

Научно-методическое учреждение
«Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь

PISA-2018 В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ

Информация об экспертах:

Ковалева Галина Сергеевна — заведующий Центром оценки качества образования Института стратегии развития образования Российской академии образования, кандидат педагогических наук (*научное консультирование*)

Канашевич Татьяна Николаевна — доцент кафедры «Профессиональное обучение и педагогика» Белорусского национального технического университета; начальник отдела мониторинга качества образования Института интегрированных форм обучения и мониторинга образования Белорусского национального технического университета, кандидат педагогических наук, доцент (*написание разделов по естественнонаучной грамотности*)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
I. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	5
• Общие подходы к оценке естественнонаучной грамотности.....	5
• Описание уровней сформированности естественнонаучной грамотности	13
• Общие результаты выполнения учащимися заданий по естественнонаучной грамотности	16
• Анализ результатов выполнения заданий по естественнонаучной грамотности.....	21
• Различия в результатах по естественнонаучной грамотности с учетом половой принадлежности участников	32
II. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	36
2.1 Рекомендации по повышению естественнонаучной грамотности учащихся.....	36
• Актуальность рекомендаций	36
2.2 Рекомендации для педагогов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (естественнонаучная грамотность).....	38
• Цель	38
• Задачи	38
• Ожидаемые эффекты	39
2.3 Рекомендации для разработчиков учебно-методического обеспечения (естественнонаучная грамотность)	46
• Цель	46
• Задачи	46
• Ожидаемые эффекты	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
ГЛОССАРИЙ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Международное сравнительное исследование качества образования PISA (The Programme for International Student Assessment), проводимое Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР / Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD), является одним из комплексных и авторитетных исследований образовательных достижений учащихся в мире. Оно позволяет определить, в какой степени 15-летние учащиеся приобрели необходимые навыки для полноценного участия в жизни общества. Полученные в ходе исследования результаты дают правительствам стран-участниц объективную информацию о состоянии национальной системы образования и служат основанием для принятия обоснованных политических решений в области образования.

В 2018 году Республика Беларусь впервые приняла участие в исследовании PISA. Это позволило получить целостное представление об уровне образовательных достижений белорусских учащихся в сопоставлении с результатами других стран, а также выявить связь между образовательными достижениями и контекстными факторами: социально-экономическим положением и уровнем благосостояния учащихся, качеством образовательной среды, качеством преподавания, вовлеченностью учащихся в процесс обучения, поддержкой учащихся со стороны семьи и др. Ключевым направлением исследования PISA в 2018 году была читательская грамотность, двумя другими направлениями были математическая и естественнонаучная грамотности.

В данном издании представлен углубленный анализ результатов белорусских учащихся по естественнонаучной грамотности, а также рекомендации по повышению качества образования для педагогов и разработчиков учебно-методических материалов для учреждений, реализующих образовательные программы общего среднего образования в Республике Беларусь.

Материал подготовлен в рамках проекта «Модернизация системы образования Республики Беларусь», реализуемого Министерством образования Республики Беларусь совместно с Международным банком реконструкции и развития.

I. АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Общие подходы к оценке естественнонаучной грамотности

В современном мире человечество сталкивается с серьезными проблемами, связанными с сохранением природных ресурсов, обеспечением экологической безопасности, в том числе в условиях технологичного производства, разработкой и использованием естественных и искусственных энергетических систем, сокращением заболеваемости и сроков реабилитации и многими другими, решения которых, лежащие в области естественных наук, актуальны как на глобальном, так и на личностном уровнях, в профессиональной деятельности и повседневной жизни. Естественнонаучное образование рассматривается как фундамент ценностного отношения к окружающему миру и основа научного мировоззрения. Изучение предметов естественнонаучной направленности способствует формированию у школьников компетенций, которые требуются и для продолжения образования, и для выбора собственного профессионального пути, а также определения собственной мировоззренческой позиции. В перспективе развития социокультурной среды, ее технологического оснащения человеку все чаще приходится использовать исследовательское поведение, которое является источником проявления творческого начала, раскрытия и развития его потенциальных возможностей. Эта задача, решение которой приведет к необходимости познания мира и сделает исследование основой образа и стиля жизни [1]. Таким образом, высокую значимость в контексте информационной, интеллектуальной и функциональной подготовки подрастающего поколения имеет понимание научной картины мира, владение естественнонаучными знаниями, способами познавательной деятельности, обеспечивающими эффективное применение теоретических сведений и специальных процедур при выполнении разнообразных заданий прикладного характера, т. е. *естественнонаучная грамотность*.

Естественнонаучная грамотность выступает одним из основных направлений международного исследования образовательных достижений школьников PISA. В контексте данного исследования указанная категория определена с учетом того, что 15-летние учащиеся должны знать и уметь для жизни в современном обществе, и рассматривается как способность использовать естественнонаучные знания, выявлять проблемы и делать

обоснованные выводы, необходимые для понимания объектов и процессов окружающего мира тех изменений, которые вносит в него деятельность человека, и для принятия соответствующих решений. В качестве одного из основных аспектов для характеристики естественнонаучной грамотности используется понятие «компетенция» [2, с. 167] — «объективное, социально задаваемое требование грамотно и эффективно действовать в определенной сфере. Компетенция может быть представлена перечнем результатов обучения, предполагающих готовность к продуктивной деятельности вне рамок учебных ситуаций» [3, с. 118].

Поэтому оценка естественнонаучной грамотности соотносится с содержанием учебных программ по таким учебным предметам, как биология, физика и астрономия, география, химия, и связана с измерением таких компетенций, как:

- распознавать и объяснять наблюдаемые и описанные (вербально смоделированные) явления и их последствия с научной точки зрения;
- применять методы и приемы естественнонаучного исследования (в том числе виртуального и мысленного эксперимента);
- интерпретировать данные и наблюдения, оценивать доказательства и соответствующие выводы с позиций современного естественнонаучного знания.

Основой для оценки естественнонаучной грамотности учащихся в исследовании PISA-2018 выступило владение ими данными компетенциями в конкретных ситуациях, при решении разнообразных проблем, требующих сформированности научных знаний и умений, понимания их применимости (рис. 1.1) [3, с. 167].

Компетенция «распознавать и объяснять наблюдаемые и описанные (вербально смоделированные) явления и их последствия с научной точки зрения» предполагает владение умениями:

- ориентироваться в совокупности изученных естественнонаучных концепций и теорий, понимать их сущность, специфику применения, область и особенности влияния, ограничения, знать используемые величины, единицы измерения и их соотношение;
- определять концепции и теории, характеризующие протекание конкретного процесса или явления, аргументировать их использование;
- прогнозировать на основе научного знания развитие рассматриваемого процесса или явления с учетом всего спектра вариаций.

Основу данной компетенции составляет знание теоретического материала, входящего в содержание образования по учебным предметам

естественнонаучного направления, понимание обоснования общей практики научных исследований, а также значения таких основополагающих терминов, как теория, гипотеза и данные. При этом для объяснения научных явлений требуется значительно большее, чем умение вспоминать и использовать теории, идеи и факты. Предложение научного объяснения основывается и на понимании того, каким образом были получены такие знания, учете степени их обоснованности. Сформированность данной компетенции определялась в исследовании с помощью 49 заданий, что составляет 42,6% от общего количества заданий в инструментарии по оценке естественнонаучной грамотности.

Модель естественнонаучной грамотности в исследовании PISA

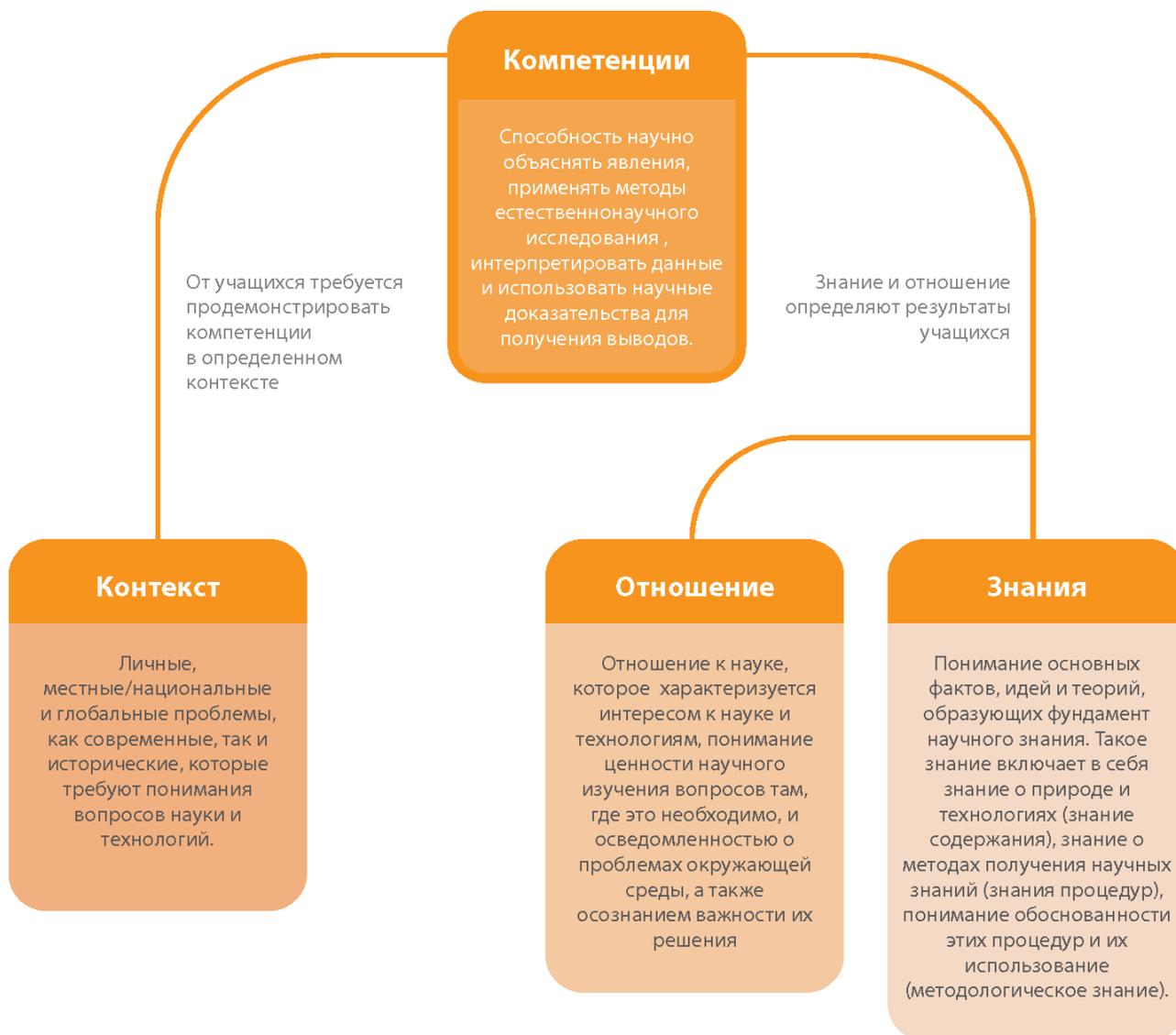


Рисунок 1 — Компонентный состав структуры естественнонаучной грамотности в

Компетенция «применять методы и приемы естественнонаучного исследования» включает владение умениями:

- распознавать проблему, исследуемую в данной естественнонаучной работе;
- определять и проектировать процедуры, методы и средства научного исследования данной проблемы;
- оценивать их соответствие, эффективность и надежность с научной точки зрения для изучения данной проблемы.

Данная компетенция предполагает знание ключевых особенностей организации и осуществления научного исследования, например, что именно следует измерять, какие переменные должны контролироваться, какие действия необходимо предпринять для сбора точных и достоверных данных. Это требует способности оценивать качество данных, что, в свою очередь, зависит от понимания того, что данные не всегда абсолютно точны.

Для выявления особенностей, характеризующих научное исследование, необходимо знание стандартных процедур, которые являются основой различных методов и практик, используемых для получения научных знаний, понимание их роли и функции в обосновании знаний. Для проверки владения учащимися данной компетенцией в инструментарий было включено 30 заданий, что составляет 26,1% от общего количества заданий.

Компетенция интерпретировать данные и наблюдения, оценивать доказательства и соответствующие выводы с позиций современного естественнонаучного знания предполагает владение умениями:

- структурировать полученные или предоставленные данные;
- анализировать и критически оценивать данные, утверждения и аргументы в различных представлениях;
- выявлять общие и частные закономерности в наблюдаемых или описанных явлениях;
- распознавать противоречия между причиной и следствием в представленных или самостоятельно предлагаемых доказательствах;
- формулировать соответствующие научно обоснованные выводы.

Данная компетенция связана не только со знанием конкретных научных теорий, идей, информации и фактов, но и с использованием широкого комплекса интеллектуальных умений, обеспечивающих

получение новой для учащегося информации на основе имеющейся с помощью логически грамотных рассуждений, доказательств. Среди общего количества заданий по оценке естественнонаучной грамотности таких заданий 36, что составляет 31,3%.

Таким образом, следует отметить, что наибольшее количество содержательных элементов той части теста, которая ориентирована на оценку естественнонаучной грамотности, имеет отношение к объяснению явлений окружающей действительности, причин и их последствий с научной точки зрения. При этом очевидно, что все перечисленные компетенции в рамках понимания естественнонаучной грамотности в международном сравнительном исследовании PISA-2018 взаимосвязаны следующей логикой: от знания и понимания фундаментальных естественнонаучных законов и закономерностей, методов и процедур научного познания к их использованию для получения нового прикладного знания и оценки его объективности и надежности.

Данная логика отражена и в оценочном инструментарии, включенные в его соответствующую часть 115 заданий отличаются *когнитивно-ориентированными и техническими характеристиками*. Архитектура инструментария оценки естественнонаучной грамотности исследования PISA-2018 представлена на рисунке 2.

Когнитивно-ориентированные характеристики заданий регулируют содержание ситуаций, предлагаемых учащимся для разрешения в процессе интеллектуальной деятельности. Основными из таких характеристик для данного инструментария выступают: компетенция в соответствии с моделью естественнонаучной грамотности (рис. 1), тип знания, контекст согласно области знания и его применения, уровень когнитивной нагрузки.

По *типу знания* присутствовали задания:

- *содержательные*, оценивающие понимание основных фактов и теорий научного знания (49 заданий);
- *процедурные*, контролирующие владение методами и процедурами получения научных знаний (типы измерений, учет ошибок, понятие зависимых и независимых переменных, способы представления данных) (47 заданий);
- *гносеологические* (методологические), определяющие понимание сущности научных знаний и методов их получения, умения логически обосновывать полученные результаты (19 заданий).

