

Подходы к разработке заданий по оценке естественнонаучной грамотности обучающихся

**Демидова
Марина Юрьевна**

доктор педагогических наук,
руководитель Центра педагогических измерений
ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии
по разработке КИМ для ГИА по физике,
demidova@fipi.ru

**Добротин
Дмитрий Юрьевич**

кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель комиссии по разработке КИМ
для ГИА по химии,
dobrotin@fipi.ru

**Рохлов
Валерьян Сергеевич**

кандидат педагогических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель комиссии по разработке КИМ
для ГИА по биологии,
rohlov@fipi.ru

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность, компетентностный подход, выбор конструкта, содержательные характеристики заданий, модель задания

Естественнонаучное образование готовит школьников к жизни и работе в условиях современной инновационной экономики, которая должна обеспечить реальное благосостояние населения, выход России на передовые позиции в мире в науке и технологиях. Формирование естественнонаучной грамотности заявлено как одна из приоритетных для современного этапа целей изучения предметов естественнонаучного цикла в Концепциях преподавания учебных предметов «Физика» и «Химия», которые были утверждены решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации¹.

Естественнонаучная грамотность — составная часть функциональной грамотности, именно она оценивается в международной программе по оценке образовательных достижений учащихся PISA. Как показывают результаты последнего цикла этого исследования, выполняя задания по оценке естественнонаучной грамотности, российские учащиеся демонстрируют результаты не только существенно ниже среднего международного уровня (478 баллов), но и ниже результатов по читательской и математической грамотности. Низкие результаты российских участников в международной программе PISA в части естественнонаучной грамотности объясняются

¹ Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. Утверждена Решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации, протокол от 3 декабря 2019 г. № ПК-4вн. <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/download/2676/> Дата обращения 10 июня 2020 г.

Концепция преподавания учебного предмета «Химия» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. Утверждена Решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации, протокол от 3 декабря 2019 г. № ПК-4вн.

<https://docs.edu.gov.ru/document/0b91a0fbd7deae619ad552137f44dc3d/download/2677/> Дата обращения 10 июня 2020 г.

прежде всего недостатком учебных материалов, формирующих указанные выше компетенции и базирующихся на ситуациях жизненного характера.

В этом году специалисты ФИПИ выполняют проект² по формированию банка заданий для оценки естественнонаучной грамотности обучающихся. В рамках проекта описан конструкт для 7, 8 и 9-х классов, включая перечень компетентностей, описание контекстов и описание областей содержания, на которых базируется разработка заданий для оценки естественнонаучной грамотности; разработана структура модели заданий для оценки естественнонаучной грамотности и разработана типология моделей заданий для оценки естественнонаучной грамотности обучающихся 7–9-х классов, которая базируется на анализе подходов к оценке естественнонаучной грамотности. В этой статье освещаются основные подходы, на основании которых разрабатываются задания формируемого банка.

Оценка функциональной грамотности в рамках международной программы по оценке образовательных достижений учащихся PISA базируется на компетентностном подходе, под которым понимают совокупность принципов определения целей образования, отбора содержания образования, организации образовательного процесса и оценки образовательных результатов. В Российской Федерации компетентностный подход как образовательная парадигма реализуется в системе высшего образования и постепенно завоевывает позиции в системе общего образования. Эффективность обучения при таком подходе определяется не только полнотой и систематичностью знаний, но и способностью обучающихся оперировать имеющимся запасом предметных знаний и умений в новых ситуациях, в том числе и при решении проблем, возникающих в окружающей действительности. Компетентность не противопоставляется знаниям и умениям, она включает

² Проект Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки Ф-15-кв-2020 «Развитие банка оценочных средств для проведения всероссийских проверочных работ и формирование банка заданий для оценки естественнонаучной грамотности».

их в себя, но не путём простого суммирования, а посредством свободного использования наиболее эффективного для данной конкретной ситуации набора из имеющихся в арсенале учащегося знаний-умений³.

Компетентность рассматривается как интеграция знания, трактуемого как понимание, когнитивное присвоение учебного материала; умений, фактически включающих когнитивные, коммуникативные и проектные умения; и отношений, и ценностей, возникающих как эффект формирования знаний и умений. Такое понимание компетентности было сформулировано в образовательной рамке OECD 2030 (OECD Education Framework 2030)⁴.

