

Измерительные материалы в оценке естественнонаучной грамотности. Результаты международных и российских исследований


Румиса Абуязитовна Эльмурзаева

Кандидат педагогических наук, доцент

Чеченский государственный педагогический университет

Грозный, Россия


rumisaelmurzaeva@mail.ru

 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 06.10.2023

Принята 06.11.2023

Опубликована 15.12.2023

 10.25726/c1528-2930-1070-i

Аннотация

Сегодня перед работниками образования встают серьезными серьезные проблемы, возникновение которых является результатом как интенсивного развития технологий, так и значимыми изменениями в геополитике нашего государства. В формировании технологического суверенитета государства на первом месте стоит человеческий капитал и его функциональность. Авторы отмечают, что функциональная грамотность предоставляет обучающимся огромный шанс для реализации потенциала личности, как в личностном аспекте, так и в различных сферах профессиональной деятельности. Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа измерительных материалов, используемых в целях оценки естественнонаучной грамотности в международных и российских исследованиях. Концепция естественнонаучной грамотности в исследованиях TIMSS и PISA соответствует требованиям ФГОС общего образования. В статье указывается на целесообразность внесения определенных корректив в методическое сопровождение учебного процесс в СОШ, в частности построение уроков естественно-научного цикла. Например, крайне важно обратить внимание на ограниченное количество учебного времени, отведенного на проведение практических и лабораторных занятий. Кроме этого, следует пересмотреть комплекс учебных заданий, включив в него задания на ситуативные задачи. Немаловажным является и организация и развитие учебно-исследовательской и проектной деятельности в процессе обучения дисциплинам, входящим в естественнонаучный цикл учебной программы. Для повышения уровня естественнонаучной грамотности, являющего важной составляющей функциональной грамотности немаловажно изучение и умение применять на практике элементов научного знания, лежащими в основе познавательной, коммуникативной и ценностно-ориентационной культуры. Таким образом, учащиеся будут иметь возможность овладения теоретическими основами курса, с последующим их применением в реальных условиях.

Ключевые слова

образование, грамотность, функциональная грамотность, естественнонаучная грамотность.

Статья написана в рамках выполнения государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) по проведению прикладных научных исследований «Научно-методическая система формирования основных естественнонаучных компетенций обучающихся общеобразовательных организаций и студентов естественнонаучных профилей педагогического направления».

Введение

Российское образование в современном мире сталкивается с серьезными вызовами, связанными не только с высокими темпами развития технологий, но и меняющимися геополитическими ориентирами государства. Развитие отечественного образования тесно сопряжено с проблемами внешних глобальных факторов, а также с внутренними изменениями в обществе. Формирование технологического суверенитета государства как приоритетная задача должна решаться не только в информационно-технологическом и нравственно-ценностном аспектах, но также через развитие человеческого капитала, его в функциональности. Функциональная грамотность как качество современного мобильного человека складывается из следующих компонентов:

- читательской грамотности;
- математической грамотности;
- естественнонаучной грамотности;
- финансовой грамотности;
- креативного мышления.

Под функциональной грамотностью понимается способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптироваться и функционировать в ней, используя накопленные знания и умения (Куприянова, 2021).

Функциональная грамотность дает широкие возможности для самореализации как в личностном аспекте, так и в различных сферах профессиональной деятельности.

Очевидно, для этого необходимо формировать и совершенствовать систему компетенций.

Компетенции имеют деятельностную основу в определенной научной области и определяют направление формируемой грамотности.

В нашем случае речь идет об одной из ее составляющих – естественнонаучной грамотности как о способности человека, мы предполагаем наличие у него таких навыков и умений, как обязательное умение определять, какие факты или данные имеют научную подоплеку, не являются ли они фальсифицированными; применять верные, по их мнению, для каждого конкретного случая решения и предоставить убедительные доводы, подтверждающие их (Краснов, Торгашина, Супрун, Чабан, 2020).

Материалы и методы исследования

Сравнительный анализ измерительных материалов, применяемых для оценки естественнонаучной грамотности в международных и российских исследованиях. Теоретический анализ источников литературы, сравнение различных методов исследования и взглядов на данную проблему.

Организаторы «Международного мониторингового исследования качества школьного математического и естественнонаучного образования» (Trends in Mathematics and Science Study - TIMSS) использовали понятие «функциональная научная грамотность» (functional scientific literacy) как совокупность знаний и умений, обеспечивающих успешное социально-экономическое развитие страны и умение применять эти знания в реальных жизненных ситуациях (Ковалева, Краснянская, Пентин, Садовщикова, 2021; Ковцун, Кохичко, 2022).

