

# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

**Асанова Л.И.**

*Центр онлайн-обучения ООО «Фоксфорд»*

Проблема повышения качества естественнонаучного образования российских школьников очевидна для педагогического сообщества. Об этом свидетельствуют результаты не только российских, но и международных исследований качества образования, наиболее авторитетным из которых является мониторинговое исследование PISA (Programme for International Student Assessment). В исследовании PISA оцениваются образовательные достижения 15-летних учащихся по трём основным направлениям функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной.

Согласно материалам PISA, естественнонаучно грамотный человек умеет научно объяснять явления, понимать особенности естественнонаучного исследования, интерпретировать данные и использовать научные доказательства для понимания окружающего мира и объяснения тех изменений, которые вносит в него человек [1]. Результаты российских школьников по естественнонаучной грамотности неутешительны, и положительной динамики в её формировании пока не наблюдается [2].

Причины низких результатов эксперты связывают с тем, что традиции отечественного школьного естественнонаучного образования в основном направлены на формирование основ наук, а в исследо-

вании PISA оцениваются не предметные знания и умения, а способность использовать их в различных жизненных ситуациях, что отражает современные тенденции в оценке образовательных достижений. Однако этой стороне обучения в российской школе уделяется недостаточно внимания. Российские учащиеся успешно выполняют задания на воспроизведение знаний в простых учебных ситуациях, но затрудняются применить их в ситуациях незнакомых, близких к реальной жизни. Широта восприятия задач, творческий подход к их решению, обращение к здравому смыслу, «прикладной» характер мышления – это то, что в типичной российской школе развивается не слишком успешно.

Необходимость решения проблемы повышения качества российского образования отражена в требованиях, изложенных в майском (2018 г.) указе Президента Российской Федерации, согласно которому к 2024 г. Россия должна войти в число 10 стран мира по качеству школьного образования [3].

Сегодня уже существует достаточное количество учебных материалов, направленных на формирование, развитие и оценку естественнонаучной грамотности. Они размещены на интернет-сайтах [4–6], содержатся в различных пособиях и сборниках [7–9]. Несмотря на это часто приходится слышать от учителей, что им предлагается (инициатива исходит от вышестоящих инстанций) разработать задания, контрольные работы, оценочные материалы в формате международных исследований качества образования. Как же приступить к их созданию? На что следует обратить внимание? А главное – стоит ли вообще учителям, и без того замученным бесконечными отчётами, планами, рабочими программами, электронными дневниками и пр., браться за разработку таких заданий?

Сразу предупредим, что составление заданий в формате международных исследований качества образования – задача очень непростая, чрезвычайно трудоёмкая, предполагающая наличие у учителя как широкого научного и общекультурного кругозора, так методических компетенций.

Совершенно очевидно, что нельзя давать рекомендации по конструированию чего-либо – будь то любой прибор, оборудование, технологический процесс или, как в нашем случае, задания в формате международных исследований качества образования, не познакомившись с их назначением и особенностями. Характеристика заданий, направленных на формирование/оценку естественнонаучной грамотности подробно описана в работах [1, 2, 10, 11].

Прежде всего следует учесть, что задания, направленные на формирование/оценку естественнонаучной грамотности, отличаются от типичных учебных заданий по отдельным школьным предметам – физике, химии, биологии, географии, астрономии и др. Это комплексные и структурированные сюжетные задания, объединённые в тематические блоки и построенные на описании какой-либо реальной жизненной ситуации, процесса или явления. Блок заданий содержит несколько вопросов-заданий, имеющих отношение к описанному сюжету.

Итак, сначала надо выбрать сюжет, то есть содержание, на материале которого будет конструироваться комплексное задание. При выборе сюжета следует учитывать соответствующие образовательные программы, возрастные особенности учащихся и их интересы, в том числе выходящие за рамки учебных дисциплин.

Содержательные области заданий формально могут соотноситься с учебными дисциплинами: «Физические системы» – это преимущественно материал физики и химии, «Живые системы» – биологии, «Науки о Земле и Вселенной» – географии, геологии, астрономии. Однако приветствуются задания, которые имеют межпредметный характер и интегрируют естественнонаучные (и не только!) знания учащихся.

