

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ БИОЛОГИИ

Павлова Н.В.¹, Шарыпова Н.В.¹, Соловьёва А.Л.¹

¹ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», Шадринск, e-mail: natasha-navlova@yandex.ru

В данной статье описан опыт формирования естественно-научной грамотности студентов – будущих учителей биологии. Авторы затрагивают актуальные вопросы формирования естественно-научной грамотности как одной из ведущих составляющих функциональной грамотности у будущих учителей биологии. Обоснована актуальность проведенного исследования в условиях реализации обновленного содержания Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования и профессионального стандарта учителя. Это диктует необходимость совершенствовать подходы к подготовке педагогических работников, обладающих целой системой предметных и профессиональных компетенций, готовых к обеспечению процесса формирования составляющих функциональной грамотности у школьников. В исследовании приняли участие студенты четвертого курса, обучающиеся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Биология» и «География» на базе ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет». В рамках учебного процесса в дисциплины «Общая экология», «Физиология человека и животных», «Микробиология», «Методика обучения биологии» были включены лабораторные работы и кейс-задания с использованием цифровых лабораторий. Проведенные диагностики уровня сформированности естественно-научной грамотности у студентов на начальном и конечном этапах исследования свидетельствуют о положительной динамике освоения компетенций, таких как научное объяснение явлений, применение естественно-научных методов исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, которыми должны владеть будущие учителя биологии.

Ключевые слова: функциональная грамотность, естественно-научная грамотность, биологическое образование, профессиональный стандарт учителя, Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, цифровая лаборатория по биологии и химии.

FUNDAMENTALS OF THE FORMATION OF NATURAL SCIENCE LITERACY FUTURE BIOLOGY TEACHERS

Pavlova N.V.¹, Sharypova N.V.¹, Solovyova A.L.¹

¹Shadrinsk state pedagogical University, Shadrinsk, e-mail: natasha-navlova@yandex.ru

This article describes the experience of the formation of natural science literacy of students - future biology teachers. The authors touch upon topical issues of the formation of natural science literacy as one of the leading components of functional literacy among future biology teachers. The relevance of the conducted research is substantiated in the context of the implementation of the updated content of the Federal State Educational Standard of basic general education and the professional standard of the teacher. This dictates the need to improve approaches to the training of teachers who have a whole system of subject and professional competencies, ready to ensure the process of forming the components of functional literacy in schoolchildren. The study involved fourth-year students studying in the field of training 44.03.05 Pedagogical education (with two training profiles), profiles «Biology» and «Geography» on the basis of the Shadrinsk State Pedagogical University. As part of the educational process, the disciplines «General Ecology», «Human and animal Physiology», «Microbiology», «Methods of teaching biology» included laboratory work and case studies using digital laboratories. The diagnostics of the level of formation of natural science literacy among students at the initial and final stages of the study indicate a positive dynamics in the development of competencies, such as scientific explanation of phenomena, the use of natural science research methods, interpretation of data and the use of scientific evidence to obtain conclusions that future biology teachers should possess.

Keywords: functional literacy, natural science literacy, biological education, teacher's professional standard, Federal State Educational Standard of Basic General Education, digital laboratory for biology and chemistry.

В условиях реализации Федерального государственного стандарта основного общего образования в новой редакции (приказ № 287 Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г.) [1], главным образом в разделе, в котором раскрываются требования к условиям реализации программы основного общего образования, говорится об ориентировании современного российского образования на достижение главной цели – формирование функциональной грамотности (читательской, математической, естественно-научной и др.) у обучающихся. Естественно-научная грамотность формируется в рамках обязательной предметной области «Естественно-научные предметы», в которую входит учебный предмет «Биология». Эти изменения предполагают определение такой системы профессиональных компетенций у будущих учителей биологии, которая позволила бы обеспечить успешное развитие школьников, готовых к решению различных жизненных ситуаций. Для этого в основе подготовки будущих учителей биологии должны быть заложены профессиональные и предметные компетенции, которые способствовали бы удовлетворению различных образовательных потребностей школьников. Современный учитель биологии должен владеть основными компетенциями, составляющими основу естественно-научной грамотности, знать и понимать, что лежит в основе становления естественно-научной грамотности школьников в частности и функциональной грамотности в целом.

Цель исследования состоит в описании и обобщении опыта использования приемов формирования естественно-научной грамотности у будущих учителей биологии посредством применения цифровой лаборатории по биологии и химии.

Материал и методы исследования: анализ методологических основ формирования естественно-научной грамотности у будущих учителей биологии, педагогическое наблюдение и обобщение педагогического опыта использования цифровой лаборатории при изучении дисциплин обязательной части образовательной программы, опрос студентов.

