

УДК 378.4: 378.14 (Университеты / Организация учебной работы)

ЦИФРОВЫЕ РЕСУРСЫ В ФОРМИРОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ

© 2024 Е.А. Макарова, А.С. Яицкий

*Макарова Екатерина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент
кафедры биологии, экологии и методики обучения*

E-mail: ekaterinamakarova@yandex.ru

*Яицкий Андрей Степанович, старший преподаватель
кафедры биологии, экологии и методики обучения*

E-mail: yaitsky@sgspsu.ru

Самарский государственный социально-педагогический университет
Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 08.06.2024

В современном мире технологии и цифровые инновации стремительно развиваются, вызывая глубокие трансформации в обществе. Ключ к успешной адаптации к быстро меняющемуся миру заключается в развитии у учащихся способности к самоорганизации и в формировании умения работать с информацией из различных областей знаний, в становлении критического мышления. Поэтому формирование функциональной грамотности и умения использовать современные цифровые ресурсы обучающимися является ключевым вопросом. Развитие естественнонаучной грамотности (ЕГ) как части функциональной грамотности заключается в формировании следующих основных компетенций: «умение научно объяснять явления; способность оценивать и планировать научные исследования; умение научно интерпретировать доказательства и данные». Цель данной работы заключается в анализе опыта использования педагогами современных цифровых ресурсов для развития ЕГ обучающихся и изучении готовности студентов педагогического вуза к использованию цифровых ресурсов для осуществления этого вида педагогической деятельности. Авторы статьи провели анкетирование и проанализировали опыт применения цифровых ресурсов в развитии ЕГ обучающихся. Это позволило сделать вывод о том, что среди цифровых ресурсов, способствующих развитию ЕГ учащихся, наиболее результативными можно назвать методические материалы Федерального института педагогических измерений, издательства «Просвещение», Министерства просвещения РФ и ресурса «Российская электронная школа». Также педагогам стоит обратить внимание на такие цифровые ресурсы, как «Интернет-урок», «Видеоуроки», «ЯКласс» и «Глобал Лаб».

Ключевые слова: функциональная грамотность, цифровые ресурсы, естественнонаучная грамотность

DOI: 10.37313/2413-9645-2024-26-96-41-48

EDN: GHZHWZ

Введение. Современное общество переживает период глубоких трансформаций, вызванных стремительным развитием технологий и цифровых инноваций. В ближайшие десятилетия мир будет неразрывно связан с процессами цифровизации и автоматизации во всех сферах жизни. Российская Федерация не остаётся в стороне от прогресса, наша страна нацелена на интенсификацию и развитие исследований в области биотехнологии, интеллектуальных электрических систем, возобновляемых источников энергии и многих других. Такое резкое разнообразие технологий и их влияние на экономику требует нового подхода к образованию молодого поколения. Важно формировать у детей и подростков системное, критическое мышление, способность к

самоорганизации и навыки работы с информацией из разных областей знаний. Необходимость овладения этими навыками становится ключевой для успешной адаптации к быстро меняющемуся миру. В наше время умение ориентироваться в множестве дисциплин и оперировать информацией для решения сложных задач становится неотъемлемой частью успешной учебной и профессиональной деятельности. В свете быстрого развития науки и технологий, приобретение таких навыков с раннего возраста становится приоритетом образовательной системы.

С развитием цифровых технологий происходит революция в образовании, приводя к пересмотру традиционных подходов к обучению. В этом новом образовательном ландшафте искусственный интеллект играет все более значимую

роль, вызывая вопросы о том, каким будет общее образование в будущем. И каким образом эти изменения повлияют на формирование личности и профессиональную ориентацию молодого поколения? Это задача, которая становится первостепенной. Важно учитывать, что новые технологии не только меняют способы передачи знаний, но и влияют на сам процесс усвоения информации и развития мышления у учащихся.

Успешность будущего поколения будет зависеть от их способности генерировать нестандартные идеи, действовать без использования готовых алгоритмов и шаблонов и иметь естественнонаучное мышление. Важно научиться противостоять рискам и не бояться неопределенности, постоянно развиваться и осваивать новые технологии, а также уметь эффективно сотрудничать для достижения поставленных целей [13; 14].

