидат педагогических наук, доцент, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061).

Information about the authors

Chervonnyy M. A., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Tomsk State Pedagogical University (ul. Kiyevskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).

Vlasova A. A., Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Tomsk State Pedagogical University (ul. Kiyevskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061).

Статья поступила в редакцию 25.05.2022; принята к публикации 01.08.2022

The article was submitted 25.05.2022; accepted for publication 01.08.2022