Инструментарий оценки естественнонаучной грамотности

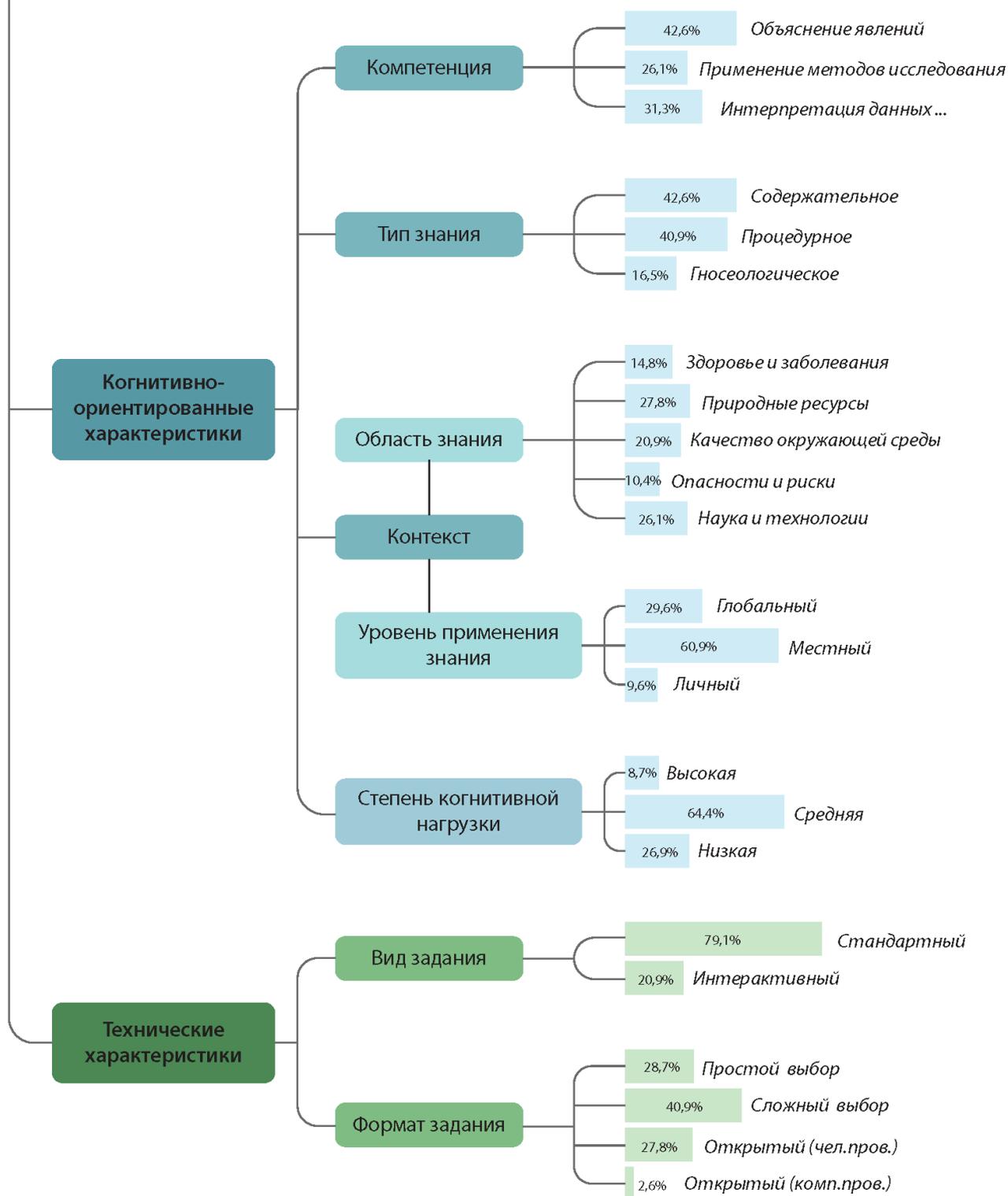


Рисунок 2 — Архитектура инструмента оценки естественнонаучной грамотности в международном сравнительном исследовании PISA-2018

По контексту выделяются задания согласно:

отношения содержания к конкретной области знания:

- *здоровье и заболевания* — в заданиях рассматриваются вопросы поддержания здоровья населения, распространения инфекционных и иных заболеваний, особенности выбора продуктов питания и другие (17 заданий);
- *природные ресурсы* — вопросы потребления материалов и энергии, поддержания численности населения, качества жизни, безопасности, развития производства, распределения продовольствия, энергоснабжения и другие (32 задания);
- *качество окружающей среды* — вопросы использования и утилизации материалов и устройств, поддержания биоразнообразия, создания условий для экологической устойчивости и другие (24 задания);
- *опасности и риски* — вопросы оценки образа жизни, последствий климатических изменений и другие (12 заданий);
- *наука и технологии* — вопросы использования современных материалов, устройств и процессов в различных сферах деятельности человека и другие (30 заданий).

уровня применения знания с учетом значимости, масштаба решаемой проблемы:

- *личный* (для каждого отдельного человека и его семьи, качества их повседневной жизни) (11 заданий);
- *местный/национальный* (для отдельного государства, конкретной местности) (70 заданий);
- *глобальный* (для планеты в целом, общемирового значения) (34 задания).

В соответствии со сложностью выполняемых интеллектуальных операций задания отличаются по *степени когнитивной нагрузки*:

- *высокая* — предполагающая существенные интеллектуальные усилия, планирование и осуществление совокупности действий, в том числе анализа сложной информации и данных, обоснование решения, представление и оценку доказательств (10 заданий);
- *средняя* — планирование и осуществление совокупности простых интеллектуальных операций, использование и применение концептуальных знаний для описания или объяснения явлений, интерпретация или использование простых наборов данных или графиков (74 задания);

- *низкая* — выполнение одноэтапной процедуры, например, выбор факта, термина, принципа или концепции, определение местонахождения конкретной информации, характеризующейся с помощью графика или таблицы, формирование ответа из предложенных содержательных элементов (31 задание).

Технические характеристики заданий регламентируют способ их предъявления учащимся. Данный инструментарий имеет технические характеристики, среди которых вид и формат задания.

По *виду* в инструментарии выделяются задания:

- *стандартные* — краткое описание проблемной ситуации с использованием различных средств структурирования и визуализации информации — таблиц, рисунков, графиков или диаграмм (91 задание);
- *интерактивные* — содержащие, в том числе, анимацию, элементы компьютерного моделирования, симуляции, предполагающие манипулирование переменными в условиях имитации реального процесса (24 задания).

По *формату* представлены задания на осуществление:

- *простого множественного выбора* — определение единственно верного варианта ответа из ряда предложенных (33 задания);
- *сложного множественного выбора* — указание нескольких вариантов ответа из списка, формирование ответа из набора выпадающих вариантов для заполнения нескольких позиций, в том числе, задания на установление соответствия, упорядочение или категоризацию, выполняемые с помощью перемещения имеющихся вариантов ответа (47 заданий);
- *самостоятельно конструируемого ответа* — открытый ответ с компьютерной (3 задания) или экспертной проверкой человеком (32 задания) — требует печати текста в виде предложения или небольшого абзаца (35 заданий).

Среди особенностей заданий, предложенных в инструментарии PISA-2018, следует также отметить:

- использование развернутого описания реальной ситуации, выходящей за рамки узкопредметной области, но решаемой с помощью предметных знаний;
- включение объемного научного или научно-популярного текста, соответствующих данных, представленных с помощью различных способов структурирования и визуализации (график, рисунок, диаграмма, схема, таблица, интерактивная модель);
- представление информации простым языком;
- группировка заданий по тематическим блокам, внутри которых имеется некоторое развитие сюжета;

- включение нескольких требований, последовательно усложняющих необходимые для выполнения действия;
- необходимость применения методов естественнонаучного исследования как в реальной, так и в виртуальной среде [4].

Таким образом, анализируемый инструментарий предполагает преимущественно выполнение стандартных заданий на сложный множественный выбор со средней степенью когнитивной нагрузки, включает материал по пяти направлениям научного знания, ориентирован в большей степени на решение проблем национального масштаба с помощью объяснения явлений на основе научных теорий и концепций, проведения необходимых исследовательских процедур. Тем не менее следует отметить, что с его помощью осуществлена комплексная оценка владения 15-летними учащимися теоретическими знаниями и практическими умениями по наиболее актуальным областям естествознания за счет использования ситуаций, характерных для повседневной жизни каждого человека, решения национальных и общемировых проблем, представления материала с разной степенью когнитивной нагрузки. Особенностью данного направления в исследовании PISA-2018 выступило использование интерактивных заданий, включающих элементы компьютерного моделирования.

Описание уровней сформированности естественнонаучной грамотности

Для оценки сформированности естественнонаучной грамотности по итогам выполнения всей совокупности предлагаемых по данному направлению заданий разработана соответствующая шкала [2, с. 161—163]. В ней представлены восемь уровней: 6, 5, 4, 3, 2, 1a, 1b, ниже 1b, каждый из которых охарактеризован с точки зрения знаний и умений, успешно применяемых учащимися при выполнении заданий (таблица 1). Пороговым уровнем, при котором учащийся демонстрирует наличие умений, позволяющих ему активно использовать полученные знания в различных жизненных ситуациях, связанных с естественными науками и технологией, считается уровень 2.

Таблица 1 — Содержание и специфика уровней естественнонаучной грамотности в международном исследовании PISA-2018

Уровень	Пороговое значение	Характеристика естественнонаучных умений
6	708	Учащиеся, достигшие 6-го уровня, могут опираться на целый ряд взаимосвязанных естественнонаучных идей и понятий из области физики, химии, биологии, географии и астрономии и использовать знания содержания, процедур и методов познания для формулирования гипотез относительно новых научных явлений, событий и процессов или для построения прогнозов их развития. В процессе интерпретации данных и использования научных доказательств они способны отличать относящуюся к теме информацию и предложенную аргументацию от не имеющей к ней непосредственного отношения, способны опираться на знания, не входящие в круг базовой школьной программы. Учащиеся, достигшие 6-го уровня, могут дать оценку и обосновать свой выбор альтернативных способов проведения сложных экспериментов, исследований и компьютерного моделирования
5	633	Учащиеся, достигшие 5-го уровня, могут использовать абстрактные естественнонаучные идеи или понятия (знакомые или предоставленные им) для объяснения незнакомых и более сложных, комплексных явлений, событий и процессов, основанных на нескольких причинно-следственных зависимостях. Учащиеся способны применять знания, связанные с научным познанием, для оценки и обоснования своего выбора способа проведения эксперимента, использовать теоретические знания для интерпретации полученных данных и построения прогнозов. Учащиеся, достигшие 5-го уровня, оценивают различные способы исследования предложенного им вопроса с научной точки зрения и видят ограничения в процессе интерпретации данных, включая источники погрешностей и неопределенности научных данных
4	559	Учащиеся, достигшие 4-го уровня, могут использовать абстрактные знания для объяснения сложных или недостаточно знакомых ситуаций и процессов. Они могут проводить эксперименты, включающие две или более независимые переменные, для ограниченного круга задач; способны обосновать план эксперимента, опираясь на элементы знаний о процедурах и методах познания. Учащиеся, достигшие 4-го уровня, могут интерпретировать не слишком сложные наборы данных или данные в менее знакомых контекстах,

		получать выводы, основывающиеся на анализе данных, а также обосновывать их
3	484	Учащиеся, достигшие 3-го уровня, способны опираться на не очень сложные содержательные знания для распознавания или построения объяснений знакомых явлений. В менее знакомых или более сложных ситуациях они могут строить объяснения, используя в качестве основы подходящие подсказки и данные. Опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, они успешно выполняют простой эксперимент в рамках ограниченного контекста. Учащиеся, достигшие 3-го уровня, способны находить различия между научными и ненаучными вопросами, приводить обоснованные доказательства
2	410	Учащиеся, достигшие 2-го уровня, могут опираться на повседневные содержательные и базовые процедурные знания для распознавания подходящего научного объяснения, интерпретации данных, а также для того, чтобы распознать задачу, решаемую в простой экспериментальной работе. Они могут использовать базовые или повседневные естественнонаучные знания, чтобы определить подходящий вывод. Демонстрируют базовые познавательные умения, распознавая вопросы, которые могут изучаться естественнонаучными методами
1a	335	Учащиеся, достигшие уровня 1a, могут использовать повседневные содержательные и процедурные знания, чтобы распознать объяснение простого научного явления. С дополнительной поддержкой они могут выполнять по заданной процедуре исследования не более чем с двумя переменными. Они способны видеть простые причинно-следственные или корреляционные связи и интерпретировать графические и другие визуальные данные, требующие применения умений низкого уровня. Они могут выбрать лучшее научное объяснение для представленных данных в знакомых ситуациях, относящихся к личному, местному и глобальному уровню представления проблем
1b	261	На уровне 1b учащиеся могут использовать основные или повседневные естественнонаучные знания для распознавания аспектов знакомых или простых явлений. Способны узнавать основные естественнонаучные термины и выполнять четко обозначенные указания для проведения естественнонаучной процедуры

Уровни 5 и 6 относятся к высоким и свидетельствуют о сформированности умений анализировать наблюдаемые явления, выдвигать собственные гипотезы, предлагать решения и строить прогнозы, основанные и

на информации, выходящей за рамки учебной программы. Уровни 3 и 4 — средние и предполагают наличие у учащихся способности использовать имеющиеся знания и умения для получения новой информации, в том числе в результате проведения экспериментальной работы при грамотном применении методов естественнонаучного исследования. Уровень 2 ориентирован на умение использовать имеющиеся знания и навыки в простейших ситуациях. Уровни 1a и 1b — низкие уровни элементарных знаний, которым соответствует невысокая вероятность выполнения заданий [3, с. 172].

Таким образом, существенное значение для формирования естественнонаучной грамотности, наряду с владением учебным материалом имеют способность к выдвижению гипотез и их экспериментальной проверке, определению и применению соответствующих методов естественнонаучного исследования, в том числе в виртуальной среде, способность ориентироваться в данных различных форматов представления, использовать научную основу для интерпретации результатов и построения прогнозов развития рассматриваемых процессов и явлений, понимать и оценивать возможные риски, видеть пути их минимизации.

Общие результаты выполнения учащимися заданий по естественнонаучной грамотности

По итогам участия в международном сравнительном исследовании PISA-2018 результаты участников распределились в диапазоне от 336 до 590 баллов. Учащиеся Республики Беларусь набрали 471 балл и заняли 37-е место в общемировом рейтинге среди 79 стран и административно-экономических территорий. Данный показатель находится выше среднего по всем странам-участницам (458 баллов), но ниже среднего по ОЭСР (489 баллов); Это свидетельствует о том, что по уровню естественнонаучной грамотности белорусские учащиеся преимущественно уступают учащимся большинства стран Западной Европы (рис. 3).

Результат первого участия Республики Беларусь в этом исследовании статистически не отличается от результатов, продемонстрированных учащимися таких стран, как Россия (478 баллов), Люксембург (477 баллов), Исландия (475 баллов), Хорватия (472 баллов), Украина (469 баллов), Турция и Италия (468 баллов) [5], среди которых постоянными участницами и членами ОЭСР являются Люксембург, Исландия, Италия и Турция.

Полученный белорусскими учащимися результат существенно ниже результатов ряда европейских стран: Эстонии (530 баллов), Польши (511 баллов), Германии (503 балла), Швеции и Бельгии (499 баллов), Франции (493

балла), чьи показатели статистически выше средних по ОЭСР. Также существенно ниже результатов учащихся Норвегии (490 баллов) и Латвии (487 баллов), чьи показатели соответствуют средним по ОЭСР. И ниже результатов Испании (483 балла) и Литвы (482 балла), которые уступают средним по ОЭСР.

Однако следует отметить, что учащиеся Республики Беларусь достигли более высоких результатов, чем учащиеся таких стран бывшего СССР, как Молдова (428 баллов), Азербайджан (Баку) (398 баллов), Казахстан (397 баллов), Грузия (383 балла) [5].