Естественнонаучная грамотность оценивается в международном мониторинговом исследовании качества математического и естественнонаучного образования TIMSS, один раз в четыре года (Пентин, Ковалева, Давыдова, Смирнова, 2018).

Целью проведения исследований TIMSS является сравнительная оценка уровня подготовленности обучаемых среднего звена, в частности учащихся 4-х и 8-х классов, по математике и предметам естественнонаучного цикла в странах, система образования которых кардинально отличается. Знания российских школьников также подвергались регулярному тестированию вплоть до 2019 года.

Таблица 1. Место РФ среди других стран-участниц.

Классы	Направление исследования	Место РФ среди других стран-участниц (по количеству баллов)							
		TIMSS-1995*	TIMSS-1999	TIMSS-2003	TIMSS-2007	TIMSS-2011	TIMSS-2015	TIMSS-2019	TIMSS-2023
Классы	Естественнонаучная грамотность	-	-	9	5	5	4	-	-
Классы	Естественнонаучная грамотность	14	16	17	10	7	7	-	-

Процедура оценки качества в исследованиях TIMSS проводится путем выполнения теста.

Тест TIMSS состоит из четырех блоков заданий:

- два блока заданий по математике;
- два блока заданий по естествознанию.

Ниже представлены структуры естественнонаучной части теста TIMSS 2019 года для учащихся 4-х и 8-х классов:

Таблица 2. Структура естественнонаучной части теста TIMSS (4 класс).

Структура естественнонаучной части теста TIMSS 4 класс	
Содержательные области теста	
45%	Биология
35%	Физические науки
20%	География
Виды деятельности	
40%	Знание
40%	Применение
20%	Рассуждение

Таблица 3. Структура естественнонаучной части теста TIMSS (8 класс)

Структура естественнонаучной части теста TIMSS 8 класс	
Содержательные области теста	
35%	Биология
20%	Физика
25%	Химия
20%	География
Виды деятельности	
35%	Знание
40%	Применение
25%	Рассуждение

Все компоненты, на основе которых построены задания, нацелены на оценку достижения обучающимися соответствующих компетенций:

- 25% заданий оценивают умение распознать научные вопросы;
- 35% заданий оценивают умение описывать, предвидеть или объяснять научные явления;
- 40% заданий оценивают умение использовать научные факты для принятия решения и сообщения о нем.

Контексты заданий отражают личностные, социальные и глобальные аспекты рассматриваемых явлений и событий, которые способствуют выявлению интереса, отношения и мотивации.

Более половины заданий строятся на знаниях о мире (60%), остальные задания ориентированы на использование знаний о методах научного познания (40%).

Мы считаем целесообразным представить в данной работе результаты исследований PISA (Programme for International Student Assessment), направленных на определения уровня сформированности естественнонаучной грамотности в составе функциональной грамотности учащихся, достигших 15-летнего возраста.

Оценка достижений результатов естественнонаучной грамотности обучающихся в рамках международных исследований представлена следующими уровнями:

- высокий уровень (интервал баллов 560 – 708);
- повышенный уровень (интервал баллов 485 – 559);
- базовый уровень (интервал баллов 411 – 484);
- пороговый (низкий) уровень (интервал баллов 336 – 410);
- низкий (критический) уровень (интервал баллов 0 – 335).

Дескрипторная карта оценки естественнонаучной грамотности отражает уровни достижения, показатели в баллах и описание, характеризующее достигнутый уровень:

Анализ дескрипторов, характеризующих достижение образовательных результатов по естественнонаучной грамотности, выявило причину низких результатов российских школьников в международных исследованиях.

Среди ведущих причин, на наш взгляд, можно назвать отсутствие развивающих учебных материалов, снижение к основному уровню общего образования проблемности в представлении содержания в учебниках, отсутствие учебных заданий, приближенных реальным жизненным ситуациям, низкая доля педагогов, использующих компетентностно-ориентированный подход в обучении.

Кроме того, формирование умений применять знания в измененных и приближенных к жизни ситуациях следует начинать с начальной школы и продолжать на основном и среднем уровнях общего образования.

Формирование естественнонаучной грамотности нельзя выделять как отдельную деятельность в образовательном процессе, а должно гармонично вплестаться в структуру и содержание урока.

Развитие умений, составляющих естественнонаучную грамотность, зависит от учебно-методических условий, созданных для обучения, от мастерства педагога встраивать в структуру преподавания заданий, способствующих формированию естественнонаучной грамотности.