Это определило запрос современного общества на выпускника школы, готового действовать в условиях постоянно меняющегося мира, готового к неопределенности, многозадачности, открытости. Все производственные процессы ускоряются, и цифровизация становится хорошим инструментом в адаптации человека к этому новому VUCA-миру. Не случайно государственный запрос к системе образования направлен на становление функциональной грамотности (ФГ) учащихся, что отражается в интеграции дисциплины «Функциональная грамотность» в образовательные программы начальной и основной школы. Для достижения желаемого результата необходимо, чтобы профессиональные компетенции учителя включали в себя готовность педагога к организации процесса развития ФГ учащихся. В связи с этим при подготовке будущих учителей важно включать в учебный план дисциплины, способствующие развитию компетенций, направленных на становление ФГ учащихся и применение в учебно-воспитательном процессе современных цифровых ресурсов/ инструментов для оптимизации этого процесса.

История вопроса. Понятие «функциональная грамотность» впервые использовалось в материалах ЮНЕСКО в 50-х годах XX века и определялась как «совокупность умений человека читать и писать, необходимых в повседневной жизни для решения житейских проблем» [2, с. 3]. По мнению американских ученых S. Scribner, M. Cole, функциональная грамотность связана с социально-

обусловленной деятельностью человека, возможность реализоваться в ее различных аспектах [16]. I. Kirsch, J. Guthrie считают, что ФГ представляет собой не статическое понятие, а динамически развивающуюся с опорой на меняющиеся задачи, требующую различных навыков и компетенций для их решения систему [15, с. 485-507].

С 2000 г. проводится международное исследование в области качества образования – PISA (Programme for International Student Assessment). Оно позволяет установить то, какие изменения произошли в системах образования разных стран, произвести сопоставление качества образования в них и выявить роль принятых управленческих решений в этом процессе. Согласно PISA, ключевыми компонентами ФГ считается грамотность обучающихся в области читательской деятельности, математических операций и естественнонаучной области. Но ими не ограничивается круг компонентов ФГ. Начиная с 2012 г., в состав ФГ в рамках исследования PISA была включена финансовая грамотность. В 2018 г. было добавлено направление «Глобальные компетенции», а с 2021 года внимание уделяется развитию «Креативного мышления».

Исследованию структуры функциональной грамотности посвящены научные работы отечественных исследователей И.Ю. Алексашиной, Н.Ф. Виноградовой, А.В. Хуторского и др. [1; 3; 10].

В проблему нашего исследования входит изучение естественнонаучной грамотности как структурного компонента функциональной грамотности. Изучению и анализу естественнонаучной грамотности посвящены работы Н.М. Мамедова и С.Е. Мансуровой [6], А.Ю. Пентина [8], М.А. Якунчева, Н.С. Семеновской, И.Ф. Маркинова и Р.В. Осинина [12], П.А. Оржековского, С.Ю. Степанова и В.С. Шойтовой [7].

Н.М. Мамедов и С.Е. Мансурова считают, что «естественнонаучная образованность – понятие относительное, так как содержание научного знания, составляющего основу образования, меняется, становясь все более сложным. Наука всегда в поиске, в развитии, она никогда не сможет достичь абсолютной истины, да и избежать интерпретации, субъективности практически невозможно» [6, с. 55].

Л.М. Перминова в своей работе отмечает, что «естественнонаучная грамотность имеет уровневое выражение и включает: 1) элементарную

естественнонаучную грамотность; 2) функциональную естественнонаучную грамотность; 3) общекультурную естественнонаучную компетентность, находясь в «цепке» с экологической грамотностью естественнонаучной компетентностью» [9, с. 465].

В PISA, как указывает А.Ю. Пентин, естественнонаучная грамотность определяется как «способность человека занимать активную гражданскую позицию по общественно значимым вопросам, которые связаны с естественными науками, и его готовность проявлять интерес к естественнонаучным идеям» [8]. Задания мониторинга PISA связаны с установлением уровня сформированности трех компетенций: «1. умение научно объяснять явления; 2. способность оценивать и планировать научные исследования; 3. умение научно интерпретировать доказательства и данные» [8].