- — показатель статистически значимо выше среднего показателя по странам ОЭСР;
- — показатель статистически не отличается от среднего показателя по странам ОЭСР;
- — показатель статистически значимо ниже среднего показателя по странам ОЭСР;
- — показатель статистически значимо не отличается от среднего показателя по РБ

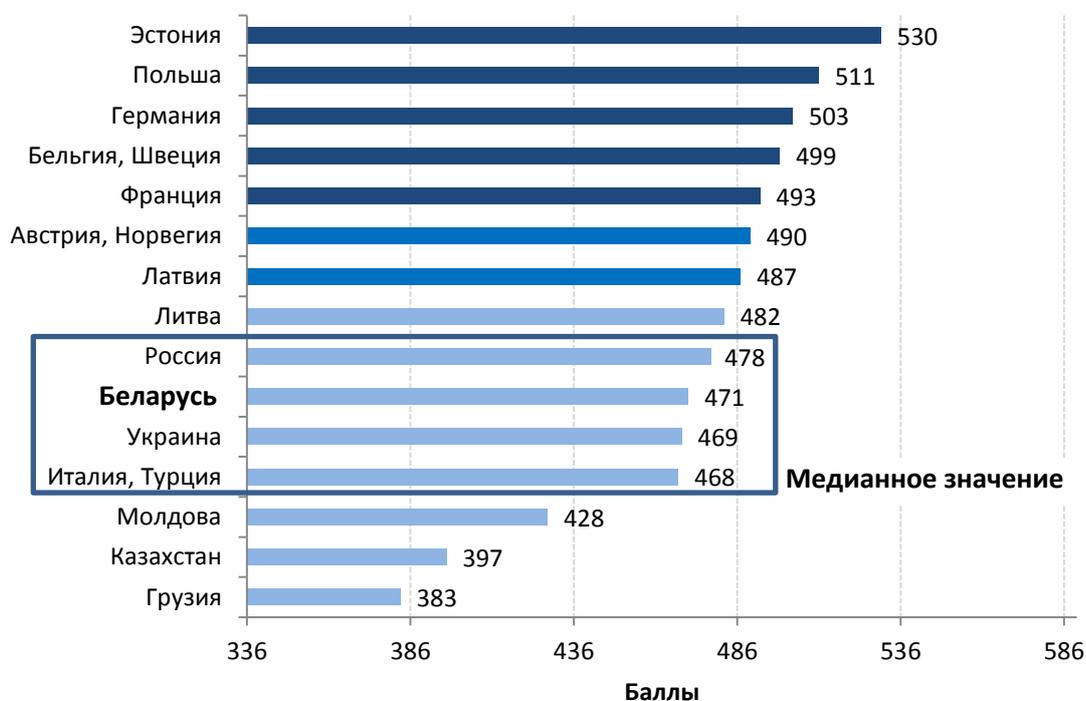


Рисунок 3 — Соотношение результатов Беларуси с результатами других стран по направлению «естественнонаучная грамотность» (в баллах) [5]

Итоги проведенного сравнения свидетельствует о том, что на момент исследования состояние образовательной системы, обеспечивающей формирование естественнонаучной грамотности учащихся в Республике Беларусь, являлось достойным в сопоставлении со странами бывшего СССР, в том числе с Россией и Украиной, но уступает по качеству большинству стран Западной Европы. Таким образом, следует отметить, что возрастает необходимость совершенствования нормативной, содержательной, методической и материально-технической базы с учетом перспективных

тенденций с целью повышения качества жизни, конкурентоспособности молодежи и успешной ее интеграции в современную, стремительно развивающуюся в информационном и технологическом направлении социокультурную среду. В качестве ориентиров для таких преобразований может выступить пример образовательных стратегий европейских стран, показавших положительную динамику относительно двух последних этапов PISA (2015, 2018), — Польша (+10 баллов: 501 → 511), Литва (+ 6 баллов: 476 → 482); или стран, примерно сохраняющих свои высокие позиции, — Германия (–2 балла: 505 → 503), Эстония (–4 балла: 534 → 530), Латвия (–3 балла: 490 → 487).

Среди белорусских учащихся достигли 2-го уровня и выше, что соответствует положительной оценке естественнонаучной грамотности, 75,8% учащихся. Этот показатель близок к среднему показателю по ОЭСР (78%) и значительно превышает (на 21,4%) средний показатель по странам-партнерам (54,4%), к которым относится наша страна. Сопоставимые с результатами белорусских учащихся по данному параметру показали учащиеся России (78,8%), Испании (78,7%), Австрии (78,1%), Литвы (77,8%), Венгрии (75,9%), Исландии (75,0%), Турции (74,8%), Хорватии (74,6%), Италии (74,1%).

Наибольшее количество учащихся нашей страны продемонстрировали грамотность на 2-м уровне — 31,3% и 3-м уровне — 28,8% (табл. 1.2), что подтверждает владение ими такими умениями, как, опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, успешно выполнять простой эксперимент в рамках ограниченного контекста, интерпретировать не слишком сложные наборы данных или данные в менее знакомых контекстах, формулировать и обосновывать собственные выводы.

Таблица 2 — Распределение результатов участия учащихся в международном сравнительном исследовании PISA-2018 по уровням естественнонаучной грамотности (среднее в %)

Страны	Уровень								Суммарно по уровням 2, 3, 4, 5, 6
	ниже 1b	1b	1a	2	3	4	5	6	
ОЭСР	0,7	5,2	16,0	25,8	27,4	18,1	5,9	0,8	78,0
Страны-партнеры	2,7	14,4	28,6	27,8	17,7	7,2	1,5	0,1	54,4
Республика Беларусь	0,5	5,0	18,7	31,3	28,8	13,1	2,5	0,1	75,8

Количество учащихся Республики Беларусь, достигших 5-го и 6-го уровней естественнонаучной грамотности, составило в сумме 2,6%, что примерно в 2,5 раза меньше, чем в среднем по странам ОЭСР (рис. 1. 4). Таких учащихся в отдельно выбранных урбанизированных провинциях Китая — 31,5%, в Сингапуре — 20,8%, в Финляндии и Эстонии — примерно по 12%. График, отражающий средние результаты, показанные учащимися стран ОЭСР, по сравнению с графическим отображением результатов учащихся Республики Беларусь на рисунке 4, имеет заметное смещение вправо, начиная с 4-го уровня ($\Delta = 5\%$), что свидетельствует преимущественно о более высоком уровне подготовки учащихся в этих странах при изучении естественнонаучных дисциплин. Они более успешны, чем белорусские 15-летние учащиеся, в применении умений объяснять незнакомые им и более сложные, комплексные явления, события и процессы, основанные на нескольких причинно-следственных зависимостях, в оценке и обосновании собственного выбора альтернативных способов проведения сложных экспериментов, исследований и компьютерного моделирования.

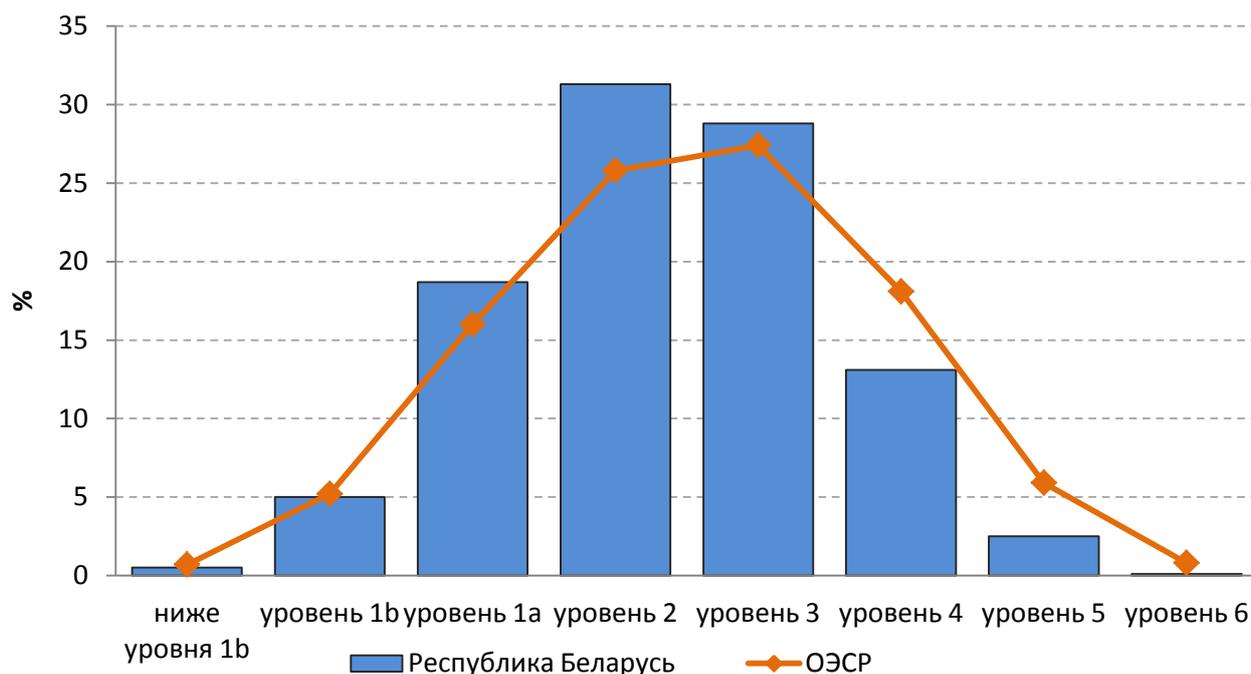


Рисунок 4 — Распределение результатов учащихся Республики Беларусь и стран ОЭСР по уровням естественнонаучной грамотности (в %) [5]

Следует отметить, что показатели оценки естественнонаучной грамотности учащихся Республики Беларусь в балльном выражении незначительно отличаются от показателей оценки математической (472 балла) и читательской грамотности (474 балла). Однако большинство белорусских

учащихся достигли 2-го уровня и выше при выполнении заданий, относящихся к читательской и естественнонаучной грамотности (табл. 3).

Таблица 3 — Распределение результатов участия учащихся Республики Беларусь в международном сравнительном исследовании PISA-2018 по уровням грамотности (среднее в процентах)

Направление грамотности	Уровень						Суммарно по уровням 2, 3, 4, 5, 6	
	ниже 1 (ниже 1с*; ниже 1b**)	1 (1a + 1b + 1с*; 1a + 1b**)	2	3	4	5		6
Читательская	0,0	23,4	28,6	28,0	16,0	3,7	0,3	76,6
Математическая	11,4	18,0	24,7	23,4	15,2	6,1	1,2	70,6
Естественнонаучная	0,5	23,7	31,3	28,8	13,1	2,5	0,1	75,8

* — для читательской грамотности;

** — для естественнонаучной грамотности.

Анализ представленных в таблице 1.3 данных позволяет также констатировать, что задания 4-го уровня и выше, имеющие естественнонаучный контекст, вызвали у учащихся наибольшие трудности, чем задания подобной квалификации по математической или читательской грамотности. Так, 4–6-го уровней по естественнонаучному направлению достигли лишь 15,7% учащихся, тогда как при выполнении заданий по математической грамотности — 22,5%, по читательской — 20%. Данное обстоятельство объясняется недостаточным владением учащимися методами естественнонаучного исследования (в том числе виртуального и мысленного), способностью выдвигать гипотезы относительно именно явлений окружающей действительности, проверять их, обосновывать полученные выводы при опоре на естественнонаучные знания.

Таблица 4 – Количество участников международного сравнительного исследования PISA-2018, показавших только высокие или только низкие результаты при выполнении заданий по направлениям грамотности (в %) [5]

Страны	Только по ЧГ	Только по МГ	Только по ЕНГ	По ЧГ и МГ	По ЧГ и ЕНГ	По МГ и ЕНГ	По ЧГ, МГ и ЕНГ
Низкий результат выполнения заданий							
ОЭСР	3,5	5,1	2,7	2,7	3,1	2,8	13,4
Республика Беларусь	2,2	6,7	2,8	3,3	2,1	3,5	15,9
Высокий результат выполнения заданий							
ОЭСР	2,5	4,6	1,1	1,8	1,1	1,3	3,4

Республика Беларусь	1,0	4,0	0,4	1,3	0,2	0,6	1,4
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Результаты, представленные в «What students know and can do (Volume I, 2019): Student Performance in Mathematics, Reading and Science» и отраженные в таблице 1.4.4, свидетельствуют о количестве учащихся, показавших свою компетентность только на высоком (5-м или 6-м) или только низком (до 2-го) уровне по одному, двум или трем видам грамотности. Анализ этих данных позволяет утверждать, что как низкий (отмечен не более чем у 7% участников от Республики Беларусь и 5% участников от стран ОЭСР), так и высокий результат (не более чем у 4% участников от Республики Беларусь и 5% участников от стран ОЭСР) по одному или даже двум из направлений грамотности является редким случаем. Неуспешность же одновременно в трех направлениях — более частое явление как у участников среди стран ОЭСР (13,4%), так и у белорусских учащихся (15,9%), что свидетельствует о взаимозависимости и взаимодополняемости получаемых знаний и умений из разных научных областей, высокой значимости метапредметных умений, мотивации и личностных качеств учащихся (работоспособности, внимательности, познавательной активности, ответственности и др.).

Анализ результатов выполнения заданий по естественнонаучной грамотности

Общий показатель выполнения заданий, предложенных для оценки естественнонаучной грамотности, для учащихся Республики Беларусь составил 43,67%. Он незначительно отличается у учащихся России (44,59%) и Украины (46,28%). Статистически значимые различия установлены между результатами выполнения заданий учащимися Республики Беларусь и таких стран, как Германия (50,56%), Польша (52,84%), Финляндия (54,3%), Эстония (56,07%) (рис. 5) [5].

Значимых различий между показателями Республики Беларусь, России и Украины по данному показателю не обнаружено. Для сравнительного анализа в большей степени во внимание будут приниматься результаты учащихся таких европейских стран, как Эстония, Финляндия, Польша, Германия.

На основе выделенной структуры инструментария по оценке естественнонаучной грамотности в международном сравнительном исследовании PISA-2018 проанализируем полученные результаты выполнения учащимися заданий, что позволит выявить наиболее актуальные направления

внесения изменений и в учебно-методическое сопровождение, и существующую образовательную практику.



Рисунок 5 — Сравнение результатов выполнения учащимися ряда стран заданий по естественнонаучной грамотности в исследовании PISA-2018 (в %)

Компетенции

Наиболее успешное владение умениями учащиеся Республики Беларусь показали относительно компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» — 48,8% (рисунок 6). Наиболее высокое владение данной компетенцией учащимися из стран, выбранных для сравнения, показали в Эстонии (60,8%) и Финляндии (57,7%).