Отсутствие качественно нового подхода в обучении и системности в формировании критического и творческого мышления у обучающихся приводит к тому, что на этапе участия в мониторинговых исследованиях наши школьники бывают не подготовлены к решению подобного рода творческих заданий.

Результаты и обсуждение

Сегодня разработан национальный открытый банк заданий для устранения выявленных дефицитов (Мансурова, Камзеева, Иванеско, Мелина, Банникова, 2021).

Одной из особенностей заданий PISA можно назвать использование контекста реальных жизненных ситуаций, к которому прилагаются от 3 до 6 заданий. Задание оценивают:

- сформированность определенной компетенции;
- качество естественнонаучного знания, затрагиваемого в задании;
- подход на личностном/региональном или глобальном уровнях при работе с контекстом реальной жизненной ситуации в задании;
- когнитивный уровень (уровень сложности).

Рассмотрим примеры некоторых заданий PISA, приведенных в методическом пособии для учителей «Развитие естественно-научной грамотности на основе предметного и межпредметного содержания» (Академии Минпросвещения России) (Мансурова, Камзеева, Иванеско, Мелина, Банникова, 2021).

<i>Компетенция</i>	Научное объяснение явлений
<i>Знание – Система</i>	Содержание – Живая
<i>Контекст</i>	Местный/Национальный – Качество окружающей среды
<i>Когнитивный уровень</i>	Средний
<i>Формат вопроса</i>	Открытый ответ – кодируется экспертом

Рисунок 1. Биология. «Синдром гибели пчелиных семей» Задание 1 и 2.

Задание направлено на определение уровня сформированности компетенции – научное толкование фактов и явлений учащимися на основе приобретения ими в процессе обучения в школе них естественнонаучных знаний.

<i>Компетенция</i>	Применение методов естественнонаучного исследования
<i>Знание – Система</i>	Процедура
<i>Контекст</i>	Местный/Национальный – Качество окружающей среды
<i>Когнитивный уровень</i>	Средний
<i>Формат вопроса</i>	Сложный множественный выбор – балл определяется компьютерной программой

Рисунок 2. Биология. «Синдром гибели пчелиных семей» Задание 1 и 2.

Задание предполагает выбор учащимся одного из из трех вариантов в каждом выпадающем меню:

- гибель пчелиных семей;
- концентрация вещества имидаклоприда в пище;
- невосприимчивость пчел к имидаклоприду.

Правильный ответ (исследователи проверяли воздействие концентрации вещества имидаклоприда в пище на гибель пчелиных семей) является показателем того, что обучаемый владеет методами научного познания (верно идентифицирует независимые и зависимые переменные в эксперименте) (Мансурова, Камзеева, Иванеско, Мелина, Банникова, 2021).

География.

Примеры заданий по естественнонаучной грамотности для 7-го класса

Задание 1.

Компетенция	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Глобальный – Опасности
Знание – Система	Процедура
Когнитивный уровень	Низкий
Формат вопроса	С выбором одного правильного ответа
Формат проверки	Автоматизированная компьютерная проверка

Задание строится на сопоставительном анализе картографической информации.

Задание 2 не приведено в открытом банке заданий.

Задание 3 связано с анализом графической информации.

Задание 4 требует от учащихся проведения анализа графической и табличной информации с последующим их сопоставлением.

Физика.

Тема «Плавание тел».

Измерение жирности коровьего молока

Для измерения плотности жидкости используется специальный прибор – ареометр. Прибор представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой заполняется дробью, а в верхней части находится калиброванная шкала, которая показывает плотность жидкости. Работает ареометр как поплавков, который погружается в жидкость в большей или меньшей степени в зависимости от её плотности (рисунок 1б). Для отслеживания температуры жидкости в ареометр часто дополнительно встраивают термометр (рисунок 1а).

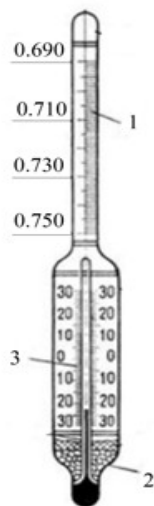


Рисунок 1а. Устройство ареометра:
1 – шкала ареометра (проградуирована в г/см^3); 2 – дробь; 3 – шкала термометра (проградуирована в $^{\circ}\text{C}$)

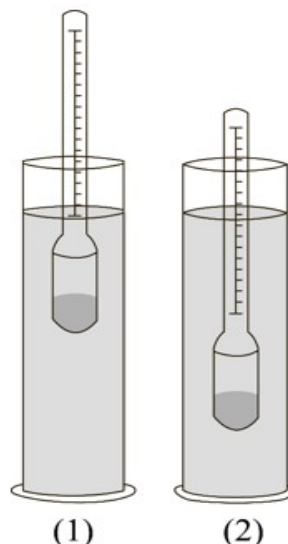


Рисунок 1б. Принцип измерения плотности жидкости с помощью ареометра

Ареометры применяются для измерения плотности электролита в кислотных и щелочных аккумуляторах, нефти, растворов солей и кислот, цемента, бетона и др.

Ареометр для определения плотности (а, следовательно, и жирности) молока называется лактометром.

Вид молока	Значение плотности, кг/м^3
Цельное молоко	1027-1032
Обезжиренное молоко	1033-1035
Сливки	1005-1020

Контекст комплексного задания «Измерение жирности коровьего молока» описывает принцип действия прибора для измерения плотности жидкости (ареометра), основанный на условии плавания тел, и рассматривает применение прибора для технологических целей – измерения жирности коровьего молока.

Химия. Тема «Вещества. Свойства веществ».

Хлорирование воды

В одном из сюжетов программы телеканала ОРТ «Доброе утро» ведущий, рассказывая об использовании водопроводной воды, так сформулировал одну из своих мыслей: «Кипячение не убивает хлор в воде». И действительно, для обработки питьевой воды применяют свободный хлор, следы которого остаются в воде в растворённом виде, и мы нередко чувствуем этот запах.



Свободный хлор (в виде простого вещества) улетучивается даже при отстаивании воды, а тем более при кипячении. Но хлор также вступает во взаимодействие с органическими соединениями, которые присутствуют в водопроводной воде. Образующиеся соединения, например хлороформ, обладают канцерогенной активностью, т.е. способностью вызвать тяжёлые болезни. Кроме того, взаимодействуя с лекарствами, витаминами или продуктами, хлор способен менять их свойства с безвредных на опасные. Результатом такого влияния могут стать изменения в обмене веществ, а также сбой иммунной и гормональной систем. При кипячении воды эти хлорсодержащие соединения практически не разрушаются.

Данное задание направлено на оценку умения описывать свойства твердых, жидких, газообразных веществ, выделяя их существенные признаки, умения применять основные логические приемы, методы наблюдения, объяснения явлений. Задание предоставляет обучающимся возможность интерпретации данных и использования научных доказательств для получения выводов.

Заключение

Концепция естественнонаучной грамотности в исследованиях TIMSS и PISA соответствует требованиям ФГОС общего образования. На современном этапе необходимо внести существенные коррективы в выбор методических приемов при построении уроков естественно-научного цикла: увеличить долю практических и лабораторных занятий, включить в методику обучения примеры ситуационных задач, организовывать учебно-исследовательскую и проектную деятельность. Для повышения уровня естественнонаучной грамотности как неотъемлемого компонента функциональной грамотности важно овладение элементами научного знания, лежащими в основе познавательной, коммуникативной и ценностно-ориентационной культуры. Так обучающиеся смогут осваивать предметное содержание курса, осуществляя перенос теоретических знаний в конкретную жизненную ситуацию. основных


Список литературы

1. Ковалева Г.С., Краснянская К.А., Пентин А.Ю., Садовщикова О.И. Какие новые результаты получены в рамках международного исследования TIMSS-2019 // Отечественная и зарубежная педагогика. 2021. №5. С. 98-123.
2. Ковцун А.А., Кохичко А.Н. Научные подходы к понятию «функциональная грамотность» в педагогической теории и практике // Наука и школа. 2022. №6. С. 99-109.
3. Куприянова С.Г. Особенности формирования естественнонаучной грамотности обучающихся основной школы // Образование и воспитание. 2021. № 2 (33). С. 33-35. URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/192/6177/>
4. Краснов П.О., Торгашина Н.Г., Супрун Е.В., Чабан Т.Ю. Естественно-научная грамотность: от PISA к региональному мониторингу // Отечественная и зарубежная педагогика. 2020. Т. 2 № 2 (70). С. 275-287.

5. Мансурова С.Е., Камзеева Е.Е., Иванеско С.В., Мелина С.И., Банникова Е.Е. Развитие естественно-научной грамотности на основе предметного и межпредметного содержания. Методическое пособие для учителя. Москва. 2021. 132 с.
6. Мамедов Н.М., Мансурова С.Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен // Ценности и смыслы. 2020. №5. С. 45-59.
7. Методология и критерии оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся (приказ Министерства просвещения Российской Федерации и приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 06.05.2019, № 590/219)
8. 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.

