

*Попова Ольга Викторовна
доктор педагогических наук, профессор кафедры педагогики и психологии,
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М.
Шукшина, Бийск, Россия
olgapopova677113@gmail.com*

*Беликова Радмила Михайловна
кандидат биологических наук, доцент кафедры естественно-научных
дисциплин, Алтайский государственный гуманитарно-педагогический
университет им. В.М. Шукшина, Бийск, Россия
radmila.belikova.76@list.ru*

*Новолодская Елена Геннадьевна
кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики и психологии,
Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М.
Шукшина, Бийск, Россия
novoleg2508@yandex.ru*

Естественнонаучный компонент функциональной грамотности обучающихся: теория и практика формирования и развития

Исследование выполнено при поддержке Министерства просвещения РФ в рамках государственного задания АГГПУ им. В.М. Шукшина на выполнение НИР «Формирование естественно-научного компонента функциональной грамотности обучающихся», № государственной регистрации темы 122050400046-8.

Аннотация. Вызовы современного общества диктуют новые требования к развитию системы образования в целом, а также к организации процесса обучения в школе. Одновременно с этим происходит смена модели сознания и оценки учебных достижений обучающихся, формируются новые стандарты содержания и формата школьного образования. В данном контексте необходим поиск новых путей формирования и развития функциональной грамотности обучающихся и составляющих ее компонентов. Одним из приоритетных направлений в современном российском образовании стало развитие естественнонаучной грамотности школьников. В статье представлен анализ публикаций отечественных и зарубежных исследователей по проблемам понимания сущности естественнонаучной грамотности обучающихся, ее формирования и развития в системе образования. Объектом представленного в статье исследования выступает естественнонаучная грамотность обучающихся и современное состояние ее формирования и развития в системе образования. Предметом исследования являются подходы в преподавании естественнонаучных дисциплин и условия формирования компетенций естественнонаучной грамотности. Исследование имело цель на основе изучения и анализа отечественного и зарубежного опыта определить оптимальные условия и наиболее эффективные подходы в формировании естественнонаучного компонента функциональной грамотности обучающихся при реализации образовательных программ основного общего образования. В задачи исследования входил анализ научно-методической литературы, отражающей опыт зарубежных и отечественных исследователей по формированию и оценке развития естественнонаучной грамотности; выявление на основе проведенного анализа недостатков теории и практики естественнонаучного образования, а также оптимальных условий формирования естественнонаучного компонента функциональной грамотности обучающихся. В исследовании были использованы теоретические методы: изучение данных научно-методической литературы, анализ и обобщение. Авторами статьи

рассматривается ряд недостатков в теории и практике естественнонаучного образования, актуальность эффективного использования некоторых подходов в преподавании дисциплин естественнонаучного направления для повышения уровня достижений российских школьников в области естественнонаучной грамотности. Раскрывается роль Технопарка как инновационной образовательной среды с точки зрения формирования естественнонаучной грамотности через развитие знаний, умений и навыков проектной деятельности школьников в области естественных наук. В статье описаны оптимальные условия формирования естественнонаучной грамотности обучающихся, а также опыт применения STEM-подхода в рамках реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы на базе Технопарка универсальных педагогических компетенций Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина.

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность, STEM-подход, международные исследования TIMSS и PISA, функциональная грамотность.

Введение

В последние годы функциональная грамотность стала одним из приоритетных направлений модернизации отечественного образования, являясь актуальной темой в теоретических исследованиях и практике преподавания школьных предметов. С учетом быстро меняющейся социально-экономической обстановки, проблемами в реализации требований федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), необходимы новые концептуальные решения в области формирования и развития функциональной грамотности обучающихся и составляющих ее компонентов.

Основной задачей методистов становится разработка инновационных подходов развития функциональной грамотности обучающихся на всех уровнях образования от общеобразовательных и средне специальных учебных заведений до вузов, а также критериев оценки ее сформированности. Актуальность проводимого нами теоретического исследования обусловлена тем, что в настоящее время методистами и преподавателями образовательных учреждений ведется поиск оптимальных условий формирования компетенций естественнонаучной грамотности, форм и методов преподавания учебных предметов, направленных на приобретение прочных знаний, формирование практических умений, развитие критического мышления и «мягких» навыков у обучающихся. Чтобы обеспечить их эффективное практическое применение, необходимо обобщить отечественный и зарубежный опыт в области формирования и развития функциональной грамотности, в частности ее естественнонаучного компонента.

Об актуальности естественнонаучной грамотности в отечественном образовании стали говорить с того момента, как наша страна начала принимать участие в международных мероприятиях по оценке качества результатов образования (TIMSS и PISA). В исследованиях TIMSS изучается и оценивается степень освоения обучающимися учебной программы, для чего предлагаются задания на выполнение действий по алгоритму, определенному «шаблону». PISA предъявляет иные требования, задания носят контекстный характер т.е. основной акцент делается на жизненные ситуации или реальные проблемы, которые необходимо проанализировать и решить.

Целью нашего исследования стал поиск оптимальных условий и эффективных подходов в формировании естественнонаучного компонента функциональной грамотности обучающихся при реализации образовательных программ основного общего образования.

Объектом исследования выступает естественнонаучная грамотность обучающихся и современное состояние ее формирования и развития в системе

образования. Предмет исследования – подходы в преподавании естественнонаучных дисциплин и условия формирования компетенций естественнонаучной грамотности.

Задачи исследования:

- на основе публикаций отечественных и зарубежных исследователей проанализировать опыт по формированию и развитию естественнонаучной грамотности обучающихся в современной системе образования;
- сформулировать недостатки в теории и практике естественнонаучного образования;
- обосновать актуальность эффективного использования некоторых подходов в преподавании дисциплин естественнонаучного направления;
- представить оптимальные условия формирования естественнонаучного компонента грамотности обучающихся.

Исследование проведено с использованием теоретических методов: изучение данных научно-методической литературы, анализ и обобщение.

Проблема трактовки понятия «естественнонаучная грамотность» в современных исследованиях

В большинстве зарубежных стран естественнонаучная грамотность определена как основная цель естественнонаучного школьного образования [1;2;3;4] и рассматривается как способность человека применять естественнонаучные знания и умения в реальных жизненных ситуациях, включая вопросы, имеющие большое общественное значение; умение применять достижения естественных наук на практике.

Основными компонентами стандартов зарубежного естественно-научного образования являются: научные и инженерные навыки, основные предметные знания, «сквозные» понятия (технологии). Соответственно указанным компонентам у обучающихся должны формироваться такие умения и навыки как, планирование и проведение научного исследования; анализ и интерпретация научных данных; построение объяснений и проектирование решений.

Современное естественнонаучное образование за рубежом ориентировано на предоставление обучающимся общеобразовательной подготовки в области науки и техники и профориентацию на естественно-научную и инженерную области.

В зарубежной литературе, рамочных документах (PISA) и национальных учебных планах (США, Великобритания, Канада) широко распространено понятие «научная грамотность». В определении данного понятия основной акцент сделан на взаимосвязь знания о науке и способов получения этого знания (исследовательские умения). Также в состав научной грамотности входят понимание научных концепций и их практическое применение в повседневной жизни. Несколько лет назад в данное понятие был введен элемент знания технологий, которые основаны современных достижениях науки [5].

В указанных выше источниках описаны три вида знания: содержательное, процедурное и эпистемологическое, а также составляющие их элементы. Кроме того, предъявляются требования к содержанию всех трех видов знания у обучающихся. В отечественной литературе, посвященной исследованиям PISA, присутствуют только два вида знания из трех (содержательное и процедурное) и научная грамотность трактуется как грамотность естественнонаучная.

В отечественных изданиях опубликовано большое количество научных и методических работ, посвященных проблематике повышения уровня естественнонаучной грамотности обучающихся в рамках изучения отдельных предметов, а также оценки качества естественнонаучного образования в целом (И.С. Бегашева, Н.И. Васильева, Е.Г. Коликова В.Г. Разумовский, А.Ю. Пентин, А.А.

Каверина, Г.Н. Молчанова, Г.Г. Никифоров и др.). Многие публикации российских исследователей посвящены анализу заданий и подходов, предлагаемых для оценки качества сформированности естественнонаучной грамотности на основе материалов TIMSS и PISA. Также следует отметить работы по выявлению причин низких результатов российских школьников по итогам участия в данных международных исследованиях [6;7;8;9;10].