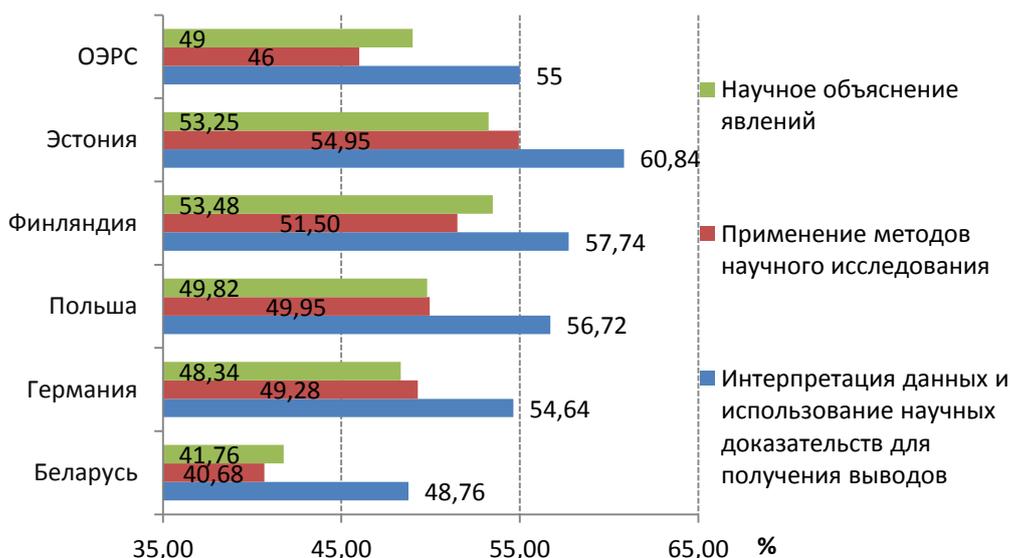


Рисунок 6 — Сравнение результатов выполнения учащимися ряда стран заданий по естественнонаучной грамотности в соответствии с выделенными компетенциями (в %)

Существенные трудности у учащихся Республики Беларусь вызывали задания, относящиеся к компетенции «применение методов научного исследования», — справились примерно 40,7% учащихся. Выполнение заданий, требующих научного объяснения явлений и применения методов научного исследования, характеризуется значительно более низкими показателями как для участников Республики Беларусь, Эстонии, Финляндии, Польши, Германии, так и в среднем по странам ОЭСР. Следовательно, проанализировать конкретную ситуацию, явление, событие, соотнести его с известными научными концепциями, теориями, осуществить аргументацию, провести экспериментальную работу для учащихся разных стран является более трудной задачей. Что свидетельствует как о недостаточно глубоком владении теоретическим материалом, так и о нехватке опыта проведения учебного эксперимента. Значимые различия результатов Республики Беларусь по этому параметру выявлены с показателями учащихся Эстонии, Финляндии, Польши, Германии.

Тип знания

Согласно структуре инструментария по естественнонаучной грамотности PISA-2018 учащиеся столкнулись с необходимостью выполнения заданий, имеющих содержательный, процедурный и методологический характер. Наиболее успешными учащиеся Республики Беларусь, а также Эстонии, Финляндии, Польши, Германии оказались при выполнении заданий процедурного типа (рисунок 7).

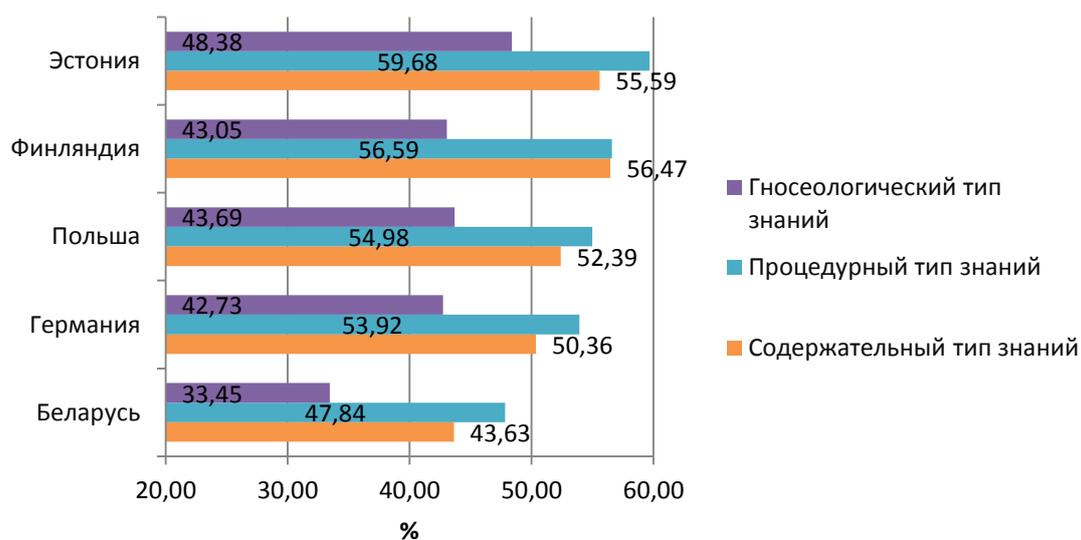


Рисунок 7 — Сравнение результатов выполнения учащимися ряда стран заданий по естественнонаучной грамотности в соответствии с выделенными типами знания (в %)

Существенные трудности у учащихся этих стран, как и нашей страны, вызвали задания гносеологического типа, что объясняется более высоким уровнем обобщенности, абстрактности предлагаемого в этом случае содержания и сложностью необходимых для выполнения логических операций. Более высокого результата достигли в этом случае учащиеся Эстонии (48,4%), что примерно на 15% выше количества успешно справившихся учащихся Республики Беларусь. Статистически значимые различия по данному показателю отмечены у белорусских учащихся с учащимися Польши, Германии и Финляндии и составляют около 10%.

Информация о количестве заданий, измеряющих владение компетенциями на основе различных типов знания, о выполнении этих заданий белорусскими учащимися представлена в таблице 5, что дает возможность оценить степень сформированности отдельных компонентов естественнонаучной грамотности и выявить недостатки.

Таблица 5 — Показатели выполнения заданий по естественнонаучной грамотности учащимися Республики Беларусь по компетенциям и типам знания

№	Компетенции / тип знаний	Количество заданий		Процент правильно выполненных заданий
		шт.	%	
1	Компетенция «Научное объяснение явлений»	49	42,61	48,34
1.1	Содержательный тип знаний	44	38,26	50,23
1.2	Процедурный тип знаний	4	3,48	35,93

1.3	Гносеологический тип знаний	1	0,87	14,86
2	Компетенция «Применение методов научного исследования»	30	26,09	40,68
2.1	Содержательный тип знаний	0	0	0
2.2	Процедурный тип знаний	16	13,91	49,29
2.3	Гносеологический тип знаний	1	12,17	30,85
3	Компетенция «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»	36	31,30	48,76
3.1	Содержательный тип знаний	5	4,35	44,86
3.2	Процедурный тип знаний	27	23,48	49,80
3.3	Гносеологический тип знаний	4	3,48	46,63

Задания содержательного типа в инструментарии PISA-2018 по естественнонаучной грамотности были предложены для оценки компетенций «Научное объяснение явлений» и «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Существенных различий по выполнению таких заданий между компетенциями по каждой из стран не наблюдается, колеблется от 1% до 3% (рис. 8). По Республике Беларусь, как и в России, Финляндии, Польше, Германии, учащиеся успешнее справились с заданиями, в которых требовалось объяснить конкретные данные, а не явления.

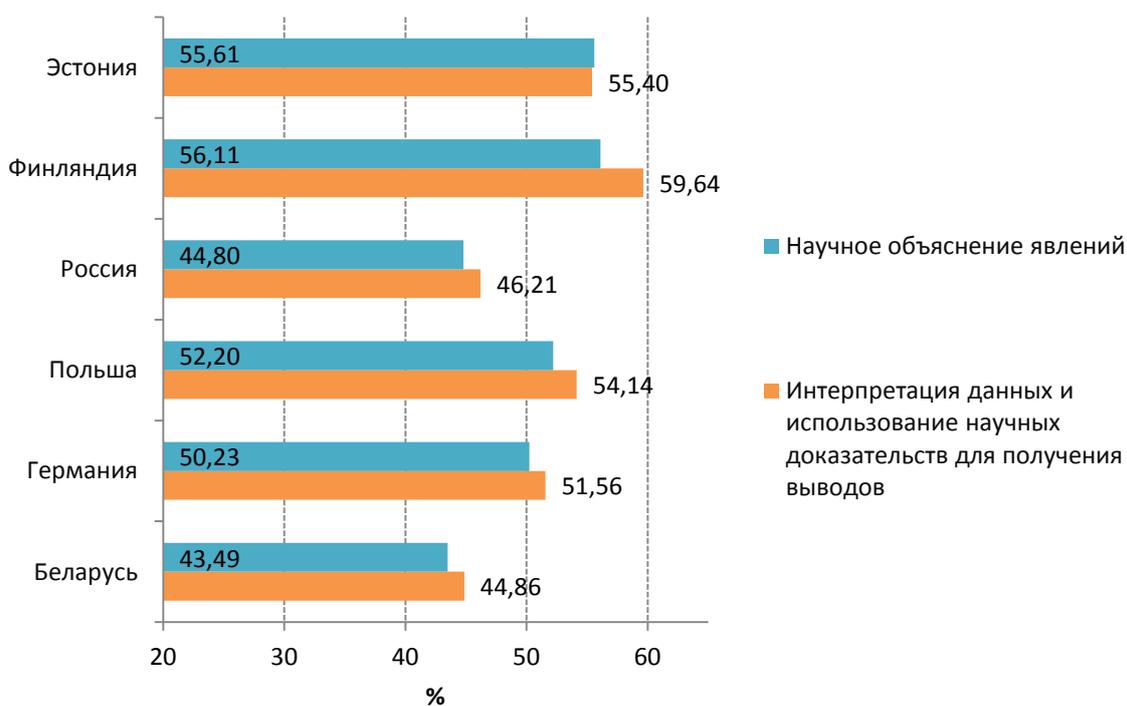


Рисунок 8 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий содержательного типа относительно выделенных компетенций в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

С заданиями процедурного и гносеологического типа учащиеся Республики Беларусь справились значительно лучше в случаях, если они относились к компетенциям «Применение методов научного исследования» (процедурный — 49,3%, гносеологический — 30,4%) и «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» (процедурный — 49,8%, гносеологический — 46,3%) (рис. 9, 10).

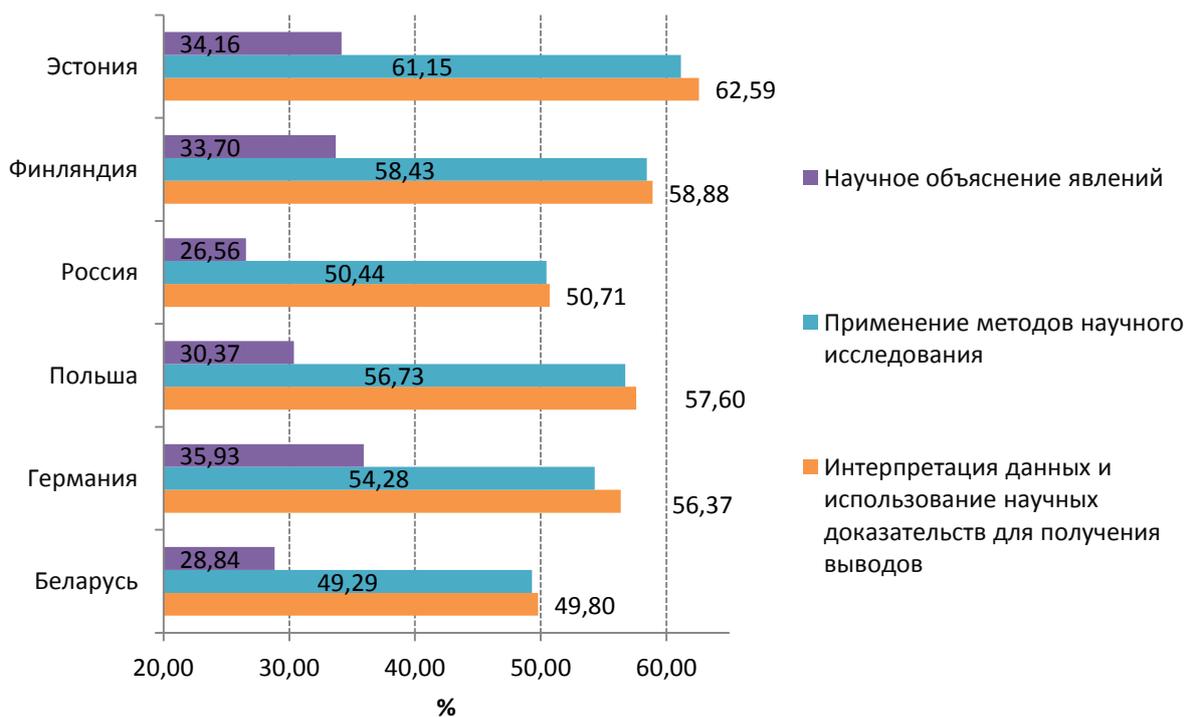


Рисунок 9 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий процедурного типа относительно выделенных компетенций в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

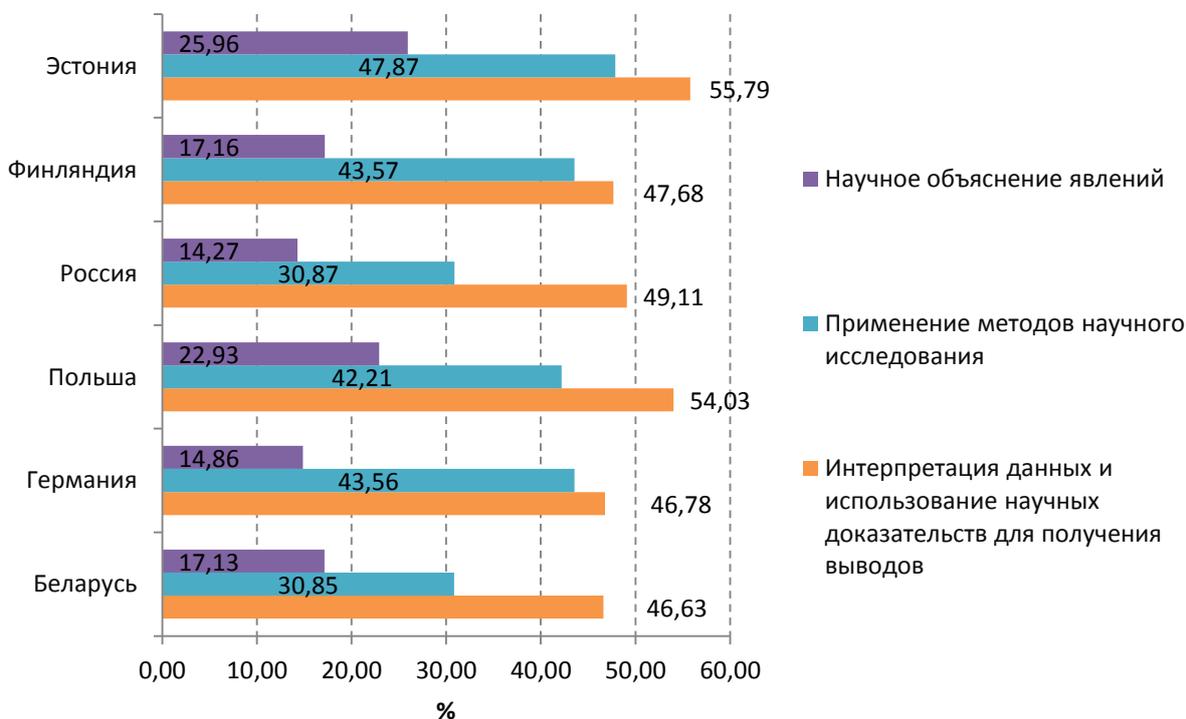


Рисунок 10 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий гносеологического типа относительно выделенных компетенций в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

Наиболее существенные трудности возникли у учащихся при выполнении

заданий рассматриваемых типов, предполагающих использования компетенции «Научное объяснение явлений» (процедурный — 28,8%, гносеологический — 17,1%). Такая же тенденция отмечена и для результатов России, Финляндии, Польши, Германии, Эстонии.

Более низкие показатели выполнения заданий процедурного и гносеологического типа, относящихся к оценке компетенции «Научное объяснение явлений» и «Применение методов научного исследования», связаны с недостаточным объемом знаний и опыта в области применения теоретических методов исследования.

Контекст

В соответствии с областями естественнонаучного знания в инструментарии были представлены задания, имеющие общую тематику и дифференцирующиеся по уровню применения (рис. 1.12).

Наиболее высокое владение тематическим материалом участники PISA-2018 продемонстрировали при выполнении заданий, касающихся вопросов качества окружающей среды (Республика Беларусь — 48,5%) и опасностей и рисков (Республика Беларусь — 47,9%). Снижение результатов у учащихся Республики Беларусь, России, Польши, Германии, Финляндии, Эстонии наблюдаются относительно тематики «Здоровье и заболевание» (рис. 11).

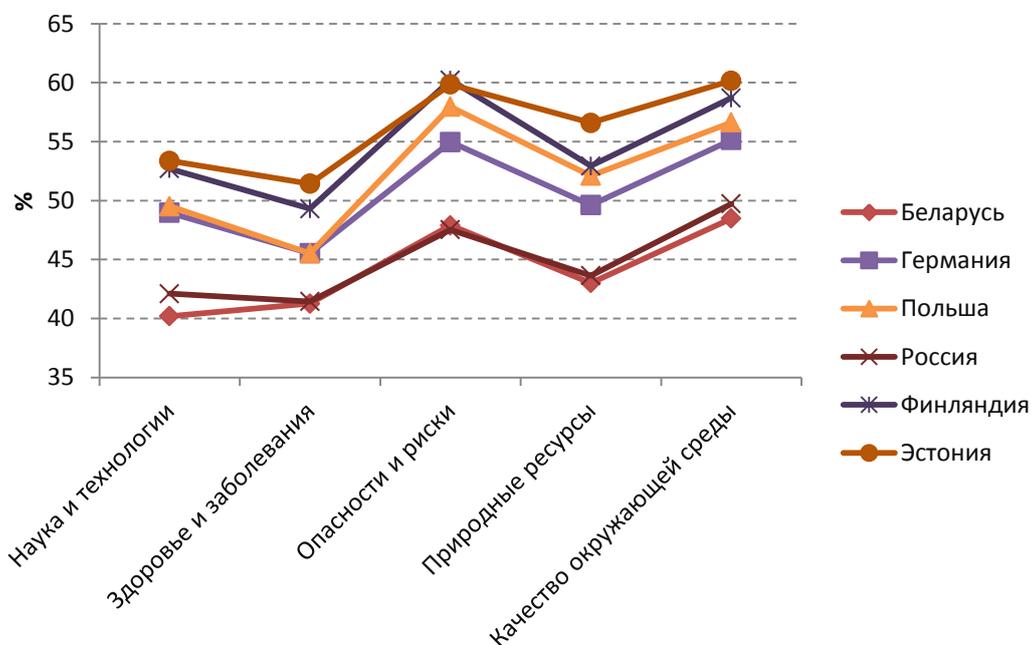


Рисунок 11 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий согласно выделенным контекстам (область применения знания) в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

Наиболее существенные трудности, в отличие от учащихся России, Польши, Германии, Финляндии, Эстонии, у белорусских учащихся вызвали задания из области «Наука и технологии» (40,2%). Такое положение свидетельствует о недостаточной информированности и опыте применения знаний и умений учащимися относительно данной тематики, о необходимости расширения возможностей использования разнообразного спектра образовательных информационно-коммуникационных технологий и ресурсов при формировании естественнонаучной грамотности на уровне общего среднего образования.

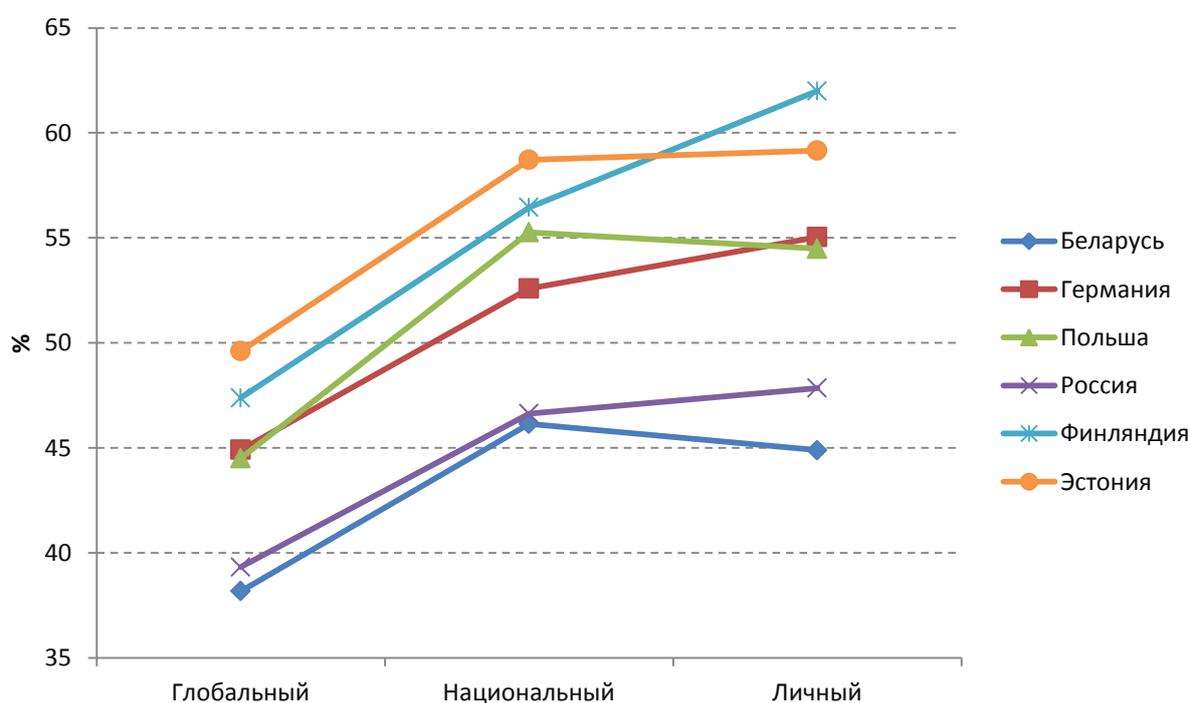


Рисунок 12 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий согласно выделенным контекстам (уровень применения знания) в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

Оценка способности учащихся применять знания по естественным наукам при выполнении заданий, включающих ситуации личного, местного/национального или глобального контекста, показала, что в большей степени белорусские учащиеся готовы к использованию знаний при решении проблем местного/национального значения (46,2%). Наиболее низкие результаты у учащихся Республики Беларусь зафиксированы по итогам выполнения заданий с глобальным уровнем представления проблем (38,2%). Такая же тенденция отмечена и по результатам, полученным польскими учащимися, в других странах показатели выполнения заданий повышаются по

мере приближения контекста к личному уровню рассмотрения проблем (рис. 12).

Существенные отличия результатов белорусских учащихся наблюдаются именно при выполнении заданий личного уровня представления проблем, дельта от 3% — с показателями учащихся России, до 17% — с показателями учащихся Финляндии.

Данная ситуация свидетельствует о недостаточно сформированной способности белорусских учащихся свободно применять конкретные сведения из естественных наук, видеть взаимосвязь законов и закономерностей природы и различного уровня представления проблем, возникающих в процессе жизнедеятельности человека и общества.

Формат заданий

Среди представленных в тесте по естественнонаучной грамотности форматов заданий наибольшие трудности у учащихся вызвали задания, требующие предъявления собственного ответа. Дельта между показателями выполнения заданий на простой множественный выбор и предоставление собственного ответа (открытый ответ) для учащихся Республики Беларусь составляет 26,7% (Россия — 26,6%, Польша — 26,8%, Германия — 23,1%, Финляндия — 27,1%, Эстония — 22,8%). В то же время дельта между показателями выполнения заданий на простой и сложный множественный выбор для учащихся Республики Беларусь составляет 11,9% (Россия — 11,1%, Польша — 9,7%, Германия — 9,1%, Финляндия — 10,7%, Эстония — 9,0%). Данная ситуация свидетельствует о том, что для большинства участников PISA-2018 задания на предъявление самостоятельно сформулированного ответа (особенно ориентированного на экспертную, а не компьютерную проверку) являются более сложными. Однако результаты выполнения заданий белорусскими учащимися в сравнении с учащимися других стран в рамках одного формата также имеют некоторые количественные различия (рис. 13), дельта составляет:

- задания на простой множественный выбор — от 4,7% с показателями учащихся Германии до 10,2% с показателями учащихся Финляндии;
- задания на сложный множественный выбор — от 7,4% с показателями учащихся Германии до 12,9% с показателями учащихся Эстонии;
- задания с открытым ответом — от 8,3% с показателями учащихся Германии до 13,4% с показателями учащихся Эстонии.

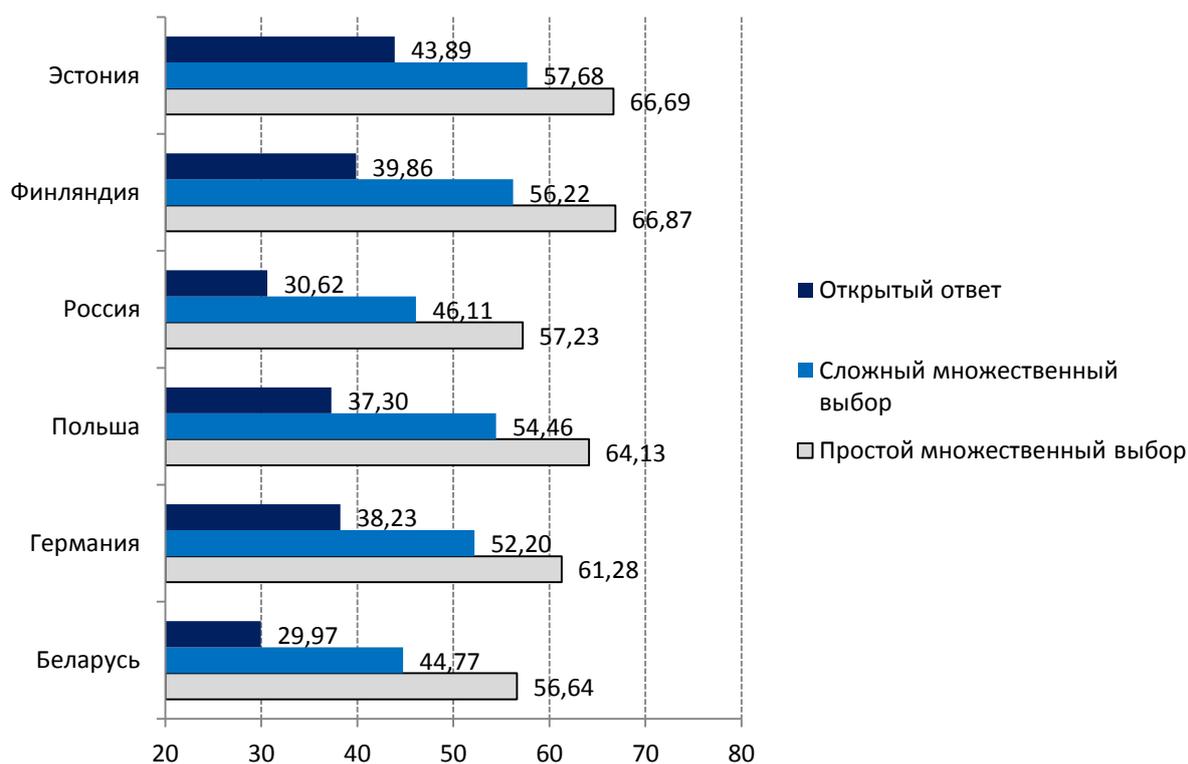


Рисунок 13 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий по естественнонаучной грамотности согласно выделенным форматам (в %)

Полученные данные по Республике Беларусь в сопоставлении с данными ряда стран свидетельствуют о существовании одной и той же тенденции: количественный показатель понижается по мере усложнения действий. Наиболее трудным для учащихся является самостоятельное формулирование ответа. При этом в выполнении заданий каждого из выделенных форматов результаты белорусских учащихся ниже, чем у представителей других (выбранных для сравнения) стран. Таким образом, можно отметить, что для белорусских учащихся значимой является, в первую очередь, проблема как такового владения естественнонаучными знаниями.

Вид заданий

Особенностью данного этапа стало использование заданий интерактивного вида, включающих динамические элементы, компьютерные симуляции, взаимодействие с которыми является неотъемлемой частью получения ответа на вопрос.

Такие задания вызвали трудности не только у белорусских учащихся (рис. 14). Однако готовность к их выполнению у учащихся Польши, Германии, Финляндии и Эстонии оказалась выше, чем у белорусских, на 7—13%.

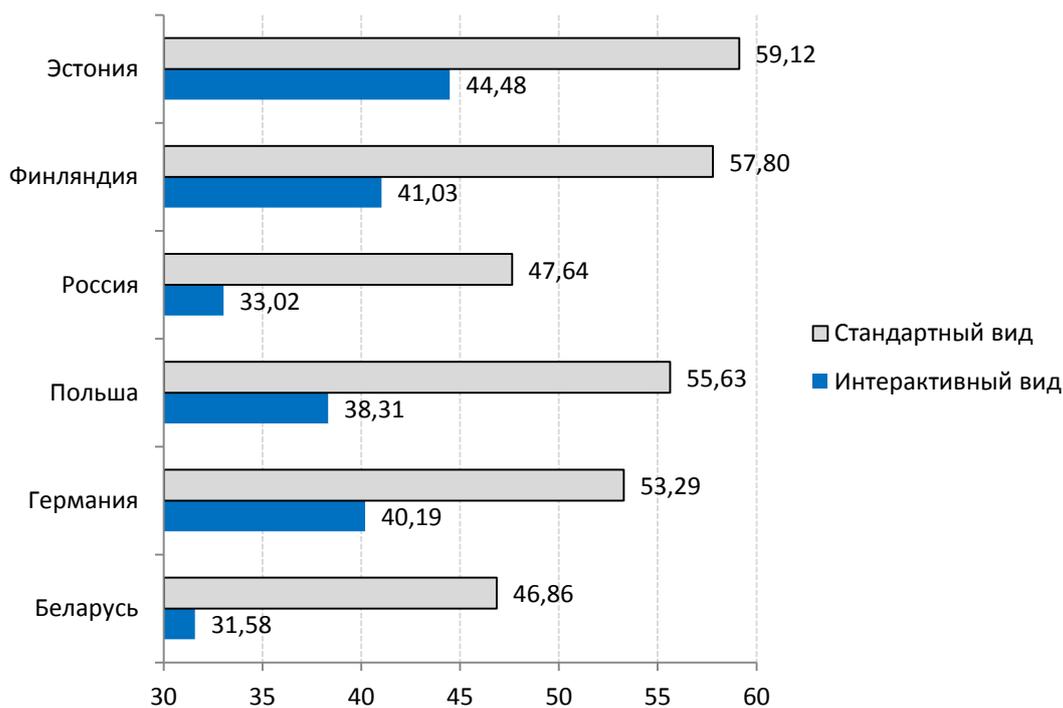


Рисунок 14 — Сравнение результатов выполнения учащимися заданий согласно выделенным контекстам (уровень применения знания) в рамках естественнонаучной грамотности (в %)

Необходимо отметить, что различия в выполнении стандартных заданий по естественнонаучной грамотности учащимися Республики Беларусь и учащимися Польши, Германии, Финляндии и Эстонии также находятся в диапазоне от 6,5% до 12,3%. Что подтверждает ранее отмеченный вывод о первичности недостатка естественнонаучных знаний, усилившегося при выполнении интерактивных заданий за счет необычных условий взаимодействия с информацией.

Различия в результатах по естественнонаучной грамотности с учетом половой принадлежности участников

Результаты выполнения заданий по направлению естественнонаучной грамотности отдельно юношами и девушками в Республике Беларусь не имеют существенных отличий, дельта составляет 3 балла в пользу юношей (табл. 6).

Таблица 6 — Характеристика результатов участников международного сравнительного исследования PISA-2018 по естественнонаучной грамотности относительно гендерного состава (в баллах) [5]

Страна	Средний показатель		Дельта
	Девушки	Юноши	
Эстония	533	528	5
Финляндия	534	510	24
Германия	504	502	2
Латвия	491	483	8
Литва	485	479	6
Польша	511	511	0
Беларусь	470	473	3
Казахстан	401	394	7
Молдова	434	423	11
Украина	468	470	-2
Россия	478	477	1
ОЭСР	490	488	2

Распределение средних результатов выполнения заданий юношами и девушками по уровням естественнонаучной грамотности также не позволяет говорить о наличии заметной разницы: дельта показателей колеблется в пределах 4% (рис. 15). Такое положение свидетельствует о нецелесообразности учета этих различий при разработке учебно-методических материалов.

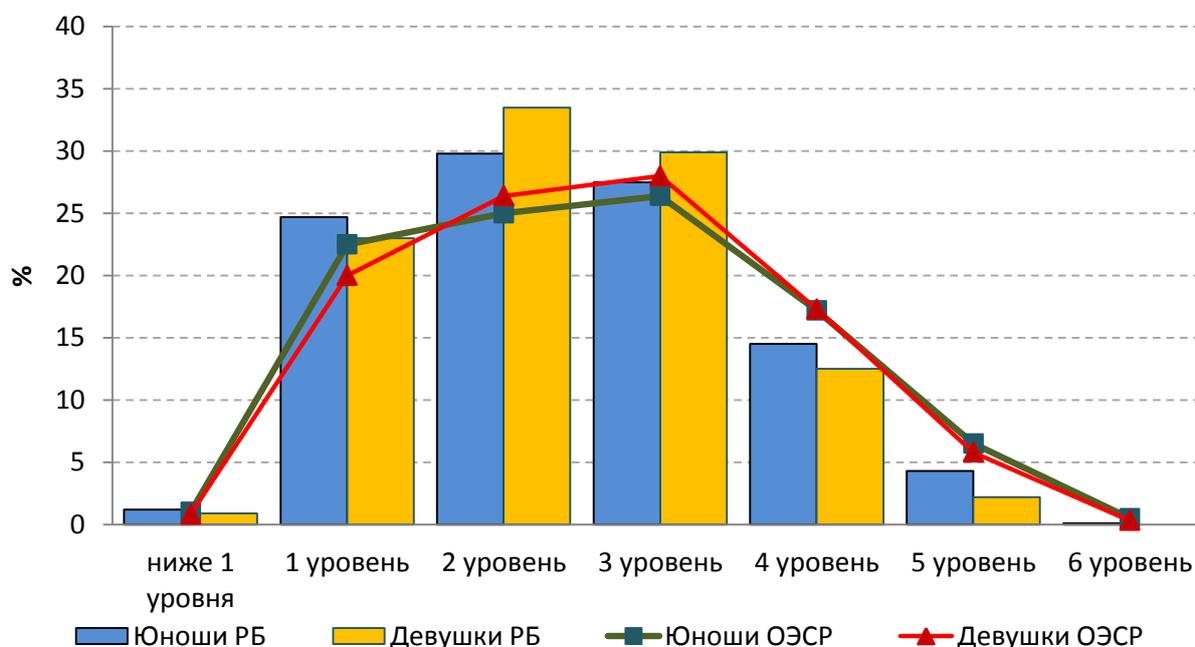


Рисунок 15 — Распределение результатов выполнения заданий по естественнонаучной грамотности по уровням (в %)

Таким образом, по результатам проведенного анализа можно констатировать следующее:

- естественнонаучная грамотность играет важную роль в подготовке учащихся к жизни и деятельности в современной социокультурной среде, обеспечивая молодое поколение пониманием научной картины мира, владением экспериментально-проектными умениями, способами интеллектуальной деятельности, характерными для логики научного познания;

- инструментарий, использованный для оценки сформированности грамотности по этому направлению в международном исследовании PISA-2018, представлен 115 заданиями и ориентирован на комплексную оценку владения 15-летними учащимися теоретическими знаниями и практическими умениями по наиболее актуальным областям естествознания посредством включения в содержание ситуаций личного, национального и глобального уровня рассмотрения проблем с разной степенью когнитивной нагрузки. Отличительной особенностью данного направления в исследовании PISA-2018 выступило использование интерактивных заданий, включающих элементы компьютерного моделирования;

- существенное значение для формирования естественнонаучной грамотности наряду с владением учебным материалом имеют: способность к выдвижению гипотез и экспериментальной их проверке, определению и применению соответствующих методов естественнонаучного исследования, в том числе в виртуальной среде, способность ориентироваться в данных различных форматов представления, использовать научную основу для интерпретации полученных данных и построения прогнозов развития рассматриваемых процессов и явлений, понимать и оценивать возможные риски, видеть пути их минимизации;

- наибольшее количество учащихся Республики Беларусь, принявших участие в PISA-2018, подтвердили способность, опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, успешно выполнять простой эксперимент в рамках ограниченного контекста, интерпретировать не слишком сложные наборы данных или данные в менее знакомых контекстах, но в недостаточной степени владеют методами естественнонаучного исследования (в том числе виртуального и мысленного), способностью выдвигать гипотезы относительно явлений окружающей действительности, проверять их, обосновывать полученные выводы;

- для повышения естественнонаучной грамотности целесообразно:
 - усовершенствовать нормативную, содержательную, методическую и материально-техническую базы при организации

естественнонаучного образования на уровне общего среднего образования с учетом перспективных тенденций; в качестве ориентиров для таких преобразований может выступить пример Польши, Литвы, Германии, Эстонии, Латвии;

– повысить уровень владения теоретическим материалом по учебным предметам естественнонаучного цикла, создать условия для формирования у учащихся способности свободно применять конкретные сведения из естественных наук как в масштабе персональных, так и глобальных проблем, видеть взаимосвязь законов и закономерностей природы и проблем различного уровня, возникающих в процессе жизнедеятельности человека и общества;

– обеспечить расширение возможностей использования разнообразного спектра информационно-коммуникационных технологий и ресурсов в образовательных целях, в том числе при проведении практических, лабораторных и экспериментальных работ.

II. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

2.1 Рекомендации по повышению естественнонаучной грамотности учащихся

Актуальность рекомендаций

Анализ результатов участия белорусских учащихся в международном сравнительном исследовании PISA-2018 свидетельствует о целесообразности внесения изменений в образовательную практику обучения предметам естественнонаучного направления, к которым относятся физика, химия, биология, география. Изучение данных учебных предметов призвано обеспечить формирование понимания научной картины мира, развитие исследовательской активности при взаимодействии с объектами живой и неживой природы, приобретение знаний и умений в области охраны природы и природопользования. Значимым результатом получения естественнонаучного образования в условиях общего среднего образования должна стать и сформированность умений комплексно использовать полученные фундаментальные знания для объяснения явлений окружающей действительности, выдвигать и проверять гипотезы, планировать исследовательскую работу, анализировать и обосновывать полученные данные разных форматов для принятия грамотных решений [6].

Наиболее существенные трудности по результатам участия белорусских учащихся в исследовании PISA-2018 вызвали задания, требующие научного объяснения явлений и применения методов научного исследования. Что свидетельствует как о недостаточном владении учащимися естественнонаучными знаниями, несформированности способности соотнести наблюдаемое событие/действие с известными теориями и законами, так и о невысокой готовности к их использованию в конкретных неформализованных ситуациях, в условиях, требующих осуществления опытно-экспериментальной работы, построению комплексных выводов на основе знаний по нескольким предметам одновременно. Среди причин такого положения можно назвать недостаточное внимание развитию мотивации к изучению предметов естественнонаучного направления, преобладание репродуктивного характера при организации учебной деятельности, ограниченность возможностей по применению учащимися полученных знаний и умений.

Проведенный анализ учебных пособий по учебным предметам естественнонаучного направления позволяет отметить, что предлагаемое для

изучения учебное содержание в наибольшей степени ориентировано на освоение фундаментальных основ, адаптированных к восприятию и пониманию учащимися соответствующего возраста. Среди сопровождающих теоретический материал заданий преобладают те, которые предполагают воспроизведение части теоретических сведений или выполнение действий по образцу. Практико-ориентированные задания, обеспечивающие в том числе накопление опыта применения знаний в разнообразных, приближенных к реальным ситуациям, составляют в среднем около 16% от общего количества заданий, представленных в учебных пособиях по естественным наукам. При этом такие задания отличаются упрощенностью предлагаемых для анализа условий, краткой фабулой/формулировкой, отсутствием несущественных деталей, лишних данных, не требуют от учащегося осуществления исследовательской или опытно-экспериментальной работы. А также при наличии описания конкретной реальной и знакомой учащимся ситуации включают требование, выполнение которого не позволяет напрямую связать полученный опыт с возможностью его реализации в быту, повседневной жизни или профессиональной области.

Неотъемлемой частью естественнонаучной грамотности является и способность осуществлять исследовательскую деятельность с использованием как эмпирических, так и теоретических методов. Согласно учебным программам по учебным предметам естественнонаучного направления, с 6-го по 10-й класс [7—23] на осуществление учащимися управляемой педагогом экспериментальной и исследовательской деятельности при выполнении практических и лабораторных работ, с учетом организованного наблюдения в процессе экскурсий, отводится примерно 17% учебного времени, причем его объем сокращается от класса к классу (рис. 16).

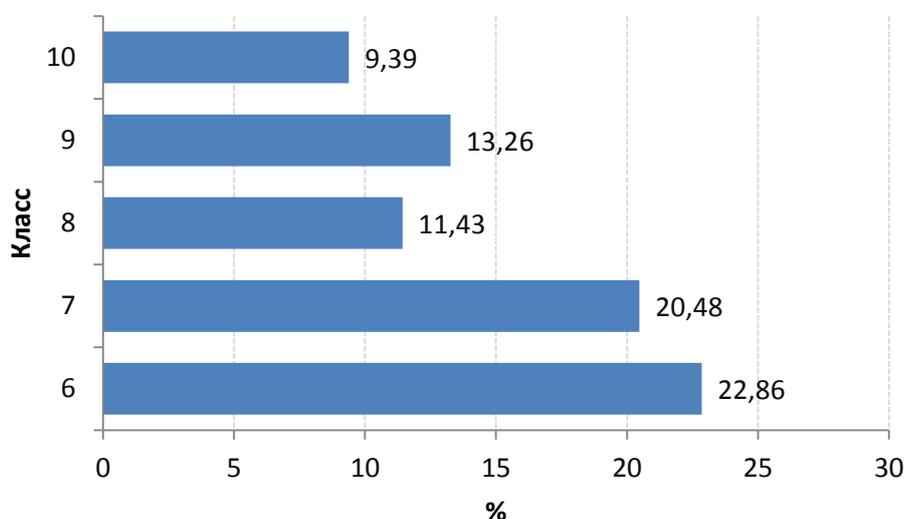


Рисунок 16 — Распределение объема учебного времени, суммарно отводимого учебными программами на практические, лабораторные работы и экскурсии при изучении физики, химии, географии и биологии с 6-го по 10-й класс (в %)

Такая ситуация, скорее, располагает к организации образовательного процесса на основе запоминания и рутинной репродуктивной деятельности, формированию умений выполнять конкретные, строго алгоритмизированные действия, а не к свободному использованию изученного материала и освоенных способов деятельности в разнообразных ситуациях отвлеченного (в обобщенном виде) или прикладного характера.

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о необходимости внесения изменений в организацию и осуществление обучения предметам естественнонаучного направления с акцентом на развитии способности учащихся использовать полученные знания и умения при решении задач разнообразного контекста (научного, социального, личного), обеспечивающих основу для успешного продолжения обучения, самореализации в профессиональной деятельности в условиях современного социокультурного пространства и перспектив его развития. В связи с этим возрастает актуальность смещения акцентов организации образовательного процесса как в содержательном, так и в технологическом плане, т. е. модернизации учебных средств и обновления способов взаимодействия педагогов и учащихся на учебных занятиях и внеклассных мероприятиях.

2.2 Рекомендации для педагогов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (естественнонаучная грамотность)

Цель:

- представить методически обоснованные предложения по совершенствованию формирования естественнонаучной грамотности обучающихся в образовательном процессе учреждений общего среднего, профессионально-технического и среднего специального образования при обучении учебным предметам естественнонаучного направления.

Задачи:

- способствовать уточнению понимания педагогами потенциала и взаимосвязи учебных предметов естественнонаучного направления в

формировании естественнонаучной грамотности как элемента функциональной грамотности и общей культуры современного человека;

- содействовать расширению информированности педагогов о готовности белорусских учащихся к применению знаний и умений по учебным предметам естественнонаучного направления по результатам участия в международном сравнительном исследовании PISA-2018;

- способствовать выбору и использованию наиболее эффективных методов, технологий, средств обучения для формирования естественнонаучной грамотности обучающихся в современном ее понимании.

Ожидаемые эффекты:

- повышение качества и эффективности образовательного процесса с учетом современных тенденций при обучении предметам естественнонаучного направления на уровне общего среднего образования;

- полидисциплинарный характер учебной, проектной и исследовательской деятельности учащихся при изучении учебных предметов естественнонаучной направленности;

- готовность обучающихся применять знания из области естественных наук, в том числе методы естественнонаучного исследования, для решения разнообразных задач в учебной, будущей профессиональной деятельности и повседневной жизни.

В соответствии с выделенными в ходе анализа результатов участия белорусских учащихся в исследовании PISA-2018 недостатками в сформированности у них естественнонаучной грамотности рекомендуется в существующую практику преподавания учебных предметов естественнонаучной направленности на уровне общего среднего образования внести ряд изменений.

1. Переориентация практики целеполагания, организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, контроля ее результатов на учебных занятиях по предметам естественнонаучного направления с учетом требований компетентностного подхода.