Период исследования – 2021/2022 учебный год. Материальной базой выступил ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет». В исследовании приняли участие 22 студента четвертого курса направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Биология» и «География».

Практическая значимость исследования состоит в том, что описанный и обобщенный опыт дидактических приемов формирования естественно-научных компетенций может быть использован в учебно-воспитательном процессе педагогических вузов.

Первый этап исследования состоял в изучении и анализе основ формирования естественно-научной грамотности у студентов педагогического вуза в условиях интеграции

современной учебной инфраструктуры в образовательное пространство. На этом этапе были подготовлены вопросы для опроса студентов, разработаны учебные ситуационные и проектные задания с использованием USB-датчиков.

Второй этап исследования заключался в процессе внедрения ситуационных и проектных задач в учебный процесс с последующим анализом результатов контрольных процедур по трем компетенциям естественно-научной грамотности.

Различные аспекты процесса формирования естественно-научной грамотности в отечественной педагогике представлены в работах В.Г. Разумовского [2, 3], Г.Г. Никифорова, А.Ю. Пентина, Г.М. Поповой [3, 4], Е.А. Никишовой [4], Г.С. Ковалевой, Е.И. Давыдовой [5, 6], Л.И. Асановой, И.Е. Барсукова, Л.Г. Кудровой [7] и др.

В трудах О.В. Тумашевой [8], В.А. Ермоленко [9] и иных обоснована теория развития естественно-научного мышления как необходимой составляющей естественно-научной грамотности и функциональной грамотности в целом. В исследованиях современных педагогов Н.А. Заграничной, Л.А. Паршутиной [10], Е.А. Шимко [11], Ю.П. Киселева, Д.С. Ямщиковой [12] сделан акцент на проблемы формирования естественно-научной грамотности на различных ступенях образования.

Формирование естественно-научной грамотности осуществляется с учетом трех составляющих компетенций: применение естественно-научных знаний для объяснения явления; интерпретация данных, системное представление знаний; описание и оценивание способов, которые используют ученые, чтобы обеспечить надежность данных и достоверность объяснений.

Результаты исследования и их обсуждение. На констатирующем этапе исследования студентам четвертого курса в качестве диагностических материалов были предложены кейсы, включающие ситуационные и проектные задания по биологии и экологии с использованием USB-датчиков цифровой лаборатории по биологии и химии.

В предварительном опросе были получены следующие ответы. На вопрос: «Знаете ли вы, что такое цифровая лаборатория?» 63,6% опрошенных ответили утвердительно, 36,4% респондентов затруднились с ответом. На второй вопрос: «Что вы понимаете под понятием “цифровой датчик”?» 63,6% четверокурсников ответили, что имеют представление о цифровых датчиках, и дают определение, 18,2% – имеют некоторое представление, но затрудняются дать определение, и у 18,2% ответ отсутствовал. На вопрос, определяющий знания возможностей при использовании цифровой лаборатории в обучении школьной биологии, 27,3% студентов ответили: «Да, могу привести методику использования», 31,8% – знают возможности, но не у всех датчиков, и 40,9% респондентов затрудняются в

характеристике датчиков и приемах их использования в школьной биологии.

В целом студенты отмечали, что навыки работы с цифровыми датчиками получили, только обучаясь в вузе. Кроме того, только 27,3% студентов имеют представления о проектных заданиях и опыт их решения на школьном уровне в процессе изучения дисциплин естественно-научного цикла. У 54,5% студентов есть успешный опыт решения ситуационных заданий по биологии и экологии.

С целью активизации учебного процесса при освоении дисциплин обязательной части программы («Общая экология», «Физиология человека и животных», «Микробиология», «Методика обучения биологии») и формирования естественно-научной грамотности для студентов профиля «Биология» были разработаны кейсы ситуационных и проектных заданий по экологии и химии с использованием современной измерительной аппаратуры, представляющей собой цифровой обучающий модуль «Биология» и «Химия».

Под кейсами проектных заданий мы понимаем систему заданий, направленных на создание студентами качественно новых дидактических продуктов на основе данных, полученных с помощью цифровых датчиков, которые могут быть использованы при обучении биологии в школе как средство формирования компетенций естественно-научной грамотности.

Мобильный комплект USB-датчиков цифровой лаборатории, в которой есть место для проведения опытов, экспериментов, мини-проектов, был использован для организации и проведения практических и лабораторных занятий. В исследовании были применены датчики Vernier, ПО сбора данных Logger Pro, датчики набора «Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии», ПО BioTronics Studio, школьная цифровая лаборатория «Радуга» по экологии.