Управленческие решения по организации учебно-воспитательного процесса в школе должны быть такими, чтобы формирование всех вышеперечисленных компетенций происходило эффективно. А это требует формирования у учителей готовности к развитию ЕГ учащихся и овладение ими всем многообразием средств обучения, которые способствовали бы достижению поставленной цели (в том числе и цифровых образовательных ресурсов).

Цель исследования заключается в анализе опыта использования педагогами современных цифровых ресурсов для развития ЕГ обучающихся и изучении готовности студентов педагогического вуза к использованию цифровых ресурсов для формирования ЕГ учащихся.

Методы исследования. В качестве методов исследования авторами работы применялся метод анализа психологической и педагогической литературы, нормативно-правовых документов и педагогического опыта. С целью описания практики использования цифровых ресурсов в формировании естественнонаучной грамотности учащихся авторами было проведено анкетирование педагогов и студентов.

Результаты исследования. В методической литературе есть несколько примеров использования разнообразных цифровых ресурсов в формировании функциональной и естественнонаучной грамотности учащихся.

Так преподаватели Шадринского государственного педагогического университета для формирования ЕГ обучающихся предлагают ис-

пользовать ресурсы цифровой лаборатории Технопарка универсальных педагогических компетенций, расположенного на базе данного университета [11].

Для формирования функциональной и естественнонаучной грамотности ряд авторов предлагает использовать возможности школьной цифровой платформы «СберКласс» [4; 5]. Целый ряд исследований посвящены внедрению в практику педагогической деятельности по развитию ФГ и ЕГ различных цифровых ресурсов: GeoGebra, Creo_Datum, LearningApps.org, Plickers, ClassTools, Joyteka, Учи.ru, SkySmart, ЯКласс и др.

С целью изучения опыта использования педагогами современных цифровых ресурсов для развития ЕГ обучающихся нами было проведено анкетирование педагогов. В анкетировании участвовали 44 педагога, в основном это были учителя биологии (66,7%), химии (21,2%), географии (9,1%). Большинство из них обладают значительным педагогическим стажем, 59,1% имеют стаж педагогической деятельности 26 лет и более. Доля педагогов со стажем работы до 15 лет составила 22,7%, молодых учителей со стажем до 5 лет в анкетировании было 13,6%. Также мы опросили студентов естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет» (СГСПУ), в исследовании участвовало 86 человек.

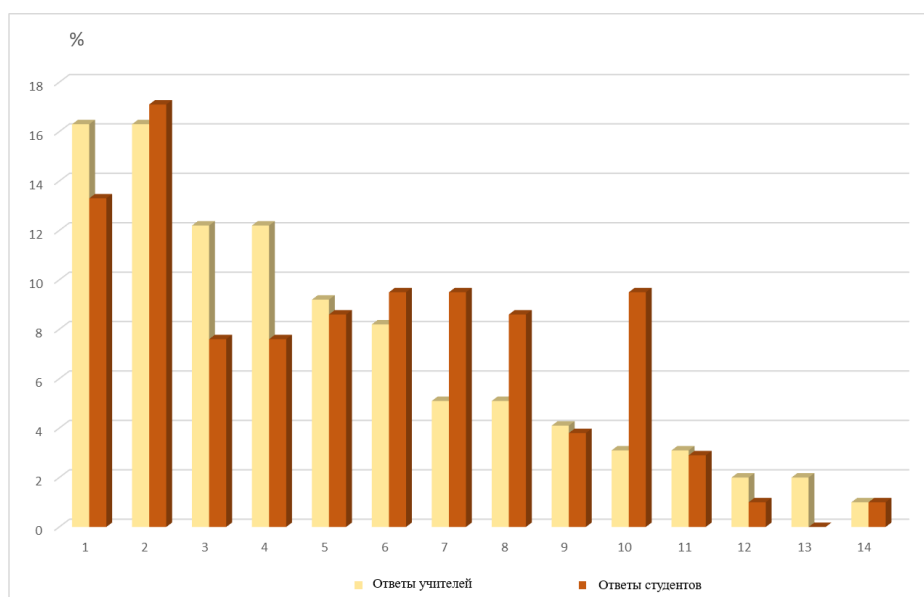
Нас интересовало, понимают ли респонденты что такое естественнонаучная грамотность. Абсолютное большинство 86,4% учителей ответили «очень хорошо понимаю», и 13,6% «имеют некоторое представление». Среди студентов 56,5% имеют представление о том, что такое естественнонаучная грамотность и 45,3% считают, что «очень хорошо понимают, что это такое». Все педагоги считают, что естественнонаучную грамотность учащихся необходимо формировать, так как это требование времени и ФГОС. С точки зрения учителей максимально соответствует понятию ЕГ определение «способность понимать и применять научные принципы и концепции в повседневной жизни, а также способность оценивать научную информацию и принимать обоснованные решения на основе этой информации» (выбрали 63,6% опрошенных). Удивительно, но определение ЕГ, предложенное PISA, не выбрал никто из участвующих в анкетировании педагогов. В то же время студенты в равных долях отдали предпочтение формулировке «способность человека занимать активную гражданскую пози-