Под естественнонаучной грамотностью понимают «способность человека занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, его готовность интересоваться естественнонаучными идеями. Естественнонаучно грамотный человек стремится участвовать в аргументированном обсуждении проблем, имеющих отношение к естественным наукам и технологиям, что требует от него следующих компетенций: научно объяснять явления; понимать особенности естественнонаучного исследования; научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов»⁵.

На основании данного определения выстраивается модель оценки естественнонаучной грамотности. В соответствии с этой моделью разрабатываются

³ Болотов В.А., Сериков В.В. Компетентностная модель: от идеи к образовательной программе // Педагогика. — 2003. — № 10. — С. 8–14.

⁴ Зимняя И.А. Компетентность и компетентность в контексте компетентностного подхода // Учёные записки национального общества прикладной лингвистики. — 2013. — № 4 (4). — С. 16–31.

⁵ Компетентностный подход в образовательном процессе. Монография / А.Э. Федоров, С.Е. Метелев А.А. Соловьев, Е.В. Шлякова. — Омск: Изд-во ООО «Омскбланкиздат», 2012. — 210 с.

⁴ The future of education and skills Education 2030. / E2030 Position Paper (05.04.2018).pdf <https://www.oecd.org/education/2030-project> — Дата обращения 01.06.2020 г.

⁵ Краткие результаты исследования PISA. 2018. — С. 13. <http://www.centeroko.ru/public.html> — Дата обращения 02.06.2020 г.

задания по оценке указанных в определении компетенций, которые обучающийся должен проявить в контексте жизненных ситуаций, используя полученные в процессе обучения естественнонаучные знания. Аффективный компонент (отношение к науке, осведомлённость о проблемах окружающей среды, понимание ценности научного знания и т.д.) проверяется при помощи специально созданных анкет.

Следует отметить, что с начала организации исследования PISA в 2000 году прошло семь циклов, в рамках которых изучались образовательные достижения по трём видам функциональной грамотности (читательской, математической и естественнонаучной). Причём в каждом из этих циклов один из видов грамотности исследовался наиболее глубоко. Естественнонаучная грамотность играла ведущую роль в циклах 2006 и 2015 годов, именно в эти циклы при сохранении общих подходов изменялась как трактовка базового определения естественнонаучной грамотности, так и перечень проверяемых компетенций, отбор контекстов для формирования заданий, форма представления заданий.

Так, в 2000 году естественнонаучная грамотность рассматривалась достаточно узко и включала «способность учащихся применять естественнонаучные знания:

- для отбора в реальных жизненных ситуациях тех проблем, которые могут быть исследованы и решены с помощью научных методов;
- получения выводов, основанных на наблюдениях и экспериментах, необходимых для понимания окружающего мира и тех изменений, которые вносит в него деятельность человека;
- принятия соответствующих решений»⁶.

Соответственно, задания проверяли следующие группы познавательных действий: «применять естественнонаучные знания в ситуациях, близких к реальным; выявлять вопросы, на которые может ответить наука; определять элементы методов научных исследований; формулировать выводы и находить доказательства,

подтверждающие или опровергающие эти выводы; формулировать ответ в понятной для других форме (коммуникативные умения)»⁷.

В последующих циклах рамка исследования претерпела изменения, прежде всего в формулировке основных проверяемых компетенций. В результате стали выделять три проверяемые компетенции:

- 1) научное объяснение явлений;
- 2) понимание особенностей естественнонаучного исследования и интерпретация данных;
- 3) использование научных доказательств для получения выводов.

Для каждой из этих компетентностей предлагался набор познавательных действий, являющихся структурными элементами данных компетенций.

Для сохранения идеологии международного исследования PISA при формировании банка задания по оценке естественнонаучной грамотности данный перечень компетенций использован без изменений, поскольку именно компетенции являются ядром исследования, а выбор именно этих компетенций отражает глобальные тенденции развития современного школьного естественнонаучного образования.

Этот перечень компетенций должен быть единым для обучающихся 7-х, 8-х и 9-х классов, поскольку их характер предполагает формирование в процессе обучения по всем предметам естественнонаучного цикла и во всех указанных параллелях. Динамика формирования компетенций осуществляется за счёт усложнения используемого содержания, постепенного перехода от эмпирического к теоретическому подходу в обучении. Банк заданий для оценки естественнонаучной грамотности для каждого из классов (7, 8 и 9) должен включать задания на оценку всех указанных в перечне компетенций.