Понятие естественнонаучной грамотности трактуется довольно широко, и в публикациях последних лет встречаются различные его определения. В работах Л.М. Перминовой естественнонаучная грамотность характеризуется знаниями о природе и технологиях, методах получения научных знаний, пониманием обоснованности этих методов и их использованием [11]. Автор отмечает, что естественнонаучная грамотность имеет элементарный, функциональный и общекультурный уровни.

Также под естественнонаучной грамотностью понимается способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться современными естественнонаучными идеями. На данную трактовку указывают в своих работах А.Ю. Пентин, Г.С. Ковалёва, Е.И. Давыдова, Е.С. Смирнова, опираясь на формулировку PISA. Естественнонаучная грамотность должна отражать уровень гражданского сознания общества, включая его готовность к поддержке научной и инновационной деятельности, а также способность критически оценивать последствия реализации научно-технических проектов [6;7].

Г.С. Ковалева и М.Ю. Демидова дают развернутое определение данному понятию, трактуя его как способность к освоению и использованию естественнонаучного знания для освоения новых знаний и объяснения естественнонаучных явлений, формулировки выводов, связанных с задачами и проблемами естественной науки; способность понимать основные особенности естествознания как одной из форм познания; демонстрировать осведомленность о значении естественных наук и технологий в жизни общества [12].

Как указывает А.Ю. Пентин с соавторами [13], понимание естественнонаучных явлений, умение объяснять их, описывать и оценивать с научной точки зрения, планировать исследовательскую деятельность, научно интерпретировать данные и доказательства для получения выводов являются основными компетентностями естественнонаучной грамотности. Однако она не ограничивается только знаниями и компетентностями, важным является и отношение, мотивация к научному познанию, интерес к научному изучению различных вопросов и проблем. Демонстрация обучающимися компетенций в определённом контексте показывает неразрывную связь знаний и умений в рамках естественнонаучной грамотности с реальными жизненными ситуациями, простыми и понятными детям.

Продолжая развивать содержание понятия естественнонаучной грамотности в рамках преподавания отдельных предметов, А.А. Каверина, Г.Н. Молчанова и Н.В. Свириденкова определяют ее как ряд компетентностей: понимание основных особенностей естественнонаучных методов познания, способность анализировать и объяснять явления, используя естественнонаучные знания и давать прогноз происходящим в окружающем мире изменениям, а также умение делать обоснованные и достоверные выводы основываясь на научных фактах [14].

Т.В. Коваль и С.Е. Дюкова рассматривают естественнонаучную компетентность как элемент глобальной компетентности. Под последней авторы понимают компонент функциональной грамотности, характеризующийся самостоятельным предметным содержанием, направленный на формирование у учащихся так называемых «мягких» навыков [15].

Г.С. Ковалева выделяет некоторые особенности глобальных компетенций в контексте естественнонаучной грамотности. Прежде всего, глобальные компетенции – это осознание взаимосвязи процессов на различных уровнях, от локального до глобального, наличие деятельностной направленности и целостной основы [16].

Некоторые исследователи [17;18] считают, что естественнонаучная грамотность является основным ориентиром школьного биологического образования. Однако, необходимо формировать ее в индивидуальном контексте и разрабатывать индивидуальные маршруты для каждого ученика, тем самым осуществляя персонифицированное обучение. Данное мнение связано с тем, что авторы считают естественнонаучную грамотность тем самым компонентом биологического образования, который развивает личностные качества и формирует ценности каждого ученика в рамках глобальных компетенций.

Подобного мнения придерживаются Е.А. Галкина и А.В. Лукина. Они определяют естественнонаучную грамотность как основу успешного образования в целом и успешной профессиональной деятельности во многих сферах. В работе также выявлены структурные компоненты данного понятия, основным среди которых является владение базовыми естественнонаучными понятиями, терминами и закономерностями. Данный компонент основан на понимании учащимися значимости естественных наук не только в глобальном масштабе, но и в системе личностных жизненных ценностей. Авторы приходят к выводу, что естественнонаучная грамотность является основой естественнонаучного образования в школе, и предлагают понимать ее как «интегральную характеристику личности», выраженную в единстве «знаний, умений и позитивной ценностной оценке достижений естественных наук, способности и готовности личности использовать естественнонаучные знания для решения теоретических и практических задач» [18].

Важными элементами сформированности естественнонаучной грамотности у обучающихся Д.С. Ямщикова считает знание методологических основ исследования. По мнению автора, необходимо формировать не только представления о методах исследования окружающего мира, но и умения использовать эти знания в практической деятельности [19]. Также исследователь отмечает, что, несмотря на изучение методологии научного исследования в рамках всех естественнонаучных предметов в школе, выявляется некоторая бессистемность, которая не позволяет в комплексе сформировать у обучающихся представление о методах научного познания. В связи с чем, рассматривается необходимость использования контекстных заданий при изучении биологии.

Несмотря на широкую трактовку определения и множество характеристик естественнонаучной грамотности, представленных в различных исследованиях, следует отметить единое мнение о том, что естественнонаучная грамотность является одним из главных компонентов функциональной грамотности, формирование которого требует использования методов научного познания, создания четкой системы «знание – практика» и должна быть основана на личном опыте обучающихся и их мотивации к научному исследованию.

Современные проблемы в преподавании предметов естественнонаучного цикла

Сравнивая преподавание естественнонаучных предметов в отечественных и зарубежных школах, можно выделить некоторые отличительные особенности. В большинстве стран изучение естествознания начинается уже в начальной школе как комплекса всех естественнонаучных дисциплин: физики, биологии, химии, географии. В отличие от зарубежной практики обучения, в системе российского образования дисциплины естественнонаучного цикла разобщены по времени

обучения и преподаются, как правило, изолированно друг от друга, практически не имея никаких междисциплинарных связей.

За рубежом большую часть курса «Естествознание» составляют физика и химия, чуть менее биология и, затем, география и астрономия. Все эти предметы имеют междисциплинарное содержание [3].

Еще в конце XX столетия в США был опубликован учебный план для основной и полной средней школы, который состоял из семи учебных предметов и предметных областей от первого до двенадцатого класса. Это фундаментальные науки, внутри которых на научной основе изучаются все прикладные вопросы и проблемы, входящие в круг образования и воспитания [4].

Набор фундаментальных научных и технических идей для изучения является ограниченным, что позволяет глубоко освоить каждый из рассматриваемых вопросов на учебных занятиях. В связи с уменьшением количества базовых понятий для обязательного изучения в каждом курсе естественных дисциплин, у обучающихся появляется возможность осуществлять научные исследования, что в свою очередь дает обучающимся возможность более детально разобраться в основополагающих научных знаниях, а также вести длительную исследовательскую и проектную деятельность [20].

В настоящее время в США разработан новый стандарт для основной и полной средней школы, базирующийся на шести принципах, среди которых, на наш взгляд, особый акцент стоит сделать на принципах «необходимости совместного освоения знаний и научно-технических практик» и «необходимости делать акцент на основных научных идеях и практиках» [20]. Эти два принципа являются основой для формирования и развития у обучающихся естественнонаучной грамотности. В стандарте выделены три области, включающие знания и практическую деятельность, которые обучающихся должны освоить за весь период обучения. Эти области объединены между собой и имеют свои измерения, согласно стандарту. Так, область «практики» основана на компетентностном подходе и требует от обучающихся не только овладения действием, но и знанием для каждой конкретной практики. Область «сквозные понятия», связана с понятиями, которые используются для всех курсов на всех уровнях естественнонаучного образования. Такие понятия позволяют осуществлять и поддерживать связь между предметами, научными знаниями и практикой, а также помогают в освоении специальных понятий отдельных дисциплин, которые являются содержанием третьей области. Специальные понятия объединяются в четыре учебных блока «Физик», «Биология», «География и астрономия» и «Технические науки с применением научных знаний», связанных между собой сквозными понятиями. Включение последнего блока подтверждает значимость связи между наукой, инженерией, технологией и математикой на современном этапе развития человеческого общества.

Деятельностный подход выражается в объединении научных знаний, получаемых во время школьных занятий, и личного опыта обучающихся в научных исследованиях или технических разработках. Такое объединение естественнонаучных знаний и технологий осуществляется при использовании STEM-подхода в преподавании естественнонаучных дисциплин. Термины «технология» и «инженерия» достаточно широко используются в зарубежных образовательных стандартах [21]. Однако, следует отметить, что «технология» рассматривается как результат работы (например, инженеров), а «инженерия» охватывает человеческую детальность по решению технических или технологических задач. Изучение основ инженерии и технологий позволяют обучающимся углубить теоретические знания и применить их в конкретной практической деятельности. Таким образом, опыт проектной работы является частью изучения естественных наук.

Следует уделить внимание последовательности изучения естественных наук в системе зарубежного образования. Естественные науки изучаются на протяжении всего времени обучения, начиная с детского сада, вплоть до выпускного класса. Каждая образовательная ступень характеризуется отличительными особенностями в изучении естественно-научных дисциплин. Так, в детском саду обучение строится на наблюдении и объяснении, основанном на личном опыте каждого ребенка. В начальной школе дети знакомятся с моделированием, которое позволяет объяснить результаты наблюдений. В более старших классах модели становятся более абстрактными, а процесс моделирования более детальным. Таким образом, происходит постепенное освоение практики научно-исследовательской и проектной работы, формирование научного мышления [22], которые предполагают формирование у учащихся «научной грамотности». В данном случае под научной грамотностью объединяются знания, умения и навыки, необходимые обучающимся для развития исследовательских способностей, для принятия обоснованных решений, мотивации к обучению в течение всей жизни.

В современной российской школе только биология изучается на протяжении всего периода обучения и, в отличие от физики и химии, на данный предмет отводится наибольшее количество часов [6]. По сравнению с другими странами, в России отмечается незначительный объем учебного времени (1-2 часа в неделю), который отводится, согласно учебному плану и образовательной программе, на изучение естественнонаучных предметов (биологии, физики, химии и географии). Этого недостаточно для организации лабораторных и практических работ, а уж тем более для организации исследовательской деятельности обучающихся.

Есть определенные недостатки в содержании и в организации процесса изучения естественнонаучных предметов. Фиксируется высокий процент обучающихся, которые не понимают и не усваивают основные задачи и функции науки: наблюдать и описывать явления, обобщать их и выражать в научных понятиях, выяснять и решать проблему для исследования, объяснять явления, предвидеть результат развития явления и применять полученные знания на практике [23]. Наибольшие затруднения, исходя из анализа результатов международного исследования PISA [6;7;12;13;24], российские школьники испытывают при выполнении заданий на применение методов естественнонаучного исследования и использование научных доказательств для получения выводов. Выпускники российских школ в большинстве имеют только базовый уровень естественнонаучной грамотности, могут использовать свои знания в простых (шаблонных) ситуациях. Даже имея высокий уровень теоретических знаний, учащиеся не могут применить их в других областях, не умеют анализировать и делать выводы, находить причинно-следственные связи.

Основные проблемы формирования естественнонаучной грамотности некоторые авторы видят также в низкой мотивации современных школьников к изучению естественных дисциплин [25;26]. В работах, затрагивающих данную проблематику, сделаны весьма актуальные выводы: учащиеся не могут перенести даже хорошие теоретические знания в новые ситуации, требующие практического решения; не могут кратко описать способ исследования данного какого-либо вопроса, проблемы или предложить экспериментальный способ проверки гипотезы. Многие школьники считают, что система знаний и умений по биологии, географии, физики и химии не пригодятся им в повседневной жизни. Мотивированы только те ученики, которые выбирают естественнонаучную область для своей будущей профессиональной деятельности.

Процесс организации обучения тоже имеет определенные недостатки: перегруженность учебного процесса и большое количество домашних заданий. Имеются «пробелы» в отборе теоретического содержания (например, в

отечественных учебниках отсутствует материал, тестируемый PISA), между изучением предметов естественнонаучного цикла существует большой разрыв по годам изучения, а материал, излагаемый в учебниках, не имеет межпредметных связей. В программах, учебниках и контрольно-измерительных материалах государственной аттестации по естественнонаучным предметам еще мало внимания уделяется формированию компетенций, определяющих естественнонаучную грамотность. Для содержания российского естественнонаучного образования все еще характерны задания репродуктивного типа, когда для ответа на поставленный вопрос ученику нужно только воспроизвести теоретические знания из соответствующего естественнонаучного курса [24].

Эффективные подходы к формированию и развитию естественнонаучной грамотности обучающихся

Весьма разнообразно в отечественных публикациях описаны подходы к формированию и развитию естественнонаучного компонента функциональной грамотности в системе образования.

Современная дидактика определяет ряд принципов, одним из которых является принцип единства теории и практики. При реализации данного принципа в процессе обучения устанавливается связь теоретических знаний и эмпирического познания, формируется научное мировоззрение, а также умения применять знания на практике. Практико-ориентированная направленность содержания биологии прослеживается на всем протяжении изучения данного предмета [27].

Большое значение в использовании практико-ориентированных заданий для развития естественнонаучной грамотности придают и другие исследователи (И.С. Бегашева, Н.И. Васильева, Е.Г. Коликова, Г.С. Ковалева и др.). Под практико-ориентированными заданиями авторы понимают задания из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни [28;29;30]. В работах авторами анализируется ряд факторов, влияющих на успешность формирования естественнонаучной грамотности, одним из которых является используемая практика обучения в школе [29]. Отмечается, что активная практическая деятельность самих учащихся более положительно влияет на результативность, чем практика, где ведущую роль выполняет учитель.

М.Ю. Демидова, анализируя подходы к оценке качества естественнонаучного образования, дает оценку основных подходов к оценке образовательных достижений обучающихся: системно-деятельностного, уровневого и комплексного [9]. Эти подходы активно используются при разработке новых моделей контрольных измерительных материалов, ориентированных на оценку планируемых результатов обучения.

А.В. Леонтович указывает на актуальность научно-практического образования и определяет его как «направление образования, позволяющее ребёнку приобрести знания, умения, навыки, компетентности, личностные смыслы, достаточные для его самореализации в условиях современной высокотехнологичной цивилизации на личностном, социальном, профессиональном уровнях». Предлагаемая концепция основана на технологиях проектной и исследовательской деятельности обучающихся. Автор указывает на необходимость реализации деятельностного подхода в содержании образования, реализации образовательных программ, которые позволили бы дать обучающимся возможность конструировать, исследовать, проектировать [31]. На наш взгляд, в контексте развития функциональной грамотности, данная концепция весьма актуальна для формирования ее естественнонаучного компонента.

Актуальности использования в образовательном процессе исследовательского подхода посвящены работы Г.Ю. Семеновой. Автор справедливо полагает, что знания российских школьников в области естественных наук разобщены и далеки от практических умений и навыков, не имеют междисциплинарных связей [32]. Несмотря на хорошие теоретические знания в области биологии, химии и физики, обучающиеся не всегда могут применить их на практике, особенно во взаимосвязи с жизненной ситуацией или реальной проблемой. Г.Ю. Семенова предлагает при организации учебного процесса включать школьников в активную поисковую деятельность, что позволит творчески подходить к решению не только учебных задач, но и будет способствовать применению полученных знаний на практике.

Необходима единая концепция, которая будет основана на общих принципах дидактики и технологии. Тогда довольно легко реализовать связь между предметами и сформировать междисциплинарные знания и умения. С нашей точки зрения, такой подход является основой STEM-образования, довольно широко практикующегося за рубежом.

По мнению Т.С. Фещенко, сегодня необходимо отказаться от традиционного понимания освоения естественных наук. Изучение специально подобранных и адаптированных, а, в большинстве случаев, разрозненных по содержанию, разделов физики, биологии, астрономии, химии в учебниках и пособиях должно остаться в прошлом. В современной системе образования эти науки должны не только изучаться на межпредметном уровне, но и объединиться с техникой и с технологиями [33].

Все предметы естественнонаучного цикла учат использовать фактические данные, доказывать, выявлять причинно-следственные связи, формулировать гипотезы, делать обоснованные выводы. В контексте естественных наук широко используется способность критически мыслить, оценивая информацию, умение моделировать, ставить эксперименты. Важно уделять внимание системной исследовательской работе, именно она позволяет понять, как формируется научное познание. В данном контексте изучение естественнонаучных предметов в сочетании с инженерией и технологией дает обучающимся возможность применить теоретические знания для решения практических задач. Все вышеперечисленное входит в компетенции естественнонаучной грамотности обучающихся и дает широкие возможности для их формирования и развития.