цию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, его готовность интересоваться естественнонаучными идеями» и указанному выше определению (по 45,6%).

Анализируя опыт формирования естественнонаучной грамотности обучающихся, мы задали вопрос: «Способствует ли содержание и методический аппарат учебника по предмету, который Вы преподаете, формированию естественнонаучной грамотности учащихся?». Чуть больше половины учителей ответило «Да, учебник, его содержание и методический аппарат позволяет формировать естественнонаучную грамотность учащихся» (54,5%). Равное количество педагогов (22,7%) выбрали варианты ответов «Нет, учебник

не позволяет формировать естественнонаучную грамотность» и «Затрудняюсь ответить». При этом большинство учителей (86,4%) и студентов (78,3%) знакомы с электронными образовательными ресурсами, направленными на развитие ЕГ. С выходом в 2022 г. федерального перечня электронных образовательных ресурсов, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ, педагог должен использовать в образовательном процессе только те цифровые ресурсы, которые вошли в указанный перечень. Нас заинтересовало, какие цифровые ресурсы, с точки зрения учителей и студентов, способствуют формированию естественнонаучной грамотности (рис. 1).

Рис. 1. Результаты ответов респондентов на вопрос «Какие из предложенных образовательных ресурсов способствуют формированию естественнонаучной грамотности?» (The results of the respondents' answers to the question «What resources develop students' natural science literacy?»)



В качестве цифровых ресурсов, формирующих естественнонаучную грамотность, респондентам были предложены: 1. «Российская электронная школа» (РЭШ); 2. «Открытый банк заданий для оценки ЕГ (ФИПИ)»; 3. «Издательство «Просвещение», банк заданий по ФГ»; 4. «Институт стратегии развития образования РАО. Банк заданий для формирования ЕГ» (ИСРО); 5. «Министерство просвещения РФ, электронный банк заданий для оценки ФГ»; 6. «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (ЕКЦОР); 7. «Видео-

уроки»; 8. «ЯКласс»; 9. «Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов»; 10. «Интернет-урок»; 11. «Глобал Лаб»; 12. «1С:Школа Онлайн»; 13. «Lecta»; 14. МЭШ.

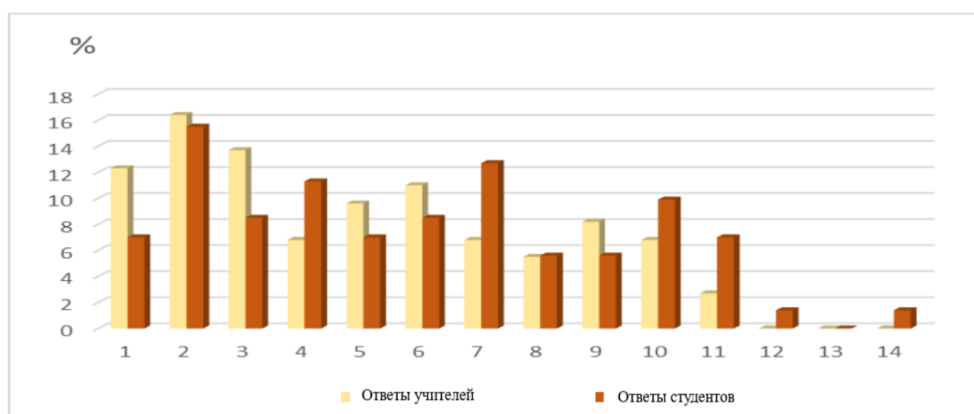
Анализируя результаты ответов участников анкетирования, можно утверждать, что наиболее эффективными для развития ЕГ учащихся являются РЭШ и банк заданий для оценки ЕГ, разработанный ФИПИ. Учителя также считают эффективными цифровые ресурсы издательства «Просвещение» и материалы ИСРО. А студенты отдали

предпочтения таким ресурсам как: ЕКЦОР; «Видеоуроки»; «Интернет-урок».