Предложенная в рамках исследования PISA операционализация компетентностей рассчитана на 15-летних обучающихся и фактически представляет перечень для итоговой оценки за курс основного общего образования. Для разработки заданий для 7–9-х классов операционализация

⁶ Основные результаты международного исследования образовательных достижений учащихся PISA-2000 / Центр качества образования ИОСО РАО, 2004. <http://www.centeroko.ru/public.html> — Дата обращения 02.06.2020.

⁷ Там же.

компетентностей была проведена с учётом возрастных особенностей обучающихся, и в кодификатор включён расширенный по отношению к используемому в исследовании PISA перечень познавательных действий.

Для компетенции «Научно объяснять явления» операционализация базируется на включении различных видов объяснения и различной степени самостоятельности обучающихся в выстраивании объяснений. Для компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования» познавательные действия определяются исходя из структурных элементов методов научного познания и, так же как и в первом случае, увеличением степени самостоятельности обучающихся в использовании данного приёма. Компетенция «Интерпретация данных и использование научных доказательств» представляет собой работу с научной информацией, которая может быть представлена в различной форме. Для операционализации выбран подход «временной развертки» при работе с информацией: поиск, понимание, интерпретация и преобразование, выводы и оценка.

Ниже представлен перечень компетентностей и познавательных действий для разработки заданий по оценке естественнонаучной грамотности в 7–9-х классах.

1. Научное объяснение явлений

1.1. Применить естественнонаучные знания для анализа ситуации/проблемы.

1.2. Выбрать модель, лежащую в основе объяснения.

1.3. Выбрать объяснение, наиболее полно отражающее описанные процессы.

1.4. Создать объяснение, указав несколько причинно-следственных связей.

1.5. Выбрать возможный прогноз и аргументировать выбор.

1.6. Сделать прогноз на основании предложенного объяснения процесса.

1.7. Привести примеры возможного применения естественнонаучного знания для общества.

2. Понимание особенностей естественнонаучного исследования

2.1. Различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественных наук.

2.2. Распознавать гипотезу (предположение), на проверку которой направлено данное исследование.

2.3. Оценить предложенный способ проведения исследования/план исследования.

2.4. Интерпретировать результаты исследований/находить информацию в данных, подтверждающую выводы.

2.5. Сделать выводы по предложенным результатам исследования.

2.6. Оценить способ, который используется для обеспечения надёжности данных и достоверности объяснений.

2.6. Предложить способ увеличения точности получаемых в исследовании данных.

3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов

3.1. Определять недостающую информацию для решения проблемы.

3.2. Распознавать предположения (допущения), аргументы и описания в научно-популярных текстах.

3.3. Находить необходимые данные в источниках информации, представленной в различной форме (таблицы, графики, схемы, диаграммы, карты).

3.4. Преобразовать информацию из одной формы представления данных в другую.

3.5. Интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

3.6. Оценивать достоверность научных аргументов и доказательства из различных источников.

Неизменной и важнейшей характеристикой заданий исследований PISA является использование контекста реальных жизненных ситуаций. При этом выделяются как сам контекст, так и ситуации. Первоначально в исследовании выделялись следующие ситуации: глобальная, историческая, личностная и социальная. Но впоследствии отсутствие единого классификационного признака для этого перечня привело к проблемам в подборе характеристик заданий, и в настоящее время используются только три возможные характеристики: глобальная, местная (национальная) и личностная. Любой рассматриваемый контекст относится к одной из этих ситуаций. Например, выбор продуктов для сбалансированной

диеты — к личностной ситуации, а анализ проблем изменения климата на Земле — к глобальной ситуации.

При разработке банка задания для оценки естественнонаучной грамотности целесообразно использовать данную классификацию, но с учётом возрастных особенностей обучающихся 7–8-х классов использовать больше контекстов, относящихся к личностным и местным ситуациям, а к 9-му классу — увеличить долю заданий с контекстом глобальных ситуаций.

Контексты заданий в исследовании PISA обобщаются до групп, в рамках которых можно рассматривать довольно широкий круг вопросов для создания заданий. Так, первоначально предлагались группы: «Земля и окружающая среда», «Жизнь и здоровье» и «Естествознание и техника» (2000). Затем к ним добавились блоки «Природные ресурсы» и «Источники, опасности и риски» (2006). В последнем цикле с приоритетной оценкой естественнонаучной грамотности (2015) использовались те же блоки: «Здоровье», «Природные ресурсы», «Окружающая среда», «Опасности и риски», «Новые знания в области науки и технологии».