Далее следует продумать контекст, в который помещается содержание. Контекст позволяет учащимся применить имеющиеся у них знания в реальной ситуации, отличной от учебной, и убедиться в их необходимости. Контекстами могут быть: здоровье; природные ресурсы; окружающая среда; опасности и риски; связь науки и технологий.

В рамках этих контекстов можно предложить примерную (далеко не полную) тематику заданий для формирования/оценки естественно-научной грамотности:

- здоровье, здоровый образ жизни, рациональное питание;
- загрязнение воздуха, водоёмов, почвы;
- защита окружающей среды;
- природные ресурсы и их рациональное использование;
- энергетика и возобновляемые (альтернативные) виды энергии;
- взаимосвязь физических, химических и биологических систем и процессов;
- новые промышленные технологии, научные достижения, открытия и др.

Необходимо также предусмотреть уровень, на котором может рассматриваться каждая из ситуаций. Выделяют три таких уровня: личностный, то есть затрагивающий интересы и проблемы самих учащихся, их семьи, друзей; местный/национальный, то есть связанный с определённой территорией, учитывающий в том числе региональные проблемы; глобальный, то есть описывающий явления и процессы, происходящие во всём мире.

Основу для заданий по естественнонаучной грамотности могут составлять *два типа научного знания* – содержательное и процедурное. *Содержательное знание* – это знание научного содержания, относящегося к принятым в международных исследованиях качества образования предметным областям («Физические системы», «Живые системы» и «Науки о Земле и Вселенной»). *Процедурное знание* имеет отношение к знанию разнообразных методов и стандартных исследовательских процедур, используемых в научных исследованиях. Отметим, что задания на материале процедурного знания вызывают затруднения у российских школьников, следовательно, им необходимо уделить особое внимание. Такие задания можно построить на основе описания экспериментальных исследовательских работ, новых научных данных, содержащихся в научных или научно-популярных статьях и даже в диссертациях. При этом следует избегать лженаучной ин-

формации, которая в избыточном количестве содержится в СМИ. Используемые материалы должны быть абсолютно достоверными и, конечно, их необходимо адаптировать, что иногда может представлять задачу не из лёгких. Однако возникает вопрос: а можно ли при разработке заданий использовать информацию, извлечённую с сомнительных сайтов, содержащую неточности, ошибки и просто откровенные глупости? Можно, но в этом случае задания должны быть сформулированы, условно говоря, в формате «найди и исправь ошибки».

Приступая к составлению вопросов-заданий к описанной ситуации, необходимо учесть *компетенции*, характеризующие естественнонаучную грамотность, на формирование/оценку которых они направлены. Компетенции представляют собой набор конкретных умений, формируемых/проверяемых заданием. Выделяют три основных вида компетенций: научное объяснение явлений, понимание особенностей естественнонаучного исследования, интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов. В свою очередь в каждом виде компетенций можно выделить более узкие умения, на формирование/оценку которых направлен каждый вопрос-задание. Кратко рассмотрим эти компетенции и приведём описание заданий, направленных на их формирование/оценку.

Компетенция *«научное объяснение явлений»*. В задании может быть описана либо стандартная или нестандартная ситуация, для объяснения которой следует применить соответствующие предметные знания. Возможны также задания, в которых на основе понимания причин явления или процесса школьникам предлагается предсказать и обосновать развитие событий, применить научные законы для объяснения принципа действия какого-либо прибора, технического устройства, технологии и др.

Компетенция *«понимание особенностей естественнонаучного исследования»*. В заданиях такого типа обычно даётся описание какого-либо научного исследования, а школьникам предлагается сформулировать его цель, объяснить, зачем в ходе исследования применяются, например, контрольная группа, контрольный образец и др. В зада-

нии также может быть описано какое-либо явление, а учащемуся необходимо выдвинуть гипотезы, позволяющие объяснить это явление или предложить способы их проверки.

Компетенция *«интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»*. Задания должны содержать информацию в форме таблиц, графиков, схем, рисунков, а учащемуся при их выполнении необходимо преобразовать одну форму представления данных в другую (например, табличную в графическую), проанализировать эти данные и сформулировать соответствующие выводы. Задание можно также построить на основе научного или научно-популярного текста, сообщений СМИ и предложить учащемуся оценить с научной точки зрения их корректность и достоверность.