Малое количество учителей и студентов выбрали цифровые ресурсы платформы «Глобал Лаб», хотя, на наш взгляд, глобальная школьная лаборатория, обучение на которой организуется в форме проектной деятельности, обладает большим педагогическим потенциалом для формирования естественнонаучной грамотности. Нас

также интересовало мнение педагогов и студентов о том, какие цифровые ресурсы эффективны для формирования каждой из компетенций естественнонаучной грамотности. Отвечая на вопрос «Какие ресурсы способствуют формированию умения научно объяснять явления?», педагоги и студенты отдали предпочтение открытому банку заданий для оценки ЕГ (ФИПИ) (рис. 2).

Рис. 2. Результаты ответов респондентов на вопрос «Какие ресурсы способствуют формированию умения научно объяснять явления?» (The results of the respondents' answers to the question «What resources develop the ability to explain phenomena scientifically?»)



Также большая доля респондентов среди учителей выбрала банк заданий по ФГ издательства «Просвещение», а студенты отметили цифровой ресурс «Видеоуроки».

Отвечая на вопрос «Какие ресурсы способствуют формированию умения понимать особенности естественнонаучного исследования?» (рис. 3), учителя в большинстве выбрали задания для оценки ЕГ (ФИПИ) и ресурс ИСРО. А студенты отдали предпочтение таким цифровым ресурсам, как: «Интернет-урок», «Видеоуроки», ЕКЦОР.

Для формирования умения научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов учителя в большинстве также выбрали банк заданий для оценки ЕГ (ФИПИ) и ресурс ИСРО (рис. 4). Но студенты считают, что эффективнее использовать банк заданий по ФГ издательства «Просвещение» и материалы ЕКЦОР.

Рис. 3. Результаты ответов респондентов на вопрос «Какие ресурсы способствуют формированию умения понимать особенности естественнонаучного исследования?» (The results of the respondents' answers to the question «What resources develop the ability to understand the features of natural science research?»)

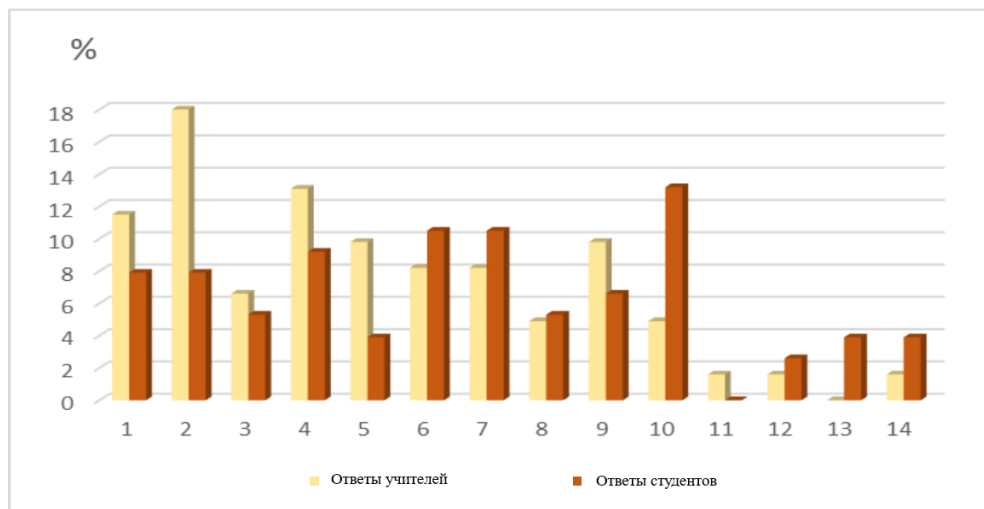
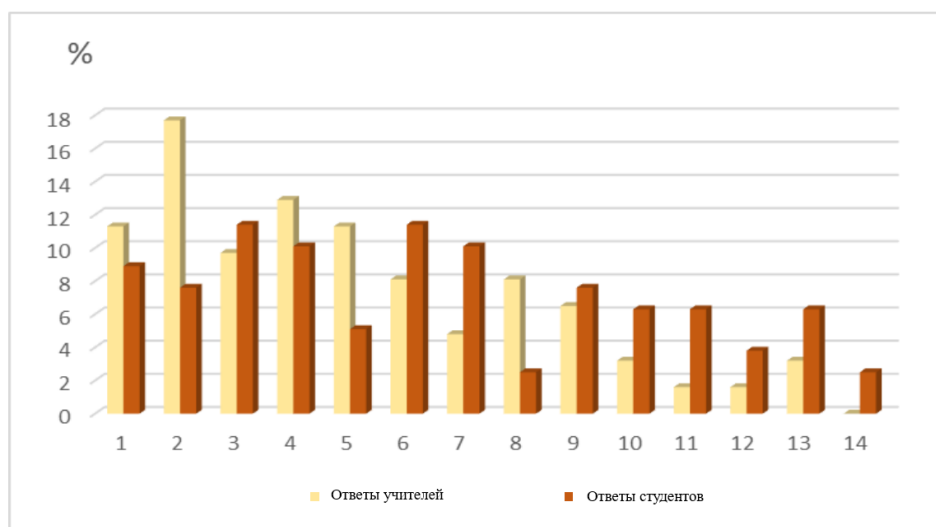