В данном проекте были выделены контексты, доступные для обучающихся 7–9-х классов, которые имеют различный запас знаний по естественнонаучным предметам. Несмотря на то что компетентностно-ориентированные задания, как правило, содержат информацию, описывающую реальную жизненную ситуацию, для её понимания необходимо обладать определённым запасом естественнонаучных знаний и уметь пользоваться терминологией естественных наук. Всё это возможно, если контекст учитывает тематику вопросов, изучаемых по биологии, физике и химии в данном классе. Предложено использовать следующие блоки:

- «Процессы и явления в неживой природе»;
- «Процессы и явления в живой природе»;
- «Современные технологии»;
- «Техника и технологии в быту»;
- «Сохранение здоровья человека»;
- «Опасности и риски»;
- «Экологические проблемы»;

■ «Использование природных ресурсов».

В рамках данного класса каждый из указанных выше блоков детализируется. Например, для 9-го класса:

■ «Техника и технологии в быту». В том числе: ультразвук на страже чистоты, дистанционное измерение температуры, тонометр, пульсометр, пульсоксиметр, глюкометр, химия на кухне, домашняя аптечка, нитратометр, бактерицидная УФ-лампа;

■ «Сохранение здоровья человека». В том числе: климатические факторы и здоровье, вредные привычки, иммунитет и здоровье, пищевое поведение, гиподинамия, кислородная подушка, аппарат искусственной вентиляции легких, шагомер, УЗИ, флюорография, МРТ на службе здоровья человека;

■ «Опасности и риски». В том числе: ПДК веществ, землетрясение, цунами, индивидуальный дозиметр, ультрафиолетовое воздействие, радиоактивное излучение строительных материалов, рентгеновское излучение, шумовое и визуальное загрязнение.

Каждый блок контекстов может рассматриваться в одной или нескольких ситуациях: «Техника и технологии в быту» и «Сохранение здоровья человека» — в личностной ситуации, и «Опасности и риски» — в личностной и глобальной ситуациях, а остальные — в национальной и глобальной ситуациях.

Следующей характеристикой любого задания является его тематика, т.е. описание тех знаний, которые необходимы для выполнения данного задания. В первых циклах исследования PISA использовался перечень лишь тематических блоков (например: преобразование энергии, биологическое разнообразие, структура и свойства вещества). Эти тематические блоки унифицируются в процессе обсуждения экспертами различных стран и включают материал, изучаемый в естественнонаучных курсах большинства стран. В дальнейшем при расширении методологических компетенций к тематическим блокам было добавлено и знание процедур. Последнее включает как знание о методах естественнонаучного познания, так и понимание исследовательских процедур.

Что касается тематических блоков, то в рамках формирования банка заданий для 7–9-х классов более удобным будет использование привычных формулировок отечественных программ по биологии, химии и физике. Например: равномерное и неравномерное движение, электромагнитные волны, окислительно-восстановительные реакции, генетическая связь основных классов неорганических веществ, поведение и психика, развитие животного мира на Земле и т.п. Эти темы по физике, биологии и химии и включаются в описание областей содержания для каждого из 7–9-х классов. Поскольку задания, как правило, носят интегрированный характер, то для понимания их содержательной принадлежности необходимо опираться на названия нескольких тем программ данного класса по предметам естественнонаучного цикла.

Анализ открытых заданий исследования PISA показывает, что большинство заданий опирается не столько на знание содержания, сколько на знание процедур. К сожалению, отечественные программы по физике, химии и биологии не содержат части тех требований к освоению исследовательских процедур, которые необходимы для выполнения заданий международного исследования. Поэтому при формировании конструкта банка целесообразно использовать единый перечень для блока «Знание процедур», интегрировав в него методологические знания, которые включены в примерные программы по физике, химии и биологии основной школы, и те процедурные знания, которые необходимы для выполнения заданий исследования PISA, но в национальных программах отсутствуют. К таковым относятся, например, способы увеличения точности измерения, определение полноты полученных данных для формулировки выводов.

Описание областей содержания для оценки естественнонаучной грамотности содержит единый для 7–9-х классов блок «Знание процедур», в котором можно выделить две составляющие: знание о различных методах научного познания (наблюдение, измерение, опыт, моделирование, гипотеза) и приёмы проведения исследований и обработки данных (вы-

бор оборудования, способы увеличения точности измерений и т.д.).

Одной из содержательных характеристик заданий является их *уровень сложности*. В рамках оценки естественнонаучной грамотности уровень сложности заданий определяется сочетанием следующих элементов: сложностью познавательных действий, которые необходимо применить для выполнения заданий; объёмом и сложностью знаний (содержательных или методологических), привлекаемых для выполнения задания; характером контекста, используемого в задании. Для разных заданий вклад каждой из этих составляющих может быть различным. Поэтому уровень сложности задания является интегральной характеристикой и определяется сочетанием экспертной оценки и оценки результатов выполнения задания обучающимися. В рамках данного проекта будем выделять три уровня сложности, как это принято в структуре заданий международного исследования PISA⁸:

1) *низкий уровень*. Задания низкого уровня сложности рассчитаны на распознавание фактов, терминов, принципов или понятий, нахождение информации на графике, диаграмме, схеме или в таблице и т.п. и требуют, как правило, выполнения одношаговой процедуры;

2) *средний уровень*. Задания среднего уровня предполагают применение и использование знаний для описания или объяснения явлений и процессов, выбора методологических приёмов, планирование процедуры из двух и более шагов, формулирование простых выводов или интерпретацию данных, представленных в различных графических формах;

3) *высокий уровень*. Задания высокого уровня рассчитаны на интеграцию знаний из различных областей естествознания, анализ нескольких источников информации, обобщение и оценку аргументов, формулировку выводов на базе интеграции нескольких источников.

Инструментарий исследования PISA состоит не из отдельных заданий, а из блоков заданий, объединённых единым

⁸ Результаты международного исследования PISA 2015. <http://www.centeroko.ru/public.html> — Дата обращения 4.06.2020 г.

контекстом. Блок заданий включают в себя описание реальной ситуации, представленное, как правило, в проблемном ключе, и 3–5 заданий, относящихся к этой ситуации. Зачастую каждое последующее задание включает дополнительные сведения, расширяющие представление о проблемной ситуации. Разные задания блока, как правило, направлены на оценку разных компетенций.

Формат вопроса (или форма задания) описан в примере с учётом компьютерного представления заданий. В рамках последних циклов исследования PISA произошёл переход с «бумажного» предъявления заданий на компьютерную форму, что расширило возможности проверки прежде всего методологической компетенции (понимание особенностей естественнонаучного исследования). В частности, в исследовании были введены компьютерные симуляторы, позволяющие моделировать различные естественнонаучные исследования и более точно оценивать такие умения, как планирование исследования, выбор данных для подтверждения или опровержения гипотезы и т.п. Техническое задание по данному проекту не предусматривает разработки заданий в компьютерной форме, поэтому для оценки этой компетенции будут использовать «бумажные» модели заданий, проверяющие соответствующую компетенцию.

При формировании банка заданий для оценки естественнонаучной грамотности должен быть обеспечен принцип системности, т.е. совокупность заданий должна оценивать все компетентности/познавательные действия, определённые при отборе конструкта. Системность при формировании банков заданий базируется на использовании моделей заданий. На основании одной модели задания может разрабатываться группа заданий, которые имеют одинаковые содержательные характеристики, но конструируются на разном контексте и используют разные области знаний. Система моделей заданий должна обеспечивать оценку всех операционализованных групп познавательных действий для каждой из проверяемых компетентностей.

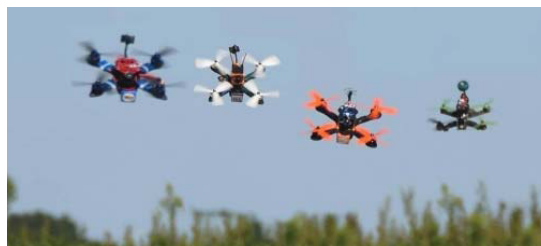
Разработана типология моделей заданий для оценки естественнонаучной

грамотности, которая опирается на перечень компетентностей и познавательных действий, определённый в конструкте. Совокупность предложенных моделей заданий обеспечивает валидность по отношению к проверяемым компетенциям. Задания для разных классов, оценивающие одно и то же познавательное действие, могут конструироваться на базе одной модели, но на разном контексте и с использованием различных содержательных элементов с учётом программ естественнонаучных предметов для 7–9-х классов.

Ниже приведено описание одной из моделей заданий (таблица), из которого понятна структура модели, а также пример задания, разработанного по данной модели (пример 1).