Кроме того, студенты получили возможность создавать как моно-, так и бинарные проекты, используя современную образовательную среду вуза. При освоении дисциплины «Методика обучения биологии» обучающиеся приобретают такие компетенции, которые обеспечивают им участие в педагогическом проектировании. Цифровая образовательная среда в вузе способствует формированию ключевых компетенций естественно-научной грамотности, определяющих конкурентоспособность и успешность будущего учителя.

Для наглядного примера опишем реализованные практические работы с применением датчиков цифровых лабораторий, приемы работы с ними в проектных заданиях, которые, на наш взгляд, способствуют формированию естественно-научной грамотности студентов.

В рамках дисциплины «Физиология человека и животных» были проведены следующие практические работы. При изучении темы «Мышечная система» с помощью

сенсора ЭМГ (электромиографии) были изучены параметры сигнала ЭМГ от разных мышц руки при расслаблении и напряжении мышцы с разной силой. Необходимо было записать сигналы ЭМГ мышц-сгибателей пальцев и определить оптимальное положение регистрирующих электродов, зарегистрировать сигналы ЭМГ двуглавой мышцы плеча (бицепса). В результате работы студенты должны были научиться объяснять особенности строения мышечной ткани, мышц; познакомиться с сенсором ЭМГ и интерпретировать результаты и особенности методики электромиографии.

В теме «Сердечно-сосудистая система» для измерения пульса с использованием метода фотоплетизмографии (ФПГ) был применен сенсор (датчик) пульса. В задачи лабораторной работы входили измерение пульса в разных точках, расчет частоты сердечных сокращений по записям сигнала пульса и сравнение с данными при измерении пульса вручную. В ходе работы студенты должны были познакомиться с модулем ФПГ, научиться измерять пульс, объяснять механизм образования пульсовой волны и называть факторы, на нее влияющие.

Сенсор электроэнцефалограммы (ЭЭГ) был использован при изучении ритмов мозга в теме «Нервная система». С целью анализа записи ЭЭГ и выделения в ней ритмов разной частоты необходимо было получить ЭЭГ бодрствующего человека в затылочном отведении в расслабленном состоянии и с закрытыми глазами. Обучающиеся должны были научиться объяснять график ЭЭГ и распознавать альфа-ритм на спектре, делать вывод в сравнении у разных испытуемых.

В лабораторной работе «Определение частоты дыхания и физическая нагрузка» (тема «Дыхательная система») был задействован сенсор механических колебаний грудной клетки. Студентам необходимо было получить запись и посчитать количество дыхательных циклов. После физической нагрузки (приседаний) снова производят запись, сравнивают полученные графики и делают вывод о влиянии физической нагрузки на частоту дыхания.

Цифровой датчик температуры Vernier был использован в теме «Пищеварительная система» для исследования энергетической ценности продуктов. В ходе эксперимента определяли энергию (в кДж/г), выделяющуюся при сгорании различных видов пищи по формуле: $q = C_p m \Delta t$, где q – количество теплоты, C_p – удельная теплоемкость воды, m – масса воды, Δt – изменение температуры воды. Студентам необходимо было найти количественную закономерность выделения энергии при различных видах пищи (с высоким содержанием жира либо углеводов). Суть опыта заключалась в регистрации датчиком изменений температуры воды, вызванных сгоранием образцов пищи. Включение заданий с использованием цифровой лаборатории по химии в подготовку студентов профиля

«Биология», на наш взгляд, будет способствовать формированию естественно-научной грамотности, так как она также включает знания предметных областей химии и физики.

В рамках реализации дисциплины «Общая экология» были использованы цифровые датчики школьной цифровой лаборатории «Радуга» при изучении удельной электропроводности водных растворов, измерении рН и солености образцов близлежащих водоемов, имитации процесса образования кислотного дождя, исследовании различных образцов почв, измерении освещенности в аудиториях вуза, мониторинге относительной влажности и температуры окружающего воздуха на рабочих местах студентов в течение занятия.

При изучении процесса брожения (дисциплина «Микробиология») в лабораторном опыте были применены датчики температуры и давления газа цифровой лаборатории Vernier по химии. Студентам необходимо было отследить изменение давления внутри пробирки, обусловленное разложением глюкозы дрожжами в анаэробных условиях с образованием углекислого газа, после вычислить скорость брожения. Также нужно было исследовать факторы (температура, значение рН, концентрации различных добавленных веществ), влияющие на протекание процесса брожения.

На следующем этапе исследовательской работы студентам было предложено задание в курсе «Методика обучения биологии». Они должны были решить кейсы проектных заданий для создания дидактических материалов по биологии для школьников с использованием USB-датчиков (освещенности, влажности, рН, температуры (-20°C – $+110^{\circ}\text{C}$)).