Вопрос о необходимости объединения естественнонаучного образования и технологий находим в большом количестве публикаций последних лет. Практической реализации STEM-подхода в преподавании дисциплин естественнонаучного цикла посвящено множество работ, которые можно характеризовать как работы «из педагогического опыта». STEM-образование, по мнению авторов рассмотренных нами публикаций, является перспективной альтернативой современного российского естественнонаучного образования. Исследователи описывают разнообразные подходы к модернизации естественнонаучного образования, через объединение естественнонаучных предметов с инженерией и технологией.

Ряд работ посвящен реализации STEM-подхода в преподавании отдельных дисциплин естественнонаучного цикла (Е.М. Амплеевкова, С.В. Лозовенко, Н.И. Морозова, Г.Г. Никифоров, М.Н. Шелюховская, Н.А. Юганова и др.). Так, в статье Г.Г. Никифорова изложены основные подходы к построению методики изучения физики на основе научного метода познания, самостоятельных экспериментальных исследований и системно-деятельностного подхода. По утверждению автора, отечественная методика изучения физики, в отличие от зарубежной, построена на фронтальной системе организации самостоятельного эксперимента, и позитивные сдвиги в результатах международных исследований, а также в итогах ОГЭ и ЕГЭ возможны только при условии изменений самой педагогической практики

организации учебного процесса, внедрения исследовательской и проектной деятельности экспериментального характера в рамках урока и во внеурочной деятельности обучающихся [34].

Н.А. Юганова и М.Н. Шелюховская определяют значение STEM-подхода не только в преподавании естественнонаучных предметов, но и во внеурочной деятельности, в дополнительном образовании и воспитательной работе. В последнем случае авторы указывают на применение STEM-подхода в эффективной профориентационной работе. Что же касается внедрения данного подхода в урочную деятельность, то он как раз и позволит комплексно изучать предметы, не разделяя их по уровням и годам обучения. В этом случае возможно будет перейти от наблюдения к гипотезе и эксперименту, от изучения отдельных предметов к изучению явлений, от получения абстрактных знаний к решению реальных жизненных проблем, т.е., к тому, чего так не хватает нашим школьникам для формирования естественнонаучной грамотности [35].

Подтверждение выводов об актуальности внедрения исследовательской и проектной деятельности обучающихся в практику преподавания дисциплин естественнонаучного цикла и STEM-образования, как приоритетного направления модернизации отечественного образования, также находим во многих публикациях [36;37;38;39;40;41].

А.О. Репин выделяет несколько подходов к разработке программ данного направления: расширение опыта обучающихся в рамках определенных STEM-предметов, используя проблемно ориентированный подход; интеграция знания STEM-предметов, чтобы создать более глубокое понимание их содержания, для последующей профессиональной ориентации обучающихся; внедрение многопрофильного подхода, который характеризуется интеграцией в обучении STEM-дисциплин, также используя проблемно ориентированный подход при организации учебной деятельности и формируя единую школьную STEM-программу [36].

STEM-образование широко распространено и получило государственную поддержку во многих странах мира: Канаде, Европе и США. Анализ западных подходов показывает, что наиболее распространенной там является теория конструктивизма [37]. Именно данный подход стал ведущим в естественнонаучном образовании, послужив основой для организации учебного процесса и разработки учебных и методических материалов. Выработаны модели использования исследовательской деятельности в процессе обучения: универсальная модель, модель минимальной поддержки, предметная модель [41]. Зарубежными авторами активно используется термин «практика», вместо привычных нам «умений» и «навыков». В данном случае речь идет о возможности овладения определенным набором способов действия и знаний, которые являются индивидуальными для каждой практики. Основной акцент смещается с базовых понятий на сквозные понятия и исследовательские инженерные практики, которые как раз и являются инструментом, определяющим уровень компетенций обучающихся, и помогают освоить научное содержание.

Стоит отметить, что в работах зарубежных исследователей [42;43], посвященных STEM-подходу в естественнонаучном образовании, показано, что данный подход не только способствует установлению взаимосвязи изучаемых предметов с реальной жизнью, но и развитию у обучающихся творческих способностей. При выполнении проектов ученик должен иметь полную свободу для творческого решения поставленных задач, которые он сразу сможет реализовать на практике. Такая практика весьма актуальна и в процессе обучения, и во взрослой жизни, так как школьник приобретает умение планировать свою деятельность, исходя из поставленной задачи и тех ресурсов, которые он имеет.

С.А. Чайка рассматривает STEM-подход в рамках применения проблемного обучения. Автор описывает практический опыт использования данного подхода в урочной деятельности обучающихся в рамках изучения химии и биологии, а также во внеучебной деятельности (летние школы) [40].

Проблемы формирования умений исследовательской деятельности учащихся общеобразовательных школ рассмотрены в работах Н.А. Заграничной. Автор отмечает, что ознакомление школьников с циклом научного метода, составляющими его приёмами и операциями является условием формирования успешного опыта проведения учебных исследований и получения обоснованных и значимых результатов. Однако, несмотря на то, что учебно-исследовательская деятельность стала обязательным условием организации учебной работы в школе, она нередко становится формальной. Педагоги, организующие подобную деятельность обучающихся, сами не в полной мере владеют терминологией и методикой. Исследователь акцентирует внимание на использовании научного метода познания как основы организации процесса изучения химии и биологии на уроках и во внеурочное время для самостоятельной исследовательской деятельности учащихся. Этому способствуют изменения в нормативных документах ФГОС и усиление внимания к таким аспектам образованности выпускников как «умение учиться», «способность к самостоятельному познанию».

Определение оптимальных условий формирования естественнонаучного компонента функциональной грамотности обучающихся

Одним из условий формирования естественнонаучной грамотности, определенных нами в ходе анализа российских и зарубежных научных исследований, является использование инновационных образовательных площадок системы дополнительного образования с современным оборудованием и техникой.

В рамках построения новой модели системы дополнительного образования технопарки являются неотъемлемой ее частью, теми платформами, на которых внедряются инновационные образовательные технологии, включая и STEM-подход.

Образовательное пространство технопарка является площадкой, на которой студенты-будущие педагоги приобретают опыт работы со школьниками, реализуют проектную и исследовательскую работу, формируют компетенции функциональной грамотности, профессионально развиваются.

В данном контексте технопарк универсальных педагогических компетенций выступает образовательной средой, способствующей развитию естественнонаучной грамотности, повышению исследовательской активности, совершенствованию практической подготовки, удовлетворению познавательного интереса в области естественных наук не только студентов, но и школьников [44].

На базе Алтайского государственного гуманитарно-педагогического университета имени В.М. Шукшина создан технопарк универсальных педагогических компетенций, оснащённый современным оборудованием для проектной и исследовательской работы школьников. На платформе технопарка разработана и реализуется дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа естественнонаучной направленности «НаукаСтарт» для учащихся 7-10 классов. Отличительной особенностью программы является ее междисциплинарная ориентированность и разноуровневость, реализующая право каждого ребёнка на овладение компетенциями, знаниями и умениями в индивидуальном темпе, объёме и сложности, исходя из диагностики его стартовых возможностей. Последние определяются входным тестированием, в структуру которого входят задания, позволяющие выявить уровень сформированности компетенций естественнонаучной грамотности: умения применять естественнонаучные знания в сложных жизненных ситуациях, объяснять и аргументировать, критически анализировать, связывать

информацию из различных источников и использовать её для обоснования различных решений.

Программа нацелена на формирование и развитие содержательного и процедурного знаний, являющихся неотъемлемыми компонентами естественнонаучной грамотности. Выбирая определённое направление, обучающиеся получают возможность изучать теоретический материал на межпредметном уровне, проводить опыты в области генетики, физиологии человека, биофизики и биохимии, а также использовать полученные знания и умения для создания STEM-проектов. Программа включает в себя теоретические и практические занятия по таким разделам, как «Физические системы. Физика», «Физические системы. Химия», «Живые системы. Биология». Основными формами занятий являются лабораторные работы и практикумы. В ходе занятий школьники получают возможность работать с современным оборудованием, что позволяет формировать и расширять их теоретические знания и совершенствовать практические навыки.

Программа реализуется в течение одного года обучения короткими сессионными периодами во время школьных каникул.

В настоящее время нами проведены три каникулярные школы (биология, химия и физика) для учащихся города Бийска в возрасте 13-16 лет. Общее количество обучающихся составило 40 человек.

В ходе реализации программы был выявлен целый ряд условий формирования естественнонаучной грамотности обучающихся:

- использование STEM-подхода в учебной и проектной деятельности обучающихся;
- обновление содержания школьного образования в рамках дисциплин естественнонаучного цикла;
- расширение предметной области знаний и формирование процедурного знания и компетенций естественнонаучной грамотности за счет включения образовательных модулей и использования цифрового оборудования;
- подготовка педагогических кадров с новыми компетенциями и высокой мотивацией к профессиональной деятельности.

Междисциплинарная ориентированность содержания занятий позволяет углублять предметные знания учеников в комплексе с инженерными дисциплинами, что является основой использования STEM-подхода. Результатом обучения по программе является STEM-проект, выбор темы которого осуществляется обучающимися самостоятельно или по предложению наставника, например, «Биофизика. Колебания и волны в живых организмах», «Биофизика. Электричество в живом организме», «3D-моделирование химических веществ», «3D-моделирование биологических объектов», «Биофизика. Человеческая оптика», «Бионика. Изобретательная природа», «Формы звука». Выполнение проекта ведется в малых группах на базе технопарка в отведенное для самостоятельной работы время.

Используя цифровое оборудование технопарка, как инструмент, в сочетании с общепринятыми методами преподавания естественнонаучных дисциплин, возможно расширить предметные знания обучающихся, выйти «за рамки» школьной программы, дать понимание самой сути предмета и его применения в практической сфере. Это, в свою очередь, ведет к обновлению содержания школьного образования в рамках дисциплин естественнонаучного цикла.

Что же касается последнего условия, то студенты активно принимают участие в работе со школьниками. Студенты, используя ресурсы технопарка, осваивают методику преподавания естественнонаучных дисциплин, учатся работать с оборудованием и осваивают практические навыки организации исследовательской и проектной деятельности обучающихся. Из числа студентов-старшекурсников

формируется группа наставников, которые проводят консультации, организуют и сопровождают самостоятельную работу обучающихся, включая проектную деятельность.

Таким образом, при использовании всех вышеперечисленных условий, формируются компетенции естественнонаучной грамотности, развиваются умения применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явления; объяснять принцип действия технического устройства или технологии; предлагать или оценивать способ научного исследования; выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки; анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Заключение

В современной системе отечественного естественнонаучного образования необходимо новое построение процесса обучения, основанного на научном методе познания, межпредметных и метапредметных принципах взаимосвязи дисциплин естественнонаучного цикла. Когда процесс обучения будет организован таким образом, это приведет к пониманию школьниками не только теоретического материала, но к формированию компетенций, необходимых для связи этих знаний с практикой и реальной жизнью.

Повышение уровня естественнонаучного образования и успех формирования и развития естественнонаучной грамотности российских школьников могут быть обеспечены за счет достижения в процессе обучения планируемых предметных, метапредметных и личностных результатов, реализации комплексного системно-деятельностного подхода.

Формирование естественнонаучной грамотности обучающихся будет успешным при соблюдении ряда условий, таких, как:

- интегративность, непрерывность и преемственность в формировании естественнонаучной грамотности на всех этапах общего образования, когда естественнонаучные предметы изучаются в комплексе и неразрывно связаны на всех ступенях школьного образования;
- расширение образовательного пространства обучающихся, включение в образовательный процесс системы дополнительного образования (технопарки, кванториумы);
- активное внедрение в преподавание естественнонаучных предметов STEM-подхода, направленного на освоение проектных и исследовательских компетенций обучающихся;
- подготовка педагогических кадров с новыми компетенциями и высокой мотивацией к профессиональной деятельности.

Результаты исследования позволяют очертить направления в создании единой концепции, в рамках которой будут реализовываться практико-ориентированный, проблемный и STEM-подход в осуществлении процесса обучения, в организации эффективного формирования и развития функциональной грамотности обучающихся, в частности ее естественнонаучного компонента. Данная концепция подразумевает и изменения в содержании предметов естественнонаучного цикла, учебно-методических комплексах и методах преподавания данных дисциплин.

Ссылки на источники

1. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas // Committee on Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. 2012. 399 с. URL: https://smile.oregonstate.edu/sites/smile.oregonstate.edu/files/a_framework_for_k-12_science_education.pdf Структура научного образования

2. NRC. K-12 National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. - URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>

3. International science benchmarking report. Taking the lead in science education: forging Next-Generation Science Standards. // Achieve. 2010. 83 с. - URL: <https://www.achieve.org/files/InternationalScienceBenchmarkingReport.pdf>

4. NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS NATIONAL ACADEMY PRESS WASHINGTON, DC. - URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/4962/national-science-education-standards>

5. Суворова С.А., Смирнова А.В. Проблема определения понятия «научная грамотность» в рамочных документах международного исследования PISA // Педагогическая перспектива. 2021. - № 4. - С. – 3-12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-opredeleniya-ponyatiya-nauchnaya-gramotnost-v-ramochnyh-dokumentah-mezhdunarodnogo-issledovaniya-pisa/viewer>

6. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.М., Смирнова Е.С. Особенности школьного естественнонаучного образования в России в ракурсе международных исследований TIMSS и PISA // Естественно-научное образование: проблемы оценки качества. 2017. – С. - 42-60.

7. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. - № 1. - С. 79-109.

8. Разумовский В.Г. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М. Естественно-научная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: некоторые результаты диагностики // Школьные технологии. 2016. - № 1. - С. - 63-91. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvennonauchnaya-gramotnost-kontrolnye-materialy-i-eksperimentalnye-umeniya>

9. Демидова М.Ю. Современные подходы к оценке качества естественнонаучного образования в международных и национальных исследованиях // Естественнонаучное образование: проблемы оценки качества: сб. науч. тр. / под общ. ред. проф. Г.В. Лисичкина. М.: Издательство Московского университета, 2018. - Т. 14. - С. - 14-41.

10. Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М. Естественно-научная грамотность: контрольные материалы и экспериментальные умения // Народное образование. 2016. - № 4. - С. - 159-167.

11. Перминова Л.М. Дидактическое обоснование формирования естественно-научной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2017. - Т. 1. - № 4 (41). - С. - 162–171.

12. Ковалева Г.С., Демидова М.Ю. Естественнонаучная грамотность российских обучающихся. - 2009. URL: <http://nmspataru.com/assets/files/estestvennonauchnaya-gramotnost-rossijskih-uchashhihsya.pdf>

13. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. - Т. 1. - № 4 (61). - С. - 80–97.

14. Каверина А.А., Молчанова Г.Н., Свириденкова Н.В. Из опыта разработки заданий по оценке естественно-научной грамотности школьников при обучении химии // Народное образование. Педагогические измерения. 2017. - Вып. 2. - С. - 90-96.

15. Коваль Т.В., Дюкова С.Е. Глобальные компетенции - новый компонент функциональной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. - № 4 (61). - С. - 112-123.

16. Ковалева Г.С. Что необходимо знать каждому учителю о функциональной грамотности // Вестник образования России. 2019. - № 16. - С. - 7–11. - URL: <http://skiv.instrao.ru/content/board1/93.pdf>

17. Завальцева О.А., Мишина О.С. Естественно-научная грамотность как аксиологический ориентир современного школьного биологического образования // Проблемы современного педагогического образования. 2020. - № 69-2. - С. - 119-122.

18. Галкина Е.А., Лукина А.В. Дидактические основы понятия о естественнонаучной грамотности личности обучающегося // Астраханский вестник экологического образования. 2014. - № 4(30). - С. - 46-48. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didakticheskie-osnovy-ponyatiya-o-estestvennonauchnoy-gramotnosti-lichnosti-obuchayuschegosya/viewer>

19. Ямщикова Д.С. Контекстные задания по биологии как средство формирования естественнонаучной грамотности обучающихся 7-9 классов // Современные проблемы науки и образования. 2022. - № 3. - С. 22. - URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31721>

20. Уваров А.Ю. О новом стандарте естественнонаучного образования в школах США // Наука и школа, 2014. - № 4. – С. 24-37.

21. Алексашина, И.Ю. Проблемы преподавания естествознания в России и за рубежом / Под редакцией Е.Б. Петровой (Сер. 44 Психология, педагогика, технология обучения.) - М.: Ленанд, 2014. - 160 с. -

22. Загвоздкин В.К. Общая концепция результатов естественно-научного образования в Канаде / Школьные технологии, 2010. - № 2. – С. 99-105. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-kontseptsiya-rezultatov-estestvenno-nauchnogo-obrazovaniya-v-kanade/viewer>

23. Разумовский В.Г. Проблемы формирования естественнонаучной грамотности учащихся основной школы // Педагогический журнал Башкортостана. 2016. - № 1(62). - С. - 12-34.

24. Ковалёва Г.С., Логинова О.Б. Успешная школа и эффективная система образования: какие факторы помогают приблизиться к идеалу? (По данным исследования PISA-2015) // Педагогические измерения. 2017. - №2. - С. - 69-80.

25. Пентин А. Ю., Заграничная Н. А., Никишова Е. А., Семенова Г. Ю. Уровни освоения основных компетенций естественно-научной грамотности учащимися Московской области: результаты диагностики // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. - Т. 2. - № 2 (70). - С. - 202-218.

26. Джумаева С.А., Гафурова Н.М., Холмуродов М.Н. Развитие функциональной грамотности учащихся в условиях обновления содержания образования // Вестник науки и образования. 2016. - №4 (16). - С. - 41-43.

27. Рохлов В.С. Методика формирования и оценивания образовательных навыков, компетенций обучающихся по программам основного общего образования по биологии, необходимых для решения практико-ориентированных задач. М., 2021.- 33 с.

28. Бегашева И.С. Формирование функциональной грамотности школьников в контексте преподавания учебных предметов: учебно-методическое пособие / И.С. Бегашева, Н. И. Васильева, Е.Г. Коликова и др. Челябинск: ЧИППКРО, 2021. 80 с.

29. Ковалева Г.С. Инновационный проект Министерства просвещения Российской Федерации «Мониторинг формирования функциональной грамотности», осуществление которого поручено ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» // Материалы Всероссийского форума экспертов по функциональной грамотности. Мониторинг формирования и оценки функциональной грамотности Естественнонаучная грамотность. Министерство просвещения Российской Федерации Институт стратегии развития

образования Российской Академии образования. – Москва, 17-18 декабря. 2019. – 70 с. - URL: https://mon.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2941946.pdf

30. Новолодская Е.Г. Систематизация и структурирование учебного материала при изучении географии в 5-9 классах в рамках развития естественнонаучной грамотности обучающихся // Школьные технологии. 2022. - № 2. - С. - 68-80. - URL: <https://narodnoe.org/journals/shkolnie-tehnologii/2022-2/sistematizaciya-i-strukturirovanie-uchebnogo-materiala-pri-izuchenii-geografii-v-59-h-klassah-v-ramkah-razvitiya-estestvennonauchnoiy-gramotnosti-obuchayushihsy>

31. Леонтович А.В. Научно-практическое образование: теоретико-прикладные аспекты // Народное образование. 2018. - № 1-2. - С. - 98-99.

32. Семенова Г.Ю. Реализация содержания технологического образования на основе исследовательского подхода в условиях современной информационной среды / Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций // сб. докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». М., 2018. - Т. 1. - С. – 77-82. - URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/222421729.pdf>

33. Фещенко Т. С. Естественнонаучное образование школьников: от теории к практике // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. - № 9 (Ч. 2). - С. - 161-168. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvennonauchnoe-obrazovanie-shkolnikov-ot-teorii-k-praktike/viewer>

34. Никифоров Г.Г. Обновление методики изучения физики на основе научного метода и самостоятельных экспериментальных исследований учащихся / Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций // Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». М., 2018. - Т. 1. - С. - 173-184. - URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/222421729.pdf>

35. Юганова Н.А., Шелюховская М.Н. От теории к практике. Виртуальный конструктор STEM-урока. - ГБОУ лицей № 344 Невского района Санкт-Петербурга. 2020. – 35 с. - URL: https://licey344spb.ru/innovacionnaya-deyatelnost/innovacionnye-programmy-liceya/innovacionno-obrazovatel'naya-programma_stem/

36. Репин А.О. Актуальность STEM-образования в России как приоритетного направления государственной политики // Научная идея. Сетевой научный журнал. 2017. - № 1(1). - С. - 76-82. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-stem-obrazovaniya-v-rossii-kak-prioritetnogo-napravleniya-gosudarstvennoy-politiki/>

37. Уваров А.Ю. Исследовательский подход в обучении естественным наукам за рубежом // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций // Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве». М., 2018. - Т. 1. - С. - 34-54. - URL: <https://publications.hse.ru/pubs/share/direct/222421729.pdf>

38. Обухов А.С., Ловягин С.А. Задания для практики STEM-образования: от суммы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу // Исследователь/Researcher, 2020. - № 2. - С. - 63-82. - URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/378108678.pdf>

39. Иманова А.Н., Самуратова Р.Т., Жуманбаева А.О. STEAM-технологии: инновации в естественнонаучном образовании // Достижения науки и образования. 2018. - № 8. - С. - 75-76.

40. Чайка С.А. Возможности подхода STEM в преподавании естественных наук / Проблемы современной науки и образования. 2017. - № 22 (104). - С. - 74-77.

41. Breiner J. et al. What is STEM? A discussion of conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*. – 2012. - №112 (1). – P. 3-11.

42. Ногайбаева Г., Жумажанова С. Развитие STEM-образования в мире и Казахстане. 2016. - URL: <https://bkokdi.kz/nconf2018/3-section/4064-stem-.html>

43. STEM Integration in K-12 Education 2014 — STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. - URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>

44. Беликова Р.М. Использование STEM-подхода при формировании естественно-научного компонента функциональной грамотности // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2022. - № 6 (43). - С. - 80-81. - URL: <http://www.science.russia-school.com/books/collection-6-43.pdf>

References

1. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas // Committee on Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. National Research Council. Washington, DC: The National Academies Press. 2012. 399 p. - URL: https://smile.oregonstate.edu/sites/smile.oregonstate.edu/files/a_framework_for_k-12_science_education.pdf

2. NRC. K-12 National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. - URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18612/stem-integration-in-k-12-education-status-prospects-and-an>

3. International science benchmarking report. Taking the lead in science education: forging Next-Generation Science Standards. // Achieve. 2010. 83 p. - URL: <https://www.achieve.org/files/InternationalScienceBenchmarkingReport.pdf>

4. NATIONAL SCIENCE EDUCATION STANDARDS NATIONAL ACADEMY PRESS WASHINGTON, DC. - URL: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/4962/national-science-education-standards>

5. Suvorova, S.A., Smirnova, A.V. (2021) "Problema opredeleniya ponyatiya «nauchnaya gramotnost' v ramochnyh dokumentah mezhdunarodnogo issledovaniya PISA» [The problem of defining the concept of "scientific literacy" in the framework documents of the international PISA study], *Pedagogicheskaya perspektiva*, № 4, pp. 3-12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-opredeleniya-ponyatiya-nauchnaya-gramotnost-v-ramochnyh-dokumentah-mezhdunarodnogo-issledovaniya-pisa/viewer> (date of the application 23.10.2022) (In Russian).

6. Pentin, A.Y., Kovaleva, G.S., Davydova, E.M., Smirnova, E.S. (2017) "Osobennosti shkol'nogo estestvennonauchnogo obrazovaniya v Rossii v rakurse mezhdunarodnyh issledovaniy TIMSS i PISA" [Peculiarities of school science education in Russia from the perspective of international studies TIMSS and PISA. Natural science education: problems of quality assessment], *Estestvenno-nauchnoe obrazovanie: problemy ocenki kachestva*. - pp. 42-60 (In Russian).

7. Pentin, A.Y., Kovaleva, G.S., Davydova, E.I. (2018) "Sostoyanie estestvennonauchnogo obrazovaniya v rossijskoj shkole po rezul'tatam mezhdunarodnyh issledovaniy TIMSS i PISA" [The state of natural science education in the Russian school according to the results of international studies TIMSS and PISA], *Voprosy obrazovaniya*, № 1, pp. 79-109 (In Russian).

8. Razumovsky, V.G. Pentin, A.Y., Nikiforov, G.G., Popova, G.M. (2016) "Estestvenno-nauchnaya gramotnost' i eksperimental'nye umeniya vypusknikov osnovnoj

shkoly: nekotorye rezul'taty diagnostiki" [Natural science literacy and experimental skills of graduates of the basic school: some results of diagnostics], *SHkol'nye tekhnologii*, № 1, pp. 63-91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/estestvennonauchnaya-gramotnost-kontrolnye-materialy-i-eksperimentalnye-umeniya> (date of the application 20.10.2022) (In Russian).

9. Demidova, M.Y. (2018) "Sovremennye podhody k ocenke kachestva estestvennonauchnogo obrazovaniya v mezhdunarodnyh i nacional'nyh issledovaniyah" [Modern approaches to assessing the quality of natural science education in international and national studies. Natural Science Education: Problems of Quality Assessment: Sat. scientific tr], *M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta*, t. 14, pp. 14-41 (In Russian).

10. Razumovsky, V.G., Pentin, A.Y., Nikiforov, G.G., Popova, G.M. (2016) "Estestvenno-nauchnaya gramotnost': kontrol'nye materialy i eksperimental'nye umeniya" [Natural Science Literacy: Control Materials and Experimental Skills], *Narodnoe obrazovanie*. № 4, pp. 159-167 (In Russian).

11. Perminova, L.M. (2017) "Didakticheskoe obosnovanie formirovaniya estestvennonauchnoj gramotnosti" [Didactic rationale for the formation of natural science literacy], *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, № 4 (41), pp. 162-171 (In Russian).

12. Kovaleva, G.S., Demidova, M.Y. (2009) "Estestvennonauchnaya gramotnost' rossijskih obuchayushchihsya" [Natural science literacy of Russian students]. URL: <http://nmspataru.com/assets/files/estestvennonauchnaya-gramotnost-rossijskih-uchashhihsya.pdf> (date of the application 23.10.2022) (In Russian).

13. Pentin, A.Y., Nikiforov, G.G., Nikishova, E.A. (2019) "Osnovnye podhody k ocenke estestvennonauchnoj gramotnosti" [The main approaches to the assessment of natural science literacy], *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, № 4 (61), pp. 80-97 (In Russian).

14. Kaverina, A.A., Molchanova, G.N., Sviridenkova, N.V. (2017) "Iz opyta razrabotki zadaniy po ocenke estestvennonauchnoj gramotnosti shkol'nikov pri obuchenii himii" [From the experience of developing assignments for assessing the natural science literacy of schoolchildren in teaching chemistry], *Narodnoe obrazovanie. Pedagogicheskie izmereniya*, 2, pp. 90-96 (In Russian).

15. Koval, T.V., Dyukova, S.E. (2019) "Global'nye kompetencii - novyj komponent funkcional'noj gramotnosti" [Global competencies - a new component of functional literacy], *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, № 4 (61), pp. 112-123 (In Russian).

16. Kovaleva, G.S. (2019) "CHto neobhodimo znat' kazhdomu uchitelyu o funkcional'noj gramotnosti" [What every teacher needs to know about functional literacy], *Vestnik obrazovaniya Rossii*, № 16, pp. 7-11 (In Russian).

17. Zavaltseva, O.A., Mishina, O.S. (2020) "Estestvenno-nauchnaya gramotnost' kak aksiologicheskij orientir sovremennogo shkol'nogo biologicheskogo obrazovaniya" [Natural science literacy as an axiological landmark of modern school biological education], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, № 69-2, pp. 119-122 (In Russian).

18. Galkina, E.A., Lukina, A.V. (2014) "Didakticheskie osnovy ponyatiya o estestvennonauchnoj gramotnosti lichnosti obuchayushchegosya" [Didactic foundations of the concept of natural science literacy of a student's personality], *Astrahanskij vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*, № 4 (30), pp. 46-48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/didakticheskie-osnovy-ponyatiya-o-estestvennonauchnoj-gramotnosti-lichnosti-obuchayuschegosya/viewer> (date of the application 13.10.2022) (In Russian).

19. Yamschikova, D.S. (2022) "Kontekstnye zadaniya po biologii kak sredstvo formirovaniya estestvennonauchnoj gramotnosti obuchayushchihsya 7-9 klassov"

[Contextual tasks in biology as a means of forming the natural science literacy of students in grades 7-9], *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, № 3, pp. 22 (In Russian).

20. Uvarov, A.Y. (2014) "O novom standarte estestvennonauchnogo obrazovaniya v shkolah SSHA" [About the new standard of science education in US schools], *Nauka i shkola*, № 4, pp. 24-37 (In Russian).

21. Aleksashina, I.Y. (2014) "Problemy prepodavaniya estestvoznaniya v Rossii i za rubezhom" [Problems of teaching natural science in Russia and abroad], (Ser. 44 *Psihologiya, pedagogika, tekhnologiya obucheniya.*) - M.: Lenand, 160 p (In Russian).

22. Zagvozdkin, V.K. (2010) "Obshchaya koncepciya rezul'tatov estestvennonauchnogo obrazovaniya v Kanade" [General Concept of Science Education Outcomes in Canada / School Technology], *SHkol'nye tekhnologii*, № 2, pp. 99-105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschaya-kontseptsiya-rezultatov-estestvenno-nauchnogo-obrazovaniya-v-kanade/viewer> (date of the application 13.10.2022) (In Russian).

23. Razumovsky, V.G. (2016) "Problemy formirovaniya estestvennonauchnoj gramotnosti uchashchihsya osnovnoj shkoly" [Problems of formation of natural-science literacy of primary school students], *Pedagogicheskij zhurnal Bashkortostana*, № 1 (62), pp. 12-34 (In Russian).

24. Kovaleva, G.S., Loginova, O.B. (2017) "Uspeshnaya shkola i effektivnaya sistema obrazovaniya: kakie faktory pomogayut priblizit'sya k idealu? (Po dannym issledovaniya PISA-2015)" [A successful school and an effective education system: what factors help to get closer to the ideal? (According to the PISA-2015 study)], *Pedagogicheskie izmereniya*, № 2. pp. 69-80 (In Russian).

25. Pentin, A. Y., Zagranichnaya, N. A., Nikishova, E. A., Semenova, G. Y. (2020) "Urovni osvoeniya osnovnyh kompetencij estestvennonauchnoj gramotnosti uchashchimisya Moskovskoj oblasti: rezul'taty diagnostiki" [Levels of mastering the basic competencies of natural science literacy by students of the Moscow region: diagnostic results], *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika*, № 2(70), pp. 202-218 (In Russian).

26. Dzhumaeva, S.A., Gafurova, N.M., Kholmurodov, M.N. (2016) "Razvitie funkcional'noj gramotnosti uchashchihsya v usloviyah obnovleniya sodержaniya obrazovaniya" [Development of functional literacy of students in the context of updating the content of education], *Vestnik nauki i obrazovaniya*, № 4 (16), pp. 41-43 (In Russian).

27. Rokhlov, V.S. (2021) "Metodika formirovaniya i ocenivaniya obrazovatel'nyh navykov, kompetencij obuchayushchihsya po programmam osnovnogo obshchego obrazovaniya po biologii, neobhodimyyh dlya resheniya praktiko-orientirovannyh zadach" [Methodology for the formation and evaluation of educational skills, competencies of students in the programs of basic general education in biology, necessary for solving practice-oriented tasks], M., 33 p. (In Russian).

28. Begasheva, I.S. (2021) "Formirovanie funkcional'noj gramotnosti shkol'nikov v kontekste prepodavaniya uchebnyh predmetov: uchebno-metodicheskoe posobie" [Formation of functional literacy of schoolchildren in the context of teaching subjects: teaching aid], *Chelyabinsk: CHIPPKRO*. 80 p. (In Russian).

29. Kovaleva, G.S. (2019) "Innovacionnyj proekt Ministerstva prosveshcheniya Rossijskoj Federacii "Monitoring formirovaniya funkcional'noj gramotnosti", osushchestvlenie kotorogo porucheno FGBNU "Institut strategii razvitiya obrazovaniya Rossijskoj akademii obrazovaniya" [Innovative project of the Ministry of Education of the Russian Federation "Monitoring the formation of functional literacy", the implementation of which was entrusted to the Federal State Budgetary Institution "Institute for the Development of Education in the Russian Academy of Education"], *Materialy Vserossijskogo foruma ekspertov po funkcional'noj gramotnosti. Monitoring formirovaniya i ocenki funkcional'noj gramotnosti Estestvennonauchnaya gramotnost'. Ministerstvo prosveshcheniya Rossijskoj Federacii Institut strategii razvitiya obrazovaniya Rossijskoj Akademii obrazovaniya.* – Moskva, December 17-18, 70 p. URL:

https://mon.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_2941946.pdf (date of the application 10.11.2022) (In Russian).

30. Novolodskaya, E.G. (2022) "Sistematizatsiya i strukturirovaniye uchebnogo materiala pri izuchenii geografii v 5-9 klassah v ramkah razvitiya estestvennonauchnoy gramotnosti obuchayushchihsya" [Systematization and structuring of educational material in the study of geography in grades 5-9 in the framework of the development of natural science literacy of students], *SHkol'nye tekhnologii*, № 2, pp. 68-80 (In Russian).

31. Leontovich, A.V. (2018) "Nauchno-prakticheskoe obrazovanie: teoretiko-prikladnye aspekty" [Scientific and practical education: theoretical and applied aspects], *Narodnoe obrazovanie*, № 1-2, pp. 98-99 (In Russian).

32. Semenova, G.Y. (2018) "Realizatsiya soderzhaniya tekhnologicheskogo obrazovaniya na osnove issledovatel'skogo podhoda v usloviyah sovremennoy informacionnoy sredy" [Implementation of the content of technological education based on a research approach in the conditions of the modern information environment], *sb. dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Issledovatel'skaya deyatel'nost' uchashchihsya v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve"*, № 1, pp. 78 (In Russian).

33. Feshchenko, T. S., Rogova, O. V., Zavyalova O. S. (2020) "Estestvennonauchnoe obrazovanie shkol'nikov: ot teorii k praktike" [Natural science education of schoolchildren: from theory to practice], *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*, № 9, pp. 161-168 (In Russian).

34. Nikiforov, G.G. (2018) "Obnovlenie metodiki izucheniya fiziki na osnove nauchnogo metoda i samostoyatel'nyh eksperimental'nyh issledovaniy uchashchihsya" [Updating the methods of studying physics based on the scientific method and independent experimental research of students], *sb. dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Issledovatel'skaya deyatel'nost' uchashchihsya v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve"*, № 1, pp. 173-184 (In Russian).

35. Yuganova, N.A., Shelyukhovskaya, M.N. (2020) "Ot teorii k praktike. Virtual'nyj konstruktor STEM-uroka. - GBOU licej № 344 Nevskogo rajona Sankt-Peterburga" [From theory to practice. Virtual STEM lesson constructor], 35 p. (In Russian).

36. Repin, A.O. (2017) "Aktual'nost' STEM-obrazovaniya v Rossii kak prioritetnogo napravleniya gosudarstvennoj politiki" [The relevance of STEM education in Russia as a priority direction of state policy], *Nauchnaya ideya. Setevoy nauchnyj zhurnal*, № 1, pp. 76-82 (In Russian).

37. Uvarov, A.Y. (2018) "Issledovatel'skiy podhod v obuchenii estestvennykh nauk za rubezhom" [Research approach in teaching natural sciences abroad], *sb. dokladov IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Issledovatel'skaya deyatel'nost' uchashchihsya v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve"*, № 1, pp. 34-54 (In Russian).

38. Obukhov, A.S., Lovyagin, S.A. (2020) "adaniya dlya praktiki STEM-obrazovaniya: ot summy chastnykh zadach i uchebnykh disciplin k celostnomu deyatel'nostnomu mezhdisciplinarnomu podhodu" [Tasks for the practice of STEM education: from the sum of particular tasks and academic disciplines to a holistic activity-based interdisciplinary approach], *Issledovatel / Researcher*, № 2, pp. 63-82 (In Russian).

39. Imanova, A.N., Samuratova, R.T., Zhumanbaeva, A.O. (2018) "STEAM-tehnologii: innovatsii v estestvennonauchnom obrazovanii" [STEAM-technologies: innovations in natural science education], *Dostizheniya nauki i obrazovaniya*, № 8, pp. 75-76 (In Russian).

40. Chaika, S.A. (2017) "Vozmozhnosti podhoda STEM v prepodavanii estestvennykh nauk" [Possibilities of the STEM approach in teaching natural sciences], *Problemy sovremennoy nauki i obrazovaniya*, № 22 (104), pp. 74-77 (In Russian).

41. Breiner J. et al. What is STEM? A discussion of conceptions of STEM in education and partnerships. School Science and Mathematics. – 2012. №112 (1). – P. 3-11.

42. Nogaibaeva, G., Zhumazhanova, S. (2016) "Razvitie STEM-obrazovaniya v mire i Kazahstane" [Development of STEM education in the world and Kazakhstan], URL: <http://iac.kz/ru/publishing> (date of the application 17.05.2022) (In Russian).

43. STEM Integration in K-12 Education 2014 — STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. URL: <https://doi.org/10.17226/18612> (date of the application 20.09.2022). (In Russian).

44. Belikova, R.M. (2022) "Ispol'zovanie STEM-podhoda pri formirovani estestvenno-nauchnogo komponenta funktsional'noj gramotnosti" [Using the STEM approach in the formation of the natural science component of functional literacy], *Sovremennaya shkola Rossii. Voprosy modernizatsii* № 6 (43), pp. 80-81 (In Russian).

Popova Olga Viktorovna

Doc. Sci. (Pedagogy), advisor to the rectorate, Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V.M. Shukshin, Biysk, Russian Federation

olgapopova677113@gmail.com

Belikova Radmila Mikhailovna

Cand. Sci. (Biology), associate professor of the Departments of Natural Sciences, Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V.M. Shukshin, Biysk, Russian Federation

radmila.belikova.76@list.ru

Novolodskaya Elena Gennadiyevna

Cand. Sci. (Pedagogy), associate professor of the Department of Pedagogy and Psychology, Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V.M. Shukshin, Biysk, Russian Federation

novoleg2508@yandex.ru

The Natural Science Component of Students' Functional Literacy: Theory and Practice of the formation and the development

Abstract. The challenges of modern society dictate new requirements for the development of the education system as a whole, as well as for the organization of the learning process at school. At the same time, there is a change in the model of consciousness and assessment of educational achievements of students, new standards for the content and format of school education are being formed. In this context, it is necessary to search for new ways of forming and developing the functional literacy of students and its components. One of the priority areas in modern Russian education has become the development of natural science literacy of schoolchildren. The article presents an analysis of publications of domestic and foreign researchers on the problems of understanding the essence of natural science literacy of students, its formation and development in the education system. The object of the study presented in the article is the natural science literacy of students and the current state of its formation and development in the education system. The subject of the research is the approaches to teaching science disciplines and the conditions for the formation of science literacy competencies. The purpose of the study was to determine, based on the study and analysis of domestic and foreign experience, the optimal conditions and the most effective approaches in the formation of the natural science component of the functional literacy of students in the implementation of educational programs of basic general education. The objectives of the study included the analysis of scientific and methodological literature

reflecting the experience of foreign and domestic researchers on formation and evaluation of the development of natural science literacy; revealing, based on the analysis, the shortcomings of the theory and practice of science education, as well as the optimal conditions for the formation of the science component of the functional literacy of students. Theoretical methods were used in the study: the study of data from scientific and methodological literature, analysis and generalization. The authors of the article consider a number of shortcomings in the theory and practice of science education, the relevance of the effective use of certain approaches in teaching science disciplines to improve the level of achievements of Russian schoolchildren in the field of science literacy. The role of the Technopark as an innovative educational environment is revealed from the point of view of the formation of natural science literacy through the development of knowledge, skills and abilities of project activities of schoolchildren in the field of natural sciences. The article describes the optimal conditions for the formation of natural science literacy of students, as well as the experience of using the STEM approach as part of the implementation of an additional general educational general development program based on the Technopark of Universal Pedagogical Competencies of the Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V.M. Shukshin.

Keywords: science literacy, STEM approach, TIMSS and PISA international studies, functional literacy.