Пример 1

Двое друзей собираются участвовать в соревнованиях квадрокоптеров, в которых оцениваются как скорость, так и манёвренность дронов.



Ребята настроены на победу и сформулировали проблемы, которые необходимо решить до соревнований. На какие из указанных ниже вопросов ребята смогут ответить, используя естественнонаучные методы исследования? Выберите все верные ответы.

1. В какой цвет покрасить корпус квадрокоптера для того, чтобы он понравился жюри?
2. Какова должна быть ёмкость аккумуляторной батареи квадрокоптера для пролета всей дистанции гонок?
3. Можно ли увеличить размеры пропеллеров, если изменить мощность электродвигателя?
4. Могут ли школьники участвовать в гонках Всероссийской лиги дрон-рейсинга?
5. Можно ли использовать видеоаппаратуру, дающую задержку изображения до 20 миллисекунд, если предполагается разогнать квадрокоптер до 100 км/ч?

Таблица 1

Пример описания модели заданий

Характеристики модели	Описание характеристик
<i>Содержательные характеристики</i>	
Проверяемая компетентность	Понимание особенностей естественнонаучного исследования
Проверяемое познавательное действие	Различать вопросы, которые возможно исследовать методами естественных наук
Контекст — описание ситуации	Техника и технологии в быту, сохранение здоровья человека
Контекст — «локализация» ситуации	Личностная
Области содержания — знание содержательных элементов	Принципы действия технических устройств. Вопросы анатомии
Области содержания — знание процедур	Методы научного познания. Гипотеза
Форма представления информации в тексте задания	Текст, фото
Уровень сложности задания	Средний уровень
Форма задания	Множественный выбор
<i>Требования к тексту задания</i>	
Описание содержания текста задания	Предлагается ситуация, в которой существует выбор для проведения как различных естественнонаучных исследований, так и проблем, которые можно решить другими методами (ссылка на законы, правила, особенности взаимодействия с другими людьми и т.д.)
Описание вопроса задания (действий обучающегося по выполнению задания)	Необходимо выбрать все вопросы, которые могут быть исследованы при помощи естественнонаучных методов
Описание способа конструирования дистракторов для заданий с закрытым ответом	Предлагается три верных ответа, которые представляют собой гипотезы естественнонаучных исследований. Два дистрактора содержат вопросы, относящиеся к социальному взаимодействию или области гуманитарных наук
<i>Требования к системе оценивания задания</i>	
Способ проверки задания	Сверка с эталоном
Максимальный балл	2 балла
Описание полного верного ответа	3 верных элемента ответа
Описание подходов к формированию критериев оценивания	2 балла — выбраны все три верных элемента ответа; 1 балл — выбраны только два верных элемента ответа и другие элементы не выбраны. 0 баллов — другие ответы или ответ отсутствуют

Приведём примеры заданий, разработанных по одной модели, но на разном контексте и содержании разных предметов (примеры 2 и 3).

Задания, разработанные по этой модели, проверяют умение создавать объяснение, указав несколько причинно-следственных связей, и относятся к области

Пример 2

Пырей ползучий

Фермер засеял поле ценными кормовыми злаками на корм крупному рогатому скоту. Но поле оказалось засорено пыреем ползучим. Это сорное многолетнее травянистое растение, обладающее невероятной живучестью и плодовитостью. Ветвящееся корневище пырея залегает на глубине 15 см достигая в длину 15 м, причём концы ветвей загибаются кверху и выходят на поверхность, давая начало новым побегам. Корневая система пшеницы, одной из важнейших зерновых культур, может уходить в глубину до 2 м, а в ширь до 25 см.



Фермер решил скашивать поле несколько раз за сезон для того, чтобы остановить распространение пырея ползучего.

1. В чём заключается преимущество пырея перед пшеницей.
2. Почему многократное скашивание травы за сезон не сможет полностью предотвратить распространение пырея ползучего.

Возможный ответ:

1. Пырей поглощает из земли гораздо больше воды, чем пшеница, поскольку обладает длинным горизонтальным корневищем, которое располагается на небольшой глубине.
2. Скашивание не поможет, поскольку пырей легко переходит на размножение с помощью корневища.