В действующих образовательных стандартах и учебных программах по учебным предметам, обеспечивающим получение естественнонаучного образования, отмечена актуальность реализации данного подхода, что учтено как в определении технологий овладения методологическими и теоретическими знаниями, способов приобретения учащимися опыта познавательной деятельности, так и в формулировании требований к результатам освоения учебного содержания. Однако для реализации учителем в конкретном

образовательном процессе компетентностного подхода, помимо изменений в нормативных документах, следует:

- формулировать цели учебного занятия посредством определения формируемых личностных, предметных и метапредметных компетенций и конкретных результатов данного процесса на отдельном промежутке учебного времени с учетом потенциала темы;

- целенаправленно развивать учебно-познавательную мотивацию посредством актуализации и демонстрации значимости изучаемого содержания и опыта осваиваемых действий в перспективе жизни и деятельности современного человека;

- стимулировать учебную активность учащихся на всех этапах учебного занятия на основе использования частично-поисковых, проблемных, исследовательских методов обучения (дискуссия, дебаты, мозговой штурм, «снежный ком», «кейс-метод» и др.);

- контролировать результаты учебной деятельности с учетом специфики конкретных элементов формируемых компетенций.

2. Повышение уровня проблематизации процесса обучения за счет создания при изучении нового материала проблемных ситуаций и включение учащихся в поиск, обсуждение, выбор и обоснование решений. Вовлечение учащихся в качестве активных участников в рассмотрение и обсуждение различных по степени сложности научных вопросов, изучение ими, а не готовое представление учителем существующих методов и способов разрешения проблем, выявление возможных рисков и вариантов их минимизации обеспечат более высокий уровень самостоятельности в учебно-познавательной деятельности при изучении материала по предметам естественнонаучного направления. А также помогут стимулировать развитие метапредметных умений: формулировать гипотезы, конструировать и проводить эксперименты, выявлять закономерности. Характер познавательной деятельности учащихся при этом может быть различным:

- составление серии вопросов, задаваемых в совместной дискуссии между учащимися и учителем;

- анализ ряда примеров протекания описанного или наблюдаемого явления/процесса;

- поиск и сопоставление необходимой информации, предложенной в разных источниках;

- сравнение нескольких совокупностей представленных доказательств и другое.

Важное значение имеет расширение спектра осуществляемой учащимися исследовательской деятельности относительно различных этапов урока: актуализация знаний, изучение нового материала, закрепление знаний и умений. Причем в каждом случае работа должна планироваться таким образом, чтобы учащиеся прошли все этапы такой деятельности:

- определили цели деятельности;
- проанализировали актуальную информацию;
- сформулировали проблему;
- представили и обосновали гипотезы решения;
- составили план исследовательской работы;
- реализовали план;
- обработали и проанализировали полученные данные;
- сформулировали выводы.

Целесообразно включать задания исследовательского характера и в домашние задания в качестве элективных, но с обязательным последующим рассмотрением на учебном занятии.

3. Целенаправленное стимулирование учебно-познавательной мотивации на основе раскрытия и демонстрации возможностей практического использования предметных знаний и умений в повседневной жизни и отраслях современного социально-экономического и промышленного комплекса, что будет способствовать осуществлению и профориентационной функции. Разработчиками учебных пособий по химии, биологии, географии, физике в значительной степени представлен мотивирующий материал: дополнительные сведения, интересные факты, в том числе исторические, инструкции по проведению домашних экспериментов, интерактивные модели; созданы условия для быстрого перехода к соответствующим интернет-ресурсам. В процессе учебного занятия такой материал следует регулярно использовать для организации обсуждений, постановки и решения проблем, определения значимости изучаемого содержания и приобретаемых умений.

4. Усиление практико-ориентированной составляющей образовательного процесса по учебным предметам естественнонаучного направления за счет включения соответствующих дидактических и диагностических заданий, разработанных с учетом внутрипредметных и межпредметных связей.

Под практико-ориентированными понимаются сюжетные задания, у которых контекст обеспечивает подлинные условия для использования естественнонаучных знаний в повседневной жизни, профессиональной деятельности и при изучении других учебных предметов. Это задания,

раскрывающие многообразие применения химии, биологии, физики, географии и своеобразие отражения ими реального мира, представляющие интерес с практической точки зрения. Их использование на учебных занятиях позволяет минимизировать трудности обучающихся, связанные с:

- пониманием функциональной зависимости между основными элементами содержания учебных предметов естественнонаучного направления;
- осознанием целостности и системности знаний в связи с недостаточностью проявления внутрипредметных (между содержанием отдельных разделов) и межпредметных связей (с другими учебными предметами);
- развитием функционального мышления и способностью применять естественнонаучные знания при выполнении заданий, имеющих расширенную фабулу (описательный характер ситуации, включение большого количества несущественных деталей и данных, отсутствие указания на способ или последовательность выполнения);
- осуществлением критической оценки и интерпретации противоречивой информации, содержащейся в условии задания;
- проведением рассуждения, приведением доказательств, обоснованием своей точки зрения, аргументированием выводов;
- предугадыванием рационального пути выполнения задания, вычленением необходимых для оперирования и анализа данных, моделированием хода решения и прогнозированием результата;
- проведением проверки правильности своего решения, осуществлением пошагового самоконтроля;
- отсутствием интереса к учебно-исследовательской и проектной деятельности в рамках изучения учебных предметов естественнонаучного направления.

Решение практико-ориентированных задач с межпредметным содержанием — один из важнейших элементов процесса формирования предметных, метапредметных и личностных компетенций. При решении именно таких задач определяются глубина понимания тех или иных закономерностей, сформированность умений применять их для анализа реальных процессов и в практических целях.

5. Организация и проведение межпредметных факультативных занятий и внеклассных мероприятий (интеллектуальные турниры, конкурсы, викторины, исследовательские практикумы/лаборатории, тематические недели, конференции и т. п.) естественнонаучной направленности

познавательного, исследовательского характера, предполагающих групповую проектную деятельность.

В такой деятельности при участии нескольких учителей-предметников в качестве консультантов важным является не только выдвижение и разработка плодотворной идеи, но и грамотное использование совокупности знаний по нескольким предметам, позволяющих представить и описать рациональное и оригинальное комплексное решение. Групповая работа подразумевает в этом случае слаженную работу нескольких учителей и учащихся над одним проектом.

В качестве возможных тем могут выступать примеры направлений, тематики и ее описаний, заимствованные из представленных на сайте образовательного центра «Сириус» (табл. 7) [24]:

Таблица 7

Направление	Тема	Описание
Совершенствуем человека и конструируем функциональную замену человека	Нейроинтерфейс (глаз — мозг — компьютер)	Проектная траектория представляет собой экспериментальный и аналитический этапы работы с высокоточным и современным оборудованием: ЭЭГ, айтрекер, ФМРТ. Результатом выполнения проекта становится инструмент (методика получения физиологических данных и обработки физиологических рядов) для создания максимально быстрого интерфейса
	Автоматическая парковка	При помощи технического зрения система распознает свободные парковочные места. Далее, определяя местоположение автомобиля, ведет его к месту парковки. Предложенное решение позволяет нескольким мобильным роботам двигаться в едином пространстве. Данная система предполагает использование в смежных проектах и имеет возможность масштабирования и применения в городских условиях

	Функциональная замена органов слуха на основе волоконно-оптического микрофона	В рамках данного проекта будут рассчитаны параметры оптико-электронного блока (микроэлектроника и схемотехника), разработана конструкция датчика (микромеханика), исследованы основные параметры разработанной схемы. Результатом проделанной работы будет макет функциональной замены уха человека на основе волоконно-оптического микрофона
Делаем жизнь человека безопасной	Создание тест-системы для определения предрасположенности к неправильному питанию на основе ПЦР-диагностики вариантов гена-вкуса hTAS2R38	Нарушение питания изменяет индекс массы тела, влечет риск развития метаболических заболеваний (диабета, ожирения), онкогенеза и влияет на продолжительность жизни. Цель проекта — создание тест-системы для определения предрасположенности к неправильному питанию на основе ПЦР-диагностики вариантов гена-вкуса, во многом определяющего индивидуальные вкусовые предпочтения человека, что в свою очередь влияет на стиль питания и метаболизм в целом. Тест-система позволит родителям спрогнозировать риски для каждого школьника и заранее предпринять меры по устранению побочных эффектов неправильного питания
	Иммунитет. Как защититься от защиты	Принято считать, что наш иммунитет стоит на защите организма. Так ли хорошо он справляется и что происходит, когда обнаруживаются сбои? Цель проекта — разобраться, как функционирует иммунная защита человека и всегда ли усиление иммунитета работает на пользу организма
	Безопасный «умный» дом	Проектирование жилья с учетом новых технологий: энергетическая безопасность (емкая батарея, аналогичная с Tesla Powerwall); генерирующие мощности на крыше/участке; высокая пожарная безопасность за счет новых материалов и соответствующей архитектуры; рециркуляция воды... Макет жилого дома, спроектированного с учетом новых технологий и обеспечивающего принципиально новый уровень безопасности жизни
Создаем «умную»	Конструируем	Разработка трансформируемого

среду обитания	«умный» стол	моторизированного стола с дистанционным управлением, который включает систему слежения за манипуляциями человека, связанными с регулировкой высоты, учитывает привычки и составляет расписание, а также контролирует перерывы в рабочей деятельности. Учащиеся разрабатывают дизайн стола, проектируют инженерную начинку, программируют систему управления
	Тайны «умного» стекла	Синтез и исследование электрохромных «умных» стекол на основе оксида вольфрама для практического использования в концепции «Умный дом». Проектная деятельность школьника предусматривает синтез и анализ наноструктурированных материалов в виде «умных» стекол с изменяемой под действием электрического тока прозрачностью и окраской на базе ИТО (Indium Tin Oxide) и оксида вольфрама $WO_3 \cdot 2H_2O$. Электрохромные стекла на основе оксида вольфрама характеризуются достаточно низким напряжением для изменения прозрачности, быстрой скоростью срабатывания, высокой эффективностью окрашивания, что делает его одним из наиболее перспективных материалов в этой области
Контролируем среду обитания	Что мы едим: ДНК-анализ мясных и кисломолочных продуктов	Современные методы анализа ДНК позволяют установить, что входит в состав мясных изделий. Целью выступает определение состава мясных продуктов, например, колбас и сосисок, микроорганизмов в кисломолочных продуктах. Для определения состава продуктов используется современный молекулярно-биологический метод — полимеразная цепная реакция с видоспецифическими праймерами

6. Обеспечение педагогического взаимодействия в образовательном процессе учителей-предметников по предметам естественнонаучного направления посредством единого подхода к постановке и формулированию целей, выбора соответствующих методик и технологий преподавания,

привлечения учащихся к участию в межпредметных проектах. В этом направлении целесообразно организовывать совместные совещания (или создавать одно методическое объединение для учителей математики и естественных наук) по обсуждению и определению наиболее перспективных путей повышения качества естественнонаучной грамотности учащихся, обмена опытом, комплексного решения возникающих образовательных проблем. Полезным будет изучение и использование опыта организации культуры педагогического взаимодействия учителей в других странах, например, Сингапуре, Китае, где наряду с обменом методическими материалами, наблюдением за реализацией и обсуждением эффективных приемов и технологий практикуется совместное с коллегами планирование уроков, проведение экспериментов и исследований [25].

2.3 Рекомендации для разработчиков учебно-методического обеспечения (естественнонаучная грамотность)

Цель:

способствовать модернизации учебно-методического обеспечения по учебным предметам естественнонаучного направления для повышения эффективности формирования у обучающихся естественнонаучной грамотности.

Задачи:

1) способствовать формированию у разработчиков учебно-методического обеспечения представления об актуальных направлениях и способах развития интереса и мотивации учащихся к изучению естественных наук на учебных, факультативных занятиях и внеклассных мероприятиях;

2) способствовать ориентации разработчиков учебно-методического обеспечения на создание условий для формирования у учащихся естественнонаучной грамотности, актуальной для жизни и деятельности в современном социокультурном пространстве, на основе целостности естественнонаучного образования;

3) содействовать повышению готовности разработчиков учебно-методического обеспечения к созданию условий для эффективного использования в процессе обучения предметам естественнонаучного направления комплексных практико-ориентированных материалов для

формирования и контроля сформированности естественнонаучной грамотности учащихся на основе использования проблемно-исследовательских методик.

Ожидаемые эффекты:

1) повышение качества учебно-методического обеспечения формирования естественнонаучной грамотности учащихся с учетом требований принципа проблемности и исследовательской направленности обучения, компетентностного подхода;

2) обеспечение формирования у учащихся в образовательном процессе естественнонаучной грамотности более высокого уровня.

Для повышения эффективности процесса формирования естественнонаучной грамотности при обновлении и совершенствовании существующего учебно-методического обеспечения преподавания учебных предметов естественнонаучной направленности на уровне общего среднего образования авторским коллективам целесообразно учесть следующие рекомендации.

1. Изучение опыта организации, в том числе научно-методического сопровождения, образовательного процесса по предметам естественнонаучной направленности в странах, учащиеся которых достигают более высоких результатов, принимая участие в международных сравнительных исследованиях. Целесообразно рассмотреть и проанализировать концептуальные положения, образовательные стандарты, учебные программы и пособия, обеспечивающие получение учащимися Польши, Литвы, Германии, Эстонии, Латвии естественнонаучного образования на уровне, соответствующем уровню общего среднего образования в Республике Беларусь. На основе проведенного анализа выявить перспективные направления коррекции и развития отечественного естественнонаучного образования.

2. Включение в учебные пособия по учебным предметам естественнонаучного направления содержательных элементов, стимулирующих развитие учебно-познавательной мотивации учащихся за счет раскрытия практической значимости изучаемого материала. Это выражается в предложении на уровне, доступном для понимания учащимися соответствующего возраста, описаний и иллюстрированных, динамических, интерактивных примеров применения теоретических положений, рассматриваемых зависимостей в повседневной жизни человека, различных сферах его деятельности: медицине, энергетике, машиностроении, строительстве, сельском хозяйстве, космических исследованиях, обеспечении экологической безопасности и других.

3. Уточнение методических материалов за счет рекомендаций по реализации компетентного подхода в естественнонаучном образовании, включающих формулирование целей, описание методических приемов и указание дидактических средств для эффективного формирования умений (в том числе опытно-экспериментальной деятельности) и проверки способности использовать их в практической деятельности.

4. Усиление практико-ориентированного характера материала для формирования и закрепления умений на основе использования соответствующего дидактического инструментария.

Отличительными особенностями такого инструментария должны выступить:

- использование объемного развернутого описания реальной (неформализованной) понятной учащимся ситуации, представленной вне узкопредметной области, но решаемой на основе предметных знаний;

- включение нескольких требований, последовательно усложняющих необходимые для выполнения действия;

- представление информации простыми языковыми конструкциями, содержащей разные способы структурирования и визуализации (график, рисунок, диаграмма, схема, таблица, интерактивная модель);

- необходимость применения методов естественнонаучного исследования как в реальной, так и в виртуальной среде.

Среди видов заданий можно отметить следующие:

1. Графические задания, направленные на выявление и использование функциональной зависимости между величинами для характеристики явлений.

2. Аналитические задания, подразумевающие анализ ситуации, установление причинно-следственных связей и построение прогноза развития рассматриваемого процесса или явления.

3. Оценочные задания, при выполнении которых необходимо выявить и охарактеризовать эффективность конкретных средств или действий, степень достижения оптимального результата, привести соответствующие рассуждения и доказательства.

4. Исследовательские задания, которые предполагают проведение мини-исследования с рассмотрением различных ситуаций, моделирование реальных процессов, представление и обоснование полученных выводов.

При разработке данного инструментария целесообразно обратиться к примерам заданий, предлагаемым в материалах исследования PISA [26], а также рассмотреть и описать методические особенности использования информационно-коммуникационных технологий при закреплении знаний и

формировании практических умений, в том числе в условиях виртуального эксперимента.