Рис. 4. Результаты ответов респондентов на вопрос «Какие ресурсы способствуют формированию умения научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов?» (The results of respondents' answers to the question « What resources develop the ability to scientifically interpret data and use evidence to draw conclusions?»)



Выводы. Таким образом, наиболее эффективными цифровыми ресурсами, способствующими формированию естественнонаучной грамотности учащихся, можно назвать методические материалы ФИПИ, издательства «Просвещение»,

Министерства просвещения РФ и «Российская электронная школа». Также педагогам стоит обратить внимание на такие цифровые ресурсы, как «Интернет-урок», «Видеоуроки», «ЯКласс» и «Глобал Лаб».

1. Алексашина, И. Ю., Абдулаева, О. А., Киселев, Ю. П. Формирование и оценка функциональной грамотности учащихся: учеб.-метод. пособие / науч. ред. И.Ю. Алексашина. СПб.: КАРО, 2019. – 160 с.
2. Виноградова, Н. Ф. Функциональная грамотность младшего школьника: к постановке проблемы // Начальное образование. – 2017. – Т. 5. – № 3. – С. 3-7.
3. Виноградова, Н. Ф., Кочурова, Е. Э., Кузнецова, М. И. Функциональная грамотность младшего школьника: книга для учителя / под ред. Н.Ф. Виноградовой. М.: Российский учебник: Вентана-Граф, 2018. – 288 с.
4. Гаврилова, Е. А., Суханова, Л. В. Формирование функциональной грамотности на уроках английского языка: использование цифровых образовательных инструментов на платформе «СберКласс» (из опыта работы на платформе) // Развитие навыков XXI века в современном языковом образовании: мат-лы конкурса метод. работ среди

студентов, магистрантов, учителей, педагогов, сотрудников образовательных учреждений в области иностранных языков. – Воронеж, 2023. – С. 25-32.

5. Дербышева, Т. Н. Цифровизация внеурочной деятельности естественнонаучной направленности // Современное образование и педагогическое наследие академика А.В. Усовой: материалы международной научно-практической конференции. – Челябинск, 2021. – С. 115-119.

6. Мамедов, Н. М., Мансурова, С. Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен // Ценности и смыслы. – 2020. – № 5 (69). – С. 45-59.

7. Оржековский, П. А., Степанов, С. Ю., Шойтова, В. С. Психолого-педагогические аспекты формирования у обучающихся естественнонаучной грамотности // Наука. Управление. Образование. РФ. – 2022. – № 1. – С. 27-36.

8. 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.

9. Перминова, Л. М. Естественнонаучная грамотность: дидактический подход // Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. – 2016. – № 4. – С. 460-468.

10. Хуторской, А. В. Что такое функциональная грамотность? // Народное образование. – 2023. – № 1 (1496). – С. 57-64.

11. Шарыпова, Н. В., Павлова, Н. В., Соловьева, А. Л., Камалова, А. Р. Опыт формирования естественнонаучной грамотности обучающихся посредством цифровой лаборатории // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 10-1. – С. 200-204.

12. Якунчев, М. А., Семенова, Н. Г., Маркинов, И. Ф., Осинин, Р. В. К проблеме разработки методики формирования естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении биологии в школе // Гуманитарные науки и образование. – 2022. – Т. 13. – № 4 (52). – С. 107-115.

13. Dolmans, D. H. J. M., Wilkerson, L. Reflection on studies on the learning process in problem-based learning // Advanced in Health Sciences Education. – 2011. – Vol. 16 (437). – P. 437-441. DOI: 10.1007/s10459-011-9319-y.

14. Li, J.J. Problem-based learning and undergraduate research: another student's perspective // Perspectives on Medical Education. – 2013. – Т. 2. – № 5-6. – P. 360-361. DOI: 10.1007/s40037-013-0085-9.

15. Kirsch, I., Guthrie, J. T. The concept and measurement of functional literacy // Reading Research Quarterly. – 1977. – № 13. – P. 485-507.

16. Scribner, S., Cole, M. The psychology of literacy. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1981. – 336 p.

DIGITAL RESOURCES IN THE FORMATION OF NATURAL SCIENCE LITERACY OF STUDENTS

© 2024 E.A. Makarova, A.S. Yaitsky

*Ekaterina A. Makarova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Chair of Biology,
Ecology and Methods of Teaching*

E-mail: ekaterinamakarova@yandex.ru

Andrey S. Yaitsky, senior lecturer of Chair of Biology, Ecology and Methods of Teaching

E-mail: yaitsky@sgspu.ru

Samara State University of Social Sciences and Education

Samara, Russia

In the modern world, technology and digital innovations are rapidly developing, causing profound transformations in society. The key to successful adaptation to a rapidly changing world lies in the development of students' ability to self-organize and develop the ability to work with information from various fields of knowledge, in the formation of critical thinking. Therefore, the development of functional literacy and the ability to use modern digital resources by students is a key issue. The formation of natural science literacy (EG) as part of functional literacy consists in the formation of the following core competencies: «the ability to scientifically explain phenomena; the ability to evaluate and plan scientific research; the ability to scientifically interpret evidence and data». The purpose of this work is to analyze the experience of teachers using modern digital resources for the development of their students and to study the readiness of students of a pedagogical university to use digital resources to carry out this type of pedagogical activity. The authors of the article conducted a survey and analyzed the experience of using digital resources in the development of students' EG. This allowed us to conclude that among the digital resources contributing to the development of students' EG, the most effective are the methodological materials of the Federal Institute of Pedagogical Measurements, the publishing house «Prosveshchenie», the Ministry of Education of the Russian Federation and the resource «Rossijskaya elektronnyaya shkola». Teachers should also pay attention to such digital resources as «Internet-urok», «Videouroki», «YaKlass» and «Global Lab».