Пример 3

Неопытная хозяйка

В силу достаточной химической активности железа на Земле встречается в виде соединений. При наличии кислорода, воды и достаточного времени любая масса железа в конечном итоге полностью преобразуется в ржавчину и разрушается (корродирует). На земном шаре ежегодно «болеет» ржавчиной такое количество железа, которое равняется четверти его годовой добычи. Ржавчина состоит из гидратированного оксида железа(III) $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ или гидроксид железа $Fe(OH)_3$.



Молодая хозяйка повесила сушить бельё на железную проволоку, натянутую вместо бельёвого шнура между стойками.

Когда бельё высохло, хозяйка с ужасом обнаружила на чистом бельё жёлто-коричневые полосы.

Почему это произошло?

Как хозяйке избавиться от этих пятен?



Возможный ответ:

1. Постырянное бельё влажное и висит на воздухе, содержащем кислород, что приводит к ржавлению проволоки; ржавчина, состоящая из крупинок, отпечатывается на бельё.
2. Так как ржавчина — это оксид и/или гидроксид железа (III), который обладает амфотерными свойствами, то растворить их можно добавлением кислоты.

компетенции «Научное объяснение явлений». Эти задания относятся к среднему уровню, могут разрабатываться на контекстах из блоков «Процессы и явления в природе», «Современные технологии», «Опасности и риски» для 7, 8 и 9-х классов и базироваться на содержании программ соответствующих классов (хотя большинство информации для их выполнения приводится в контексте). В тексте заданий описывается практико-ориентированная ситуация и два или более свойств объекта/процесса, который используется для построения объяснения. Сведения для объяснения должны содержаться в разных частях текста. Предлагаются два вопроса, каждый из которых затрагивает одно из свойств объекта. Обучающийся должен выстроить причинно-следственные связи на основании описанных в тексте свойств объекта и анализа ситуации. Полный верный ответ представляет собой два утверждения, содержащие ответы вопросы и указание на необходимую причинно-следственную связь, на которой базируется объяснение.

Хочется обратить внимание на отдельные модели заданий, аналоги которых в отечественной методике не встречаются.

Ниже приведён пример задания, направленного на проверку умения «Приводить примеры возможного применения естественнонаучного знания для общества». Эти задания с развёрнутым ответом относятся к низкому уровню, строятся на блоках контекстов «Современные технологии, техника и технологии в быту» и «Использование природных ресурсов». При этом используется внепрограммный материал (например, выдержки из новостных СМИ из раздела новостей науки), но объяснение базируется на программном материале. В тексте предлагается описание изобретения или какого-либо открытия в естественнонаучной области, объясняются принцип действия или закономерности, лежащие в основе изобретения или основные характеристики открытия. Учащимся необходимо привести не менее трёх примеров возможного применения изобретения или естественнонаучного знания (пример 4).

Пример 4

Плащ-невидимка

Учёные изобрели плащ-невидимку, используя известное природное явление — мираж. Мираж в природе появляется при резких скачках температуры и изменении плотности воздуха над поверхностью Земли. Лучи света преломляются и попадают на сетчатку глаза, не отражаясь при этом от поверхности. Поэтому если в пустыне у человека перед глазами возникает образ озера, то это часто оказывается лишь отражением голубого неба, которое отразилось от горячей прослойки воздуха у раскалённого песка.



Новый материал, созданный на базе графена, обладает свойствами, сходными с раскалённым песком в пустыне. Пуская по листу из графена электрический ток, можно добиться его быстрого нагрева до очень высоких температур. Отдавая тепло окружающей среде, лист из графена заставляет лучи света отклоняться, что и приводит к эффекту невидимости.

Приведите три примера возможного использования нового материала-невидимки.

Другим примером могут стать задания, разработанные по моделям для оценки умения «Оценивать способ, которые используются для обеспечения надёжности данных и достоверности объяснений» блока компетенции «Понимание особенностей естественнонаучного исследования». В одной серии заданий используется описание, в котором предлагается несколько способов проведения исследования. Способы отличаются надёжностью и достоверностью получаемых данных. Учащимся необходимо выбрать способ, который обеспечивает наиболее надёжные данные, и аргументировать свой выбор (пример 5).

Пример 5**Миграция рыб**

Многие виды рыб совершают регулярные миграции, которые обычно связаны с добычей пищи или размножением. Выяснение закономерностей миграций промысловых рыб очень важно для организации промысла.