5. Создание условий для реализации учителями-предметниками превентивной функции, обеспечивающей целенаправленную организованную работу по предотвращению систематически возникающих трудностей в усвоении учащимися учебного материала.

Наибольшего внимания с этой точки зрения требует формирование умений научного объяснения явлений и применения методов научных исследований. В связи с этим целесообразно предложить учащимся задания, которые предоставят разнообразные возможности для применения теоретических знаний на различных уровнях сложности:

1) задания с подсказками (заданным алгоритмом выполнения), позволяющие сформировать умение безошибочно выполнить требуемые действия и приобрести необходимый опыт их реализации в определенного типа ситуациях;

2) задания-тренажеры, ориентированные на формирование умений как при выполнении однородных действий в отличающихся условиях, так и (или) постепенно возрастающих по степени сложности действий при рассмотрении одной и той же ситуации (задания блочного типа по аналогии с представленными в исследовании PISA);

3) задания-контрпримеры, задания-«ловушки», требующие понимания теоретических основ, естественнонаучных законов, осуществления на их основе грамотной аргументации и доказательства;

4) задания-мини-проекты с аргументацией полученных результатов (доказательством), воспитывающие у учащихся культуру мышления, строгость и стройность умозаключений, создающие условия для проявления познавательной активности.

6. Дополнение учебных материалов заданиями полидисциплинарного характера, что позволит сформировать у учащихся представление о целостности и системности естественнонаучного знания, способность к комплексному использованию положений разных наук для решения практических задач.

В учебных пособиях по естественнонаучным предметам таких заданий несущественное количество. Однако практика использования таких знаний свидетельствует о тесной связи этих наук. По результатам участия белорусских учащихся в исследовании PISA-2018 отмечено, что к комплексному использованию знаний по физике, химии, биологии, географии готовы только 2,6% учащихся, принявших участие в исследовании. В связи с этим возникает необходимость разработки полидисциплинарных заданий по естественным

наукам, отличающихся реалистичностью, конкретностью описываемых ситуаций, практической применимостью выводов.

В качестве примера также могут выступить задания, предложенные учащимся при проведении исследования PISA [27].

7. Разработка УМК для проведения интегрированных факультативных занятий полидисциплинарной направленности, что позволит стимулировать интерес учащихся к изучению естественнонаучных предметов, творческую и исследовательскую активность, обеспечить более глубокое освоение учебного материала и понимание его значимости, развитие способности применять полученные знания при решении более широкого круга проблем. Реализация таких программ потребует совместной работы нескольких учителей-предметников и может быть рассчитана на разновозрастной контингент учащихся (например, занятия по тематике, относящейся к химии и физике, для учащихся 8—10-х классов).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный многокомпонентный анализ официальных результатов исследования PISA-2018 в Республике Беларусь дает возможность сделать следующие выводы.

Образовательные достижения белорусских учащихся по естественнонаучной грамотности

- Инструментарий по естественнонаучной грамотности был ориентирован на комплексную оценку владения учащимися теоретическими знаниями и практическими умениями по наиболее актуальным областям естествознания посредством включения в содержание ситуаций личного, национального и глобального уровня рассмотрения проблем с разной степенью когнитивной нагрузки. 75,8% белорусских учащихся преодолели пороговый уровень естественнонаучной грамотности, при этом около 60% участников тестирования продемонстрировали навыки, соответствующие второму и третьему уровням.

- Наиболее успешное владение умениями учащиеся Республики Беларусь показали относительно компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» — с соответствующими заданиями справились 48,76% участников. При этом существенные трудности у белорусских учащихся вызвали задания, относящиеся к компетенции «применение методов научного исследования» — справились 40,68%. Можно отметить, что выполнение заданий, требующих научного объяснения явлений и применения методов научного исследования, характеризуется более низкими показателями как для Республики Беларусь, так и в среднем для стран ОЭСР.

- Наиболее высокое владение тематическим материалом белорусские учащиеся продемонстрировали при выполнении заданий, касающихся вопросов качества окружающей среды (48,5%), а также опасностей и рисков (47,9%). Большую трудность вызвали задания из области «Наука и технологии» (40,2%). Такое положение может свидетельствовать о недостаточной информированности и опыте применения знаний и умений учащимися в данной тематике и указывать на необходимость расширения возможностей использования разнообразного спектра образовательных информационно-коммуникационных технологий и ресурсов при формировании естественнонаучной грамотности на уровне общего среднего образования. При оценке заданий с разными видами контекста самые низкие результаты у

учащихся Республики Беларусь зафиксированы по итогам выполнения заданий с глобальным уровнем представления проблем (38,2%). Среди представленных в тесте по естественнонаучной грамотности форматов заданий наибольшие трудности у учащихся вызвали задания, требующие предъявления собственного ответа. Разница между показателями выполнения заданий на простой множественный выбор и предоставление собственного ответа (открытый ответ) для учащихся Республики Беларусь составила 26,7%.

- В целом, результаты исследования по естественнонаучной грамотности позволили установить, что наибольшее количество белорусских учащихся способны, опираясь на элементы содержательных или процедурных знаний, успешно выполнять простой эксперимент в рамках ограниченного контекста, интерпретировать не слишком сложные наборы данных или данные в менее знакомых контекстах. Вместе с тем белорусские юноши и девушки в недостаточной степени владеют методами естественнонаучного исследования (в том числе виртуального и мысленного), способностью выдвигать гипотезы относительно явлений окружающей действительности, проверять их, обосновывать полученные выводы при опоре на естественнонаучные знания. Следует отметить, что существенных отличий в результатах по естественнонаучной грамотности с учетом половой принадлежности участников в Республике Беларусь не выявлено (разница составляет 3 балла в пользу юношей, что может рассматриваться как погрешность).

Рекомендации по повышению естественнонаучной грамотности учащихся

- Повышение уровня образовательных достижений белорусских учащихся по естественнонаучной грамотности требует внесения изменений в методику и практику преподавания физики, химии, биологии, географии в учреждениях, реализующих программы общего среднего образования.

- *Процесс разработки учебно-методического обеспечения* учебных предметов естественнонаучной направленности требует корректировки по следующим направлениям:

- изучение опыта научно-методического сопровождения по предметам естественнонаучной направленности в странах, учащиеся которых достигают более высоких результатов в международных сравнительных исследованиях;

- включение в учебные пособия содержательных элементов, стимулирующих развитие учебно-познавательной мотивации учащихся (в

частности, за счет раскрытия практической значимости изучаемого материала);

– обогащение методического сопровождения образовательного процесса за счет разработки рекомендаций по реализации компетентностного подхода в естественнонаучном образовании;

– усиление практико-ориентированного характера учебного материала за счет включения заданий разных видов, подобных тем, что предлагаются в инструментарии исследования PISA;

– разработка заданий на применение теоретических знаний на различных уровнях сложности. Например, задания с подсказками (заданным алгоритмом выполнения); задания-тренажеры (задания блочного типа по аналогии с представленными в исследовании PISA); задания-контрпримеры; задания-«ловушки», требующие понимания теоретических основ, естественнонаучных законов, осуществления на их основе грамотной аргументации и доказательства; задания-мини-проекты с аргументацией полученных результатов;

– дополнение учебных материалов заданиями полидисциплинарного характера для формирования у учащихся представления о целостности и системности естественнонаучного знания, способности к комплексному использованию положений разных наук для решения практических задач;

– разработка УМК для проведения интегрированных факультативных занятий полидисциплинарной направленности для стимулирования познавательного интереса, творческой и исследовательской активности, глубокого освоения учебного материала и понимания его значимости, развития способности применять полученные знания при решении более широкого круга проблем.

• В целях повышения качества образовательного процесса, его результативности *рекомендуется внести ряд изменений в существующую практику преподавания учебных предметов естественнонаучной направленности*. В частности, определены следующие направления коррекции:

– переориентация с учетом требований компетентностного подхода практики целеполагания, организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, контроля ее результатов на учебных занятиях по предметам естественнонаучного направления;

– реализация учителями-предметниками превентивной функции, обеспечивающей целенаправленную, организованную работу по предотвращению систематически возникающих трудностей в усвоении учащимися учебного материала;

– повышение уровня проблематизации процесса обучения за счет создания при изучении нового материала проблемных ситуаций и включение учащихся в поиск, обсуждение, выбор и обоснование решений;

– целенаправленное стимулирование учебно-познавательной мотивации на основе раскрытия и демонстрации возможностей практического использования предметных знаний и умений в повседневной жизни и отраслях современного социально-экономического и промышленного комплекса;

– усиление практико-ориентированной составляющей образовательного процесса по учебным предметам естественнонаучного направления за счет включения соответствующих дидактических и диагностических материалов, разработанных с учетом внутрипредметных и межпредметных связей;

– организация и проведение межпредметных факультативных занятий и внеклассных мероприятий (интеллектуальные турниры, конкурсы, викторины, исследовательские практикумы/лаборатории, тематические недели, конференции и т. п.) естественнонаучной направленности познавательного, исследовательского характера, предполагающих групповую проектную деятельность.

ГЛОССАРИЙ

Гносеологические (методологические) формы естественнонаучных знаний (epistemic knowledge in science) — структуры знания, предполагающие понимание учащимися сущности научных знаний и методов их получения, умение делать выводы на этой основе, объяснять разницу между гипотезой и научной теорией, наблюдением и научным фактом, логически обосновывать процесс научных исследований и их результатов.

Естественнонаучная грамотность (scientific literacy) — это способность человека ориентироваться в вопросах, связанных с естественными науками, готовность воспринимать новейшие естественнонаучные достижения и использовать их для созидательной деятельности. Естественнонаучная грамотность предполагает наличие навыков объяснять явления с научной точки зрения, применять методы естественнонаучного исследования, интерпретировать данные и наблюдения с научной точки зрения.

Интерпретация данных и доказательство с научной точки зрения (interpret data and evidence scientifically) — компетенция в структуре естественнонаучной грамотности, которая означает, что учащийся способен анализировать данные и делать на их основании выводы; применять различные формы представления научных данных; распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах; оценивать научные аргументы и доказательства.

Объяснение явлений с научной точки зрения (explain phenomena scientifically) — компетенция в структуре естественнонаучной грамотности, которая означает, что учащийся способен использовать знание основных научных идей и концепций, стандартных форм и процедур, применяемых в научных исследованиях для получения знаний (процедурные знания), понимает их роль и функции в обосновании знаний, производимых наукой (эпистемологические знания).

Применение методов естественнонаучного исследования (evaluate and design scientific enquiry) — компетенция в структуре естественнонаучной грамотности, которая означает, что учащийся способен распознавать и формулировать цель исследования, предлагать и оценивать методы научного исследования, выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки, описывать способы обеспечения надежности и достоверности научных данных.

Процедурные формы естественнонаучных знаний (procedural knowledge in science) — структуры знания, предполагающие понимание учащимися стандартных процедур, которые проводят ученые для получения надежных и достоверных данных (типы измерений, учет ошибок, понятие зависимых и независимых переменных, методы предоставления данных).

Содержательные формы естественнонаучных знаний (content knowledge in science) — структуры знания, предполагающие понимание учащимися основных фактов и теорий научного знания. Задания согласно данным формам знаний имеют отношение к физическим системам, системам живых организмов, системам Земли и Космоса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фещенко, Т. С. Естественнонаучное образование школьников : от теории к практике / Т. С. Фещенко, О. В. Рогова, О. С. Завьялова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2020. — № 9 (Ч. 2). — С. 161—168. — Режим доступа : <https://research-journal.org/pedagogy/estestvennonauchnoe-obrazovanie-shkolnikov-ot-teorii-k-praktike/>. — Дата доступа : 19.01.2021.
2. PISA : естественнонаучная грамотность (спецификация и образцы заданий). — Минск : РИКЗ, 2020. — 168 с.
3. Основные результаты международного сравнительного исследования PISA-2018. — Минск : РИКЗ, 2019. — 240 с.
4. Пентин, А. Ю. Особенности школьного естественнонаучного образования в России в ракурсе международных исследований TIMSS и PISA / А. Ю. Пентин [и др.] // Естественнонаучное образование : проблемы оценки качества : сб. ст. — М. : Изд-во Московского университета, 2018. — С. 42—60.
5. PISA-2018. Results (Volume I) : What Students Know and Can Do / OECD 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>. — Дата доступа : 18.10.2020. Об утверждении образовательных стандартов общего среднего образования [Электронный ресурс] : постановление Министерства образования Республики Беларусь, 26.12.2018, № 125 // Портал Национального института образования. — Режим доступа : <https://adu.by/images/2019/01/obr-standarty-ob-sred-obrazovaniya.pdf>. — Дата доступа : 13.11.2020.
6. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VI класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3818-biologiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
7. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики

- Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3818-biologiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
8. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2018 № 76. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3818-biologiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
9. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.07.2019 № 123. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3818-biologiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
10. Учебная программа по учебному предмету «Биология» для X класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения (базовый уровень) / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 19.06.2020 № 140. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3818-biologiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
11. Учебная программа по учебному предмету «География» для VI класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3817-geografiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
12. Учебная программа по учебному предмету «География» для VII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы

- общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3817-geografiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
13. Учебная программа по учебному предмету «География» для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2018 № 76. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3817-geografiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
14. Учебная программа по учебному предмету «География» для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.07.2019 № 123. — Режим доступа: <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3817-geografiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
15. Учебная программа по учебному предмету «География» для X класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения (базовый уровень) / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 19.06.2020 № 140. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3817-geografiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
16. Учебная программа по учебному предмету «Химия» для VII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj->

- god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3821-khimiya.html. — Дата доступа : 04.01.2021.
17. Учебная программа по учебному предмету «Химия» для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2018 № 76. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3821-khimiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
18. Учебная программа по учебному предмету «Химия» для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.07.2019 № 123. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3821-khimiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
19. Учебная программа по учебному предмету «Химия» для X класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения (базовый уровень) / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 19.06.2020 № 140. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3821-khimiya.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
20. Учебная программа по учебному предмету «Физика» для VII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 27.07.2017 № 91. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3819-fizika.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
21. Учебная программа по учебному предмету «Физика» для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования

- Республики Беларусь 27.07.2018 № 76. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3819-fizika.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
22. Учебная программа по учебному предмету «Физика» для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.07.2019 № 123. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3819-fizika.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
23. Учебная программа по учебному предмету «Физика» для X класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения (базовый уровень) / Утверждена постановлением Министерства образования Республики Беларусь 19.06.2020 № 140. — Режим доступа : <https://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2020-2021-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie-2020-2021/304-uchebnye-predmety-v-xi-klassy-2020-2021/3819-fizika.html>. — Дата доступа : 04.01.2021.
24. Образовательный центр «Сириус». — Режим доступа : <https://sochisirius.ru/obuchenie/nauka/smena45/74#safelive>. — Дата доступа : 04.01.2021.
25. Алишев, Т. Б. Опыт Сингапура: создание образовательной системы мирового уровня / Т. Б. Алишев, А. Х. Гильмутдинов // Вопросы образования, 2010. — № 4. — С. 227—246.
26. PISA: естественнонаучная грамотность. — Минск : РИКЗ, 2020. — 168 с.
27. Открытые задания PISA 2015 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : https://adu.by/images/2018/02/PISA2015_otkr_zadfniya.pdf. — Дата доступа : 04.01.2021.