Keywords: digital resources, functional literacy, natural science literacy

DOI: 10.37313/2413-9645-2024-26-96-41-48

EDN: GHZHWZ

1. Aleksashina, I. Yu., Abdulaeva, O. A., Kiselev, Yu. P. Formirovanie i otsenka funktsional'noi gramotnosti uchashchikhsya (Formation and assessment of functional literacy of students): ucheb.-metod. posobie / nauch. red. I.YU. Aleksashina. SPb.: KARO, 2019. – 160 s.
2. Vinogradova, N. F. Funktsional'naya gramotnost' mladshogo shkol'nika: k postanovke problemy (Functional literacy of a primary school student: towards the formulation of the problem) // Nachal'noe obrazovanie. – 2017. – T. 5. – № 3. – S. 3-7.
3. Vinogradova, N. F., Kochurova, E. Eh., Kuznetsova, M. I. Funktsional'naya gramotnost' mladshogo shkol'nika: kniga dlya uchitelya (Functional literacy of a primary school student: a book for a teacher) / pod red. N.F. Vinogradovoi. M.: Rossiiskii uchebnyk: Ventana-Graf, 2018. – 288 s.
4. Gavrilova, E. A., Sukhanova, L. V. Formirovanie funktsional'noi gramotnosti na urokakh angliiskogo yazyka: ispol'zovanie tsifrovyykh obrazovatel'nykh instrumentov na platforme «SberKlass» (iz opyta raboty na platforme) (Formation of functional literacy in English lessons: using digital educational tools on the SberKlass platform (from experience working on the platform)) // Razvitie navykov XXI veka v sovremennom yazykovom obrazovanii: mat-ly konkursa metod. rabot sredi studentov, magistrantov, uchitelei, pedagogov, sotrudnikov obrazovatel'nykh uchrezhdenii v oblasti inostrannykh yazykov. – Voronezh, 2023. – S. 25-32.
5. Derbysheva, T. N. Tsifrovizatsiya vneurochnoi deyatelnosti estestvennonauchnoi napravlenosti (Digitalization of extracurricular activities of a natural science orientation) // Sovremennoe obrazovanie i pedagogicheskoe nasledie akademika A.V. Usovoi: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Chelyabinsk, 2021. – S. 115-119.
6. Mamedov, N. M., Mansurova, S. E. Estestvennonauchnaya gramotnost' kak uslovie adaptatsii cheloveka k ehpkhe perymen (Natural science literacy as a condition for human adaptation to the era of change) // Tsennosti i smysly. – 2020. – № 5 (69). – S. 45-59.
7. Orzhekovskii, P. A., Stepanov, S. Yu., Shoitova, V. S. Psikhologo-pedagogicheskie aspekty formirovaniya u obuchayushchikhsya estestvennonauchnoi gramotnosti (Psychological and pedagogical aspects of the formation of natural science literacy among students) // Nauka. Upravlenie. Obrazovanie. RF. – 2022. – № 1. – S. 27-36.
8. Pentin, A. Yu., Nikiforov, G. G., Nikishova, E. A. Osnovnye podkhody k otsenke estestvennonauchnoi gramotnosti (The main approaches to the assessment of natural science literacy) // Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika. – 2019. – T. 1. – №4 (61). – S. 80-97.
9. Perminova, L. M. Estestvennonauchnaya gramotnost': didakticheskii podkhod (Natural science literacy: a didactic approach) // Konferentsium ASOU: sbornik nauchnykh trudov i materialov nauchno-prakticheskikh konferentsii. – 2016. – № 4. – S. 460-468.
10. Khutorskoi, A.V. Chto takoe funktsional'naya gramotnost'? (What is functional literacy?) // Narodnoe obrazovanie. – 2023. – № 1 (1496). – S. 57-64.
11. Sharypova, N. V., Pavlova, N. V., Solov'eva, A. L., Kamalova, A. R. Opyt formirovaniya estestvennonauchnoi gramotnosti obuchayushchikhsya posredstvom tsifrovoi laboratorii (The experience of forming students' natural science literacy through a digital laboratory) // Sovremennyye naukoemkie tekhnologii. – 2022. – № 10-1. – S. 200-204.
12. Yakunchev, M. A., Semenova, N. G., Markinov, I. F., Osinin, R. V. K probleme razrabotki metodiki formirovaniya estestvennonauchnoi gramotnosti obuchayushchikhsya pri izuchenii biologii v shkole (On the problem of developing a methodology for the formation of natural science literacy of students in the study of biology at school) // Gumanitarnyye nauki i obrazovanie. – 2022. – T. 13. – № 4 (52). – S. 107-115.
13. Dolmans, D. H. J. M., Wilkerson, L. Reflection on studies on the learning process in problem-based learning // Advanced in Health Sciences Education. – 2011. – Vol. 16 (437). – P. 437-441. DOI: 10.1007/s10459-011-9319-y.
14. Li, J. J. Problem-based learning and undergraduate research: another student's perspective // Perspectives on Medical Education. – 2013. – T. 2. – № 5-6. – P. 360-361. DOI: 10.1007/s40037-013-0085-9.
15. Kirsch, I., Guthrie, J. T. The concept and measurement of functional literacy // Reading Research Quarterly. – 1977. – № 13. – P. 485-507.
16. Scribner, S., Cole, M. The psychology of literacy. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1981. – 336 p.