Одним из способов изучения миграций служит мечение рыб, позволяющее учёным в процессе наблюдения установить пути, скорости движения рыб, скорость роста и т.д. Индивидуальные метки прикрепляют к жаберным крышкам, основанию спинного или хвостового плавников. Метки изготавливают из нержавеющей стали, они могут быть в форме пластинки, диска, гидростатического цилиндрика и т.д., на которые нанесены номера и другие исходные данные.

Большую помощь в изучении оказывают суда промыслового флота, которые перемещаются вместе с мигрирующими косяками, тем самым фиксируя пути миграции. Часто обращаются к рыбакам-любителям, которых просят сообщать о месте вылова меченых рыб.

Какой из описанных в тексте способов даёт наиболее надёжные данные о путях миграции рыб? Ответ поясните.

Другая серия заданий строится на понимании точности прямых измерений. Здесь предлагается способ измерения при помощи прибора, имеющего заданные погрешности измерений. Необходимо оценить возможность получения требуемой точности (пример 6).

Важной частью компетенции «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» является умение *оценивать достоверность научных аргументов и доказательств из различных источников*. В моделях заданий для проверки этого умения предлагается

Пример 6

В таблице приведены данные по жирности молока, которое дают коровы разных пород.

Жирность молока определяют с помощью цифрового лактометра, который настроен на измерение жирности в процентах. Абсолютная погрешность измерения лактометром составляет $\pm 0,08\%$.

Можно ли помощью данного прибора однозначно различить молоко коров Холмогорской породы от молока коров Ярославской породы? Ответ поясните.

Название породы КРС	Средний уровень жирности, %
Айрширская	3,3–3,6
Голштинская	3,5–3,8
Джерсейская	4,5–6,0
Красная датская	3,5–4,5
Красная степная	3,2–3,8
Холмогорская	3,6–3,9
Чёрно-пёстрая	3,6–3,9
Ярославская	4,0–6,0
Бестужевская	3,5–4,0
Костромская	3,3–4,2
Симментальская	3,8–5,5
Сычёвская	3,2–3,4
Швицкая	3,7–3,9

Пример 7

В 1999 году одна из радиостанций сообщила о тяжёлой экологической обстановке в г. Тольятти, вызванной работой объединения «Куйбышевазот». В частности, сообщалось о повышенном содержании в воздухе оксидов азота. Механизм воздействия оксидов азота на организм человека журналисты объяснили так: «Окислы азота, смешиваясь с водяной пылью, образуют азотную кислоту, которая, попадая при дыхании в организм, смешивается с соляной кислотой, содержащейся в желудочном соке, образуя гремучую смесь, которая называется «царской водкой».

Оцените достоверность информации, содержащейся в этом сообщении.



Царская водка



Смесь концентрированных азотной HNO_3 и соляной HCl кислот, взятых в соотношении 1:3 по объёму.

- Химическая формула: Смесь HNO_3 , HCl и H_2O
- Состояние: жидкость жёлто-оранжевого цвета с сильным запахом хлора и диоксида азота
- Температура плавления: $-42\text{ }^\circ\text{C}$
- Температура кипения: $108\text{ }^\circ\text{C}$

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/203>

фрагмент текста из средств массовой информации, описывающий жизненную ситуацию и содержащий недостоверную информацию (как правило, неверная интерпретация журналистами исходных данных). Учащемуся требуется определить степень достоверности информации, содержащейся в сообщении СМИ. Если объяснение ситуации базируется на понятиях или закономерностях, выходящих за рамки программ, то предлагается справочная информация из научного источника (словарь, справочник).

Задание из примера 7 построено на контексте, относящемся к блоку «Экологические проблемы», и является заданием высокого уровня сложности.

В ответе должна быть локализована недостоверная информация (в данном случае информация об образовании в желудке царской водки является недостоверным) и приведено объяснение, опровергающее информацию в СМИ. В данном случае: содержание соляной кислоты в желудочном соке составляет доли процента; обра-

зующаяся в воздухе азотная кислота также не является концентрированной, поэтому образование царской водки в желудке абсолютно невозможно.

Банк заданий по оценке естественнонаучной грамотности для 7–9-х классов, разработанный с учётом описанных выше подходов, может быть использован учителями биологии, физики, химии и географии для проведения формирующего оценивания, администрацией образовательных организаций и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими управление и переданные полномочия в сфере образования, для проведения диагностических работ и мониторинговых исследований уровня сформированности компетенций, относящихся к естественнонаучной грамотности, а также других мероприятий, направленных на повышение результатов российских участников в международной программе по оценке образовательных достижений учащихся PISA.