Measurement materials in assessing science literacy. Results of international and Russian studies


Rumisa A. Elmurzaeva

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Chechen State Pedagogical University
Grozny, Russia
rumisaelmurzaeva@mail.ru
 0000-0000-0000-0000

Received 06.10.2023

Accepted 06.11.2023

Published 15.12.2023

 10.25726/c1528-2930-1070-i

Annotation

Today, educators are faced with serious problems, the emergence of which is the result of both intensive development of technology and significant changes in the geopolitics of our state. In the formation of the technological sovereignty of the state, human capital and its functionality come first. The authors note that functional literacy provides students with a huge chance to realize their individual potential, both in the personal aspect and in various areas of professional activity. The purpose of this study is to conduct a comparative analysis of measurement materials used to assess science literacy in international and Russian studies. The concept of natural science literacy in TIMSS and PISA studies meets the requirements of the Federal State Educational Standard for general education. The article points out the advisability of making certain adjustments to the methodological support of the educational process in secondary schools, in particular the construction of natural science lessons. For example, it is extremely important to pay attention to the limited amount of class time allocated for practical and laboratory classes. In addition, the set of training tasks should be revised to include tasks for situational tasks. It is also important to organize and develop educational, research and project activities in the process of teaching disciplines included in the natural science cycle of the curriculum. To increase the level of natural science literacy, which is an important component of functional literacy, it is important to study and be able to apply in practice the elements of scientific knowledge that underlie cognitive, communicative and value-oriented culture. Thus, students will have the opportunity to master the theoretical foundations of the course, followed by their application in real conditions.

Keywords

education, literacy, functional literacy, science literacy.

The article was written as part of the implementation of a state assignment for the provision of public services (performance of work) to conduct applied scientific research "Scientific and methodological system for the formation of basic natural science competencies of students of general education organizations and students of natural science profiles of pedagogical direction"

References

1. Kovaleva G.S., Krasnyanskaya K.A., Pentin A.YU., Sadovshchikova O.I. Kakie novye rezul'taty polucheny v ramkah mezhdunarodnogo issledovaniya TIMSS-2019 // Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika. 2021. №5. S. 98-123.
2. Kovcun A.A., Kohichko A.N. Nauchnye podhody k ponyatiyu «funkcional'naya gramotnost'» v pedagogicheskoy teorii i praktike // Nauka i shkola. 2022. №6. S. 99-109.
3. Kupriyanova S.G. Osobennosti formirovaniya estestvennonauchnoy gramotnosti obuchayushchihsya osnovnoj shkoly // Obrazovanie i vospitanie. 2021. № 2 (33). S. 33-35. URL: <https://moluch.ru/th/4/archive/192/6177/>
4. Krasnov P.O., Torgashina N.G., Suprun E.V., CHaban T.YU. Estestvenno-nauchnaya gramotnost': ot PISA k regional'nomu monitoringu // Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika. 2020. T. 2 № 2 (70). S. 275-287.
5. Mansurova S.E., Kamzeeva E.E., Ivanenko S.V., Melina S.I., Bannikova E.E. Razvitie estestvenno-nauchnoy gramotnosti na osnove predmetnogo i mezhpredmetnogo sodержaniya. Metodicheskoe posobie dlya uchitelya. Moskva. 2021. 132 s.
6. Mamedov N.M., Mansurova S.E. Estestvennonauchnaya gramotnost' kak uslovie adaptacii cheloveka k epohe peremen // Cennosti i smysly. 2020. №5. S. 45-59.
7. Metodologiya i kriterii ocenki kachestva obshchego obrazovaniya v obshcheobrazovatel'nyh organizatsiyah na osnove praktiki mezhdunarodnyh issledovaniy kachestva podgotovki obuchayushchihsya (prikaz Ministerstva prosveshcheniya Rossijskoj Federacii i prikaz Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere obrazovaniya i nauki ot 06.05.2019, № 590/219)
8. Pentin A.YU., Kovaleva G.S., Davydova E.I., Smirnova E.S. Sostoyanie estestvennonauchnogo obrazovaniya v rossijskoj shkole po rezul'tatam mezhdunarodnyh issledovaniy TIMSS i PISA // Voprosy obrazovaniya. 2018. №1. S. 79-109.