В стандартный кейс входили следующие материалы: информация, содержащая сведения о технических характеристиках и возможностях определенного цифрового датчика; тексты с описанием экспериментов и исследований экологического содержания, где используются данные цифровых датчиков; тексты заданий, проверяющих умение интерпретировать данные по графикам, диаграммам и устанавливать зависимость между задаваемыми экспериментатором параметрами, делать вывод на основе причинно-следственных связей.

Студенты были распределены на микрогруппы по 3–4 человека и самостоятельно планировали свою деятельность по созданию дидактического материала. В качестве примера представим кейс проектных заданий для составления обучающих материалов для школьников 9-го класса по теме «Методы биологических исследований».

Одна из групп студентов составляла задания по предложенной теме с использованием USB-датчика рН среды, подбирала соответствующие материалы, включающие описание

технических характеристик датчика, описание исследования по измерению рН среды газированных и негазированных напитков; текст с официальными данными по влиянию рН среды напитков на состояние организма; примеры графиков и диаграмм, отражающих рН различных напитков; образцы проверочных заданий, направленных на интерпретацию данных исследования. Итогом работы группы студентов выступала система заданий для девятиклассников, благодаря которой можно было осуществлять диагностику уровня сформированности компетенций естественно-научной грамотности.

Далее студенты по принципу «карусель» были погружены в режим апробирования подготовленных кейсов. Аудитория была оборудована таким образом, чтобы был свободный доступ для работы с датчиками каждой группе. После выполнения заданий одного кейса группа переходила к другому столу и решала следующий кейс. Так все группы были вовлечены в решение спроектированной системы заданий и получили возможность продиагностировать решаемость предложенных заданий.

Последующая диагностика позволила оценить у студентов уровень владения компетенциями естественно-научной грамотности.

Заключение. При выявлении уровня владения компетенцией «научное объяснение явлений» высокий уровень был выявлен у 63,6% респондентов, средний – у 36,4%, что говорит о достаточно успешном уровне освоения данной компетенции. Анализ умений, составляющих компетенцию «понимание особенностей естественно-научного исследования», показал, что 68,2% студентов демонстрируют средний уровень, высокий уровень отмечен только у 31,8% респондентов. Умения, характерные для компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов», оказались самыми сложными для выполнения, только 9 студентов из 22 успешно справились с заданиями и продемонстрировали высокий уровень владения компетенцией.

Описанный и обобщенный опыт применения приемов формирования естественно-научной грамотности у будущих учителей биологии (кейсы ситуационных и проектных заданий с использованием цифровых лабораторий) может быть использован для формирования рассмотренных компетенций у студентов 1–3-х курсов при изучении химико-биологической составляющей естественно-научной области знаний.

Исследование выполнено при финансовой поддержке научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям деятельности вузов – партнеров ЮУрГГПУ и ШГПУ в 2022 г. по теме «Формирование естественно-научной грамотности обучающихся посредством цифровой лаборатории по биологии и экологии» (№ 16-436 от 23.06.2022).

Список литературы

1. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 “Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования”. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/> (дата обращения: 30.09.2022).
2. Разумовский В.Г. Проблемы формирования естественнонаучной грамотности учащихся основной школы // Педагогический журнал Башкортостана. 2016. № 1 (62). С. 13-35.
3. Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М. Естественнонаучная грамотность: контрольные материалы и экспериментальные умения // Народное образование. 2016. № 4-5 (1456). С. 159-167.
4. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. № 4 (61). С. 80-97.
5. Ковалева Г.С. Что необходимо знать каждому учителю о функциональной грамотности // Вестник образования России. 2019. № 16. С. 32.
6. Пентин А.Ю., Ковалева Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA // Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79-109.
7. Асанова Л.И., Барсуков И.Е., Кудрова Л.Г., Бурдакова А.А., Шибанова И.В. Естественнонаучная грамотность: пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников. М.: Академия Минпросвещения России, 2021. 83 с.
8. Тумашева О.В. Готовность будущего учителя к формированию функциональной грамотности обучающихся // Вестник Мининского университета. 2021. Т. 9. № 3. С. 3.
9. Ермоленко В.А. Функциональная грамотность в современном контексте. М.: ИТОП РАО, 2002. 119 с.
10. Заграничная Н.А., Паршутина Л.А. Методы формирования естественнонаучной грамотности учащихся основной школы: интегративный подход // Школьные технологии. 2017. № 3. С. 20-25.
11. Шимко Е.А. Условия формирования и диагностики отдельных компонентов естественнонаучной грамотности учащихся // Школьные технологии. 2019. № 2. С. 102-112.
12. Киселев Ю.П., Ямщикова Д.С. Естественно-научная грамотность. Живые системы. 7-9 классы. Тренажёр. М.: Просвещение, 2020. 224 с.