К каждому сюжету следует составить *минимум три задания*, которые могут быть разнообразными по форме: с выбором одного или нескольких правильных ответов, на соответствие двух множеств, с кратким ответом, с развёрнутым ответом. Каждое задание должно сопровождаться *критериями оценивания* их выполнения. При этом для оценки заданий с выбором ответа и с кратким ответом рекомендуется применять дихотомическую шкалу оценивания, то есть: «1» – верный ответ, «0» – неверный ответ. Задания с развёрнутым ответом оцениваются следующим образом: верный ответ, частично верный ответ, неверный ответ.

При разработке заданий следует определить их *познавательные уровни* (уровни сложности), которые определяются сочетанием познавательных действий, необходимых ученику для выполнения задания. *Низкий уровень* предполагает выполнение простой одношаговой процедуры (например, распознать факты, термины, понятия, найти в таблице или на графике единственную точку, содержащую необходимую информацию, и пр.). При выполнении заданий *среднего уровня* сложности ученику необходимо совершить несколько шагов, применить знания для описания или объяснения явлений, интерпретировать или использовать наборы данных в виде таблиц или графиков, выбрать соответствующие процедуры. Задания *высокого уровня* сложности

предусматривают анализ, обобщение, обоснование сложной информации, формулирование выводов на основе нескольких источников информации.

Завершая работу над заданиями, следует составить *характеристику* каждого из них, которая может включать:

- содержательную и компетентностную области оценки;
- контекст, в который помещено содержание задания;
- уровень сложности задания;
- формат ответа на задание;
- объект проверки (умения, на формирование/ оценку которых направлено задание);
- тип научного знания, на материале которого составлено задание;
- систему оценивания задания.

Для удобства характеристика каждого задания может быть оформлена в виде таблицы.

Важно также продумать *название* комплексного задания. Оно должно быть ёмким, интересным и по возможности проблемным – таким, чтобы привлечь внимание учащихся и заинтересовать их. Это ещё одна особенность комплексных заданий и их отличие от заданий типичных, учебных.

Нельзя не отметить, что последние международные исследования качества образования проводятся на компьютерной основе, в том числе с использованием интерактивных заданий, а это ещё более усложняет процесс их разработки.

Как применять разработанные задания? Задания могут быть использованы как с формирующей, так и с диагностической целью – учителю следует только правильно организовать учебный процесс. С формирующей целью отдельные задания можно применять при изучении предметов естественнонаучного цикла на разных этапах урока, а также во внеурочное время. При этом допускается как индивидуальное, так и групповое выполнение заданий. Такая организация учебной деятельности позволит ученикам вести активное обсуждение самих

заданий и результатов их выполнения, в том числе совместно с учителем. С диагностической целью сюжетные блоки заданий могут использоваться самостоятельно или являться частью контрольных работ. В этом случае предполагается индивидуальная работа учащихся, а результаты выполнения заданий позволят оценить сформированность определённых знаний, умений, компетенций в соответствии с предложенными критериями [11].

Приведём пример комплексного задания в формате международных исследований качества образования. При его разработке использовались материалы реальных научных исследований [12–14] о свойствах и применении различных адсорбентов, позволяющих очищать воду от различных загрязнителей. Дадим также характеристики каждого вопроса-задания.

### **Зачем нужны адсорбенты?**

Известно, что древесный уголь обладает способностью поглощать газы и многие растворённые вещества. Это явление называется *адсорбцией*, а твёрдые вещества, способные концентрировать на своей поверхности различные молекулы, – *адсорбентами*.

Адсорбционная способность древесного угля обусловлена его пористой структурой и, следовательно, большой площадью поверхности. Если поры древесного угля очистить горячим водяным паром, то можно получить так называемый активированный уголь, который обладает ещё более высокой адсорбционной способностью по сравнению с обычным древесным углем. Активированный уголь используется в защитных масках и противогазах, для очистки воды и воздуха, в медицине при отравлениях.

Помимо активированного угля прекрасными адсорбционными свойствами обладают и многие другие твёрдые вещества, имеющие высокую пористость. С помощью адсорбентов очищают газы и растворы от нежелательных примесей или загрязнений, сточные воды, нефтепродукты, осветляют и обесцвечивают растворы в производстве сахара, глюкозы, фармацевтических препаратов и др.

Адсорбция – это поглощение молекул химических веществ поверхностью твёрдых тел. Известны также многие материалы, которые способны поглощать примеси всем своим объёмом. Такой процесс называется *абсорбцией*, а материалы *абсорбентами*. Общее название



явления поглощения – *сорбция*, а поглощающих материалов – *сорбенты*.

### Задание 1

Поступающая в квартиры из кранов вода часто подвергается дополнительной очистке с помощью бытовых фильтров. Популярны фильтры, которые работают на активированном угле. Активированный уголь получают из различных углеродсодержащих материалов органического происхождения: древесного и каменного угля, вишнёвых косточек, скорлупы кокосовых орехов и др. Активированный уголь эффективно удаляет из водопроводной воды хлор, примеси органических соединений, микроорганизмы, запахи.

К важнейшим характеристикам активированного угля относятся размер его гранул, прочность при истирании (количество не разрушенного угля в %), объём и размер пор, адсорбционная активность.

Адсорбционную активность можно измерять по способности поглощать иод из его разбавленного раствора (*адсорбционная активность по иоду*), а также по способности поглощать краситель метиленовой голубой (*адсорбция по метиленовому голубому*).

*Адсорбционная активность по иоду* показывает, какую часть иода в % способен поглотить уголь из разбавленного раствора иода. *Адсорбция по метиленовому голубому* показывает, какую массу красителя метиленового голубого может поглотить 1 г активированного угля из водного раствора. По величине этих показателей можно получить представление об адсорбционных свойствах образца активированного угля.

В таблице представлена сравнительная характеристика образцов активированных углей, полученных из различного сырья и используемых для изготовления бытовых фильтров для очистки водопроводной воды [12].

Сырьё для производства активированного угля	Прочность на истирание, %	Адсорбционная активность по иоду, %	Адсорбция метиленового голубого, мг/г
Древесина берёзы	65	60	210
Скорлупа кокосового ореха	98	87	250
Каменный уголь	87	70	190
Бурый уголь	70	60	95

Фильтру с каким образцом активированного угля вы отдали бы предпочтение, основываясь на данных таблицы? Мотивируйте свой выбор.

### Задание 2

Для доочистки водопроводной воды используют твёрдые адсорбенты, которые могут быть гранулированными или волокнистыми.

Учёные разработали новые углеродные волокнистые материалы в качестве адсорбентов для доочистки водопроводной воды от органических загрязнителей и исследовали их эффективность. В процессе исследования они определяли степень поглощения опасного для здоровья человека органического вещества толуола из воды фильтрами, изготовленными из этих материалов. Фильтрованию подвергали воду, содержащую толуол в различной концентрации.

В чём состояла цель проведённого учёными эксперимента?

### Задание 3

В процессе исследования возможности использования новых углеродных волокнистых материалов в качестве адсорбентов для доочистки водопроводной воды от органических загрязнителей учёные определяли степень поглощения толуола  $C_6H_5CH_3$  фильтрами, изготовленными из этих материалов (фильтр 1 и фильтр 2).

Результаты эксперимента представлены на диаграмме [13].



На основании данных, представленных на диаграмме, оцените возможность использования исследуемых углеродных волокнистых материалов для очистки воды от толуола  $C_6H_5CH_3$ , исходная концентрация которого в ней составляет 0,40 ммоль/л. Учтите, что

*предельно допустимая концентрация толуола в воде составляет 0,5 мг/л.*

#### **Задание 4**

Нефть и нефтепродукты практически не растворимы в воде и, попадая в воду, они образуют маслянистую плёнку, которая препятствует поступлению кислорода в воду и тем самым оказывает вредное воздействие на живые организмы и пагубно влияет на все звенья биологической цепи.

В случае разливов нефти или нефтепродуктов на поверхности акваторий загрязнения должны быть ликвидированы в кратчайшие сроки. Для ликвидации нефтяной плёнки применяют различные способы: механические, физико-химические и биологические. Физико-химический способ основан на использовании сорбентов – порошков, впитывающих нефть и тем самым очищающих поверхность воды. Сорбент рассыпают на загрязнённую поверхность, а затем его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку. Переработка зачастую позволяет выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент может быть использован вновь.

Важнейшее свойство сорбента – его сорбционная ёмкость, определяемая массой вещества, которую сорбент способен поглотить на единицу своей массы. Другой эксплуатационной характеристикой сорбентов является их регенерируемость, то есть способность сохранять сорбционную способность после неоднократного использования.

Сорбенты для очистки воды от нефти и нефтепродуктов изготавливают из различных материалов: сухих древесных опилок, рисовой и гречишной шелухи, пористых полимерных материалов и др.

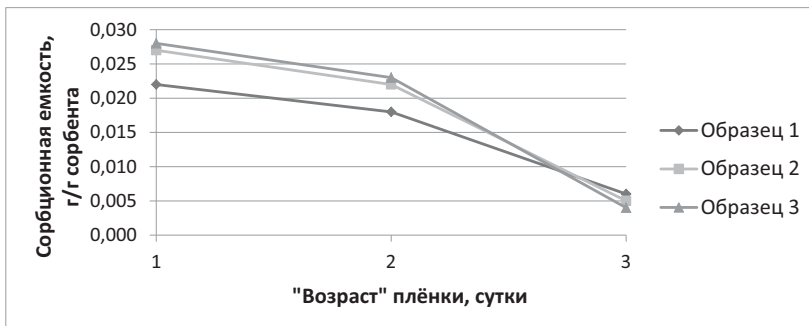
В таблице представлены данные о сорбционной ёмкости образцов некоторых сорбентов для очистки воды от нефти и нефтепродуктов на основе синтетических каучуков в зависимости от числа циклов использования [14].

Цикл использования	Сорбционная ёмкость, г нефти / г сорбента		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	0,450	0,490	0,421
2	0,444	0,406	0,383
3	0,444	0,370	0,251
4	0,350	0,341	0,110

Основываясь на данных, приведённых в таблице, охарактеризуйте и сравните регенерирующую способность образцов сорбентов в зависимости от числа циклов их использования.

### Задание 5

На графике представлена зависимость сорбционной ёмкости трёх образцов сорбентов от времени начала удаления нефтяной плёнки («возраста» плёнки) с поверхности воды [14].



Используя данные графика, объясните, почему с помощью исследуемых сорбентов нефтяные плёнки с поверхности воды следует удалять как можно быстрее.

### Характеристики заданий

Задание 1	
Содержательная область оценки	Физические системы
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Местный/национальный, здоровье
Уровень сложности	Высокий
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Тип знания	Содержательное

Система оценивания	
Балл	Содержание критерия
2	Говорится, что следует отдать предпочтение образцу, полученному из скорлупы кокосового ореха, так как его прочность на истирание и адсорбционная способность наилучшие среди представленных образцов активированного угля
1	Дан частично полный ответ: указан образец, но отсутствует мотивация его выбора
0	Другие ответы

Задание 2	
Содержательная область оценки	Физические системы
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного явления
Контекст	Местный/национальный, здоровье
Уровень сложности	Средний
Формат ответа	Сложный множественный выбор
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе
Тип знания	Содержательное
Система оценивания	
Балл	Содержание критерия
1	В ответе указана цель проведённого эксперимента: сравнить эффективность фильтров на основе различных сорбентов для доочистки водопроводной воды от толуола различной исходной концентрации
0	Другие ответы

Задание 3	
Содержательная область оценки	Физические системы
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, научное объяснение явлений
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий
Уровень сложности	Высокий
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Тип знания	Содержательное

Система оценивания	
Балл	Содержание критерия
2	<p>Проведены вычисления и сделан аргументированный вывод: Исходная концентрация толуола равна <math>0,4 \text{ ммоль/л} \cdot 92 \text{ мг/ммоль} = 0,368 \text{ мг/л}</math>.</p> <p>Степень очистки обоими фильтрами при этой исходной концентрации составляет примерно 95 %, значит, остаточная концентрация будет равна <math>0,368 \text{ мг/л} \cdot 0,05 = 0,0184 \text{ мг/л} &lt; 0,5 \text{ мг/л}</math>, т. е. меньше значения предельно допустимой концентрации толуола в воде. Следовательно, использовать исследуемые волокнистые материалы для очистки воды от толуола можно</p>
1	<p>Дан частично полный ответ: в расчётах допущена математическая ошибка, которая не повлияла на правильность вывода о возможности использования исследуемых волокнистых материалов для очистки воды от толуола</p>
0	Другие ответы

Задание 4	
Содержательная область оценки	Физические системы
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов, научное объяснение явлений
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда
Уровень сложности	Средний
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Тип знания	Содержательное
Система оценивания	
Балл	Содержание критерия
1	<p>Дана характеристика и проведено сравнение регенерирующей способности образцов всех трёх сорбентов. Говорится, что сорбционная ёмкость образцов сорбентов 1 и 2 после четырёх циклов использования снизилась незначительно, а образца 3 уменьшилась практически в 4 раза. Таким образом, образцы 1 и 2 хорошо сохраняют регенерирующую способность после четырёх циклов использования, а образец 3 теряет её в значительной степени</p>
0	Другие ответы

<b>Задание 5</b>	
Содержательная область оценки	Физические системы
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда
Уровень сложности	Средний
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Тип знания	Содержательное
Система оценивания	
Балл	Содержание критерия
1	Говорится, что чем «старше» по возрасту нефтяная плёнка, тем хуже она удаляется с поверхности воды с помощью представленных образцов сорбентов
0	Другие ответы

Вернёмся к вопросу, заданному в начале статьи: а надо ли заниматься разработкой заданий учителю? Ответ, как нам кажется, очевиден: задача учителя заключается в том, чтобы подобрать готовые задания и грамотно использовать их в учебном процессе. Причём речь идёт не только о заданиях в формате международных исследований качества образования, но и о заданиях разного типа и назначения в целом. А конструировать задания должны специалисты. Тем не менее, возможно, что у кого-то из учителей возникнет желание или потребность в разработке подобных комплексных заданий (например, для участия в конкурсе, выступления на педсовете, проведения открытого урока и т. д.) и они смогут успешно справиться с этой непростой задачей, учитывая дидактические особенности заданий, специфику региона, образовательного учреждения, профиля обучения старшеклассников.

За рамками тематики настоящей статьи остался вопрос, который, по нашему мнению, нельзя обойти вниманием, говоря о заданиях в формате международных исследований качества образования. Этот вопрос касается традиционных заданий, то есть с чисто предметным

(физическим, химическим, биологическим и др.) содержанием. Можно ли полностью отказаться от них? Конечно же, задания с предметным содержанием не следует отрицать, так как они формируют системные научные знания и умения, на базе которых будут развиваться и совершенствоваться компетенции, необходимые для решения разнообразных проблем, в том числе выходящих за пределы учебных ситуаций. Комплексные задания в формате международных исследований качества образования – не альтернатива и не панацея, а расширение спектра учебных заданий, интересное и необходимое дополнение к ним. К тому же, они полностью соответствуют требованиям ФГОС. В этом можно убедиться, сравнив образовательные результаты, сформулированные во ФГОС основного общего образования [15], и компетенции, которые составляют естественнонаучную грамотность в контексте международных исследований качества образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Об исследовании PISA // Федеральный институт оценки качества образования. – URL: <https://fiooco.ru/ru/osoko/msi/pisa>
2. Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественнонаучной грамотности // Центр оценки качества образования. – URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_sl.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html)
3. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Открытый банк заданий для оценки естественнонаучной грамотности (VII–IX классы). – URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>
5. Естественнонаучная грамотность // Сетевой комплекс информационного взаимодействия субъектов Российской Федерации в проекте «Мониторинг формирования функциональной грамотности учащихся». – URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnayagramotnost>
6. Примеры заданий по естествознанию / сост.: Г.С. Ковалева, Н.Г. Кошеленко; Международная оценка образовательных достижений учащихся (PISA). – Москва: Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2007. – URL: [http://www.ivege.ru/uploads/files/ocenka/pisa/PISA2006\\_ExampleUnitsScience.pdf](http://www.ivege.ru/uploads/files/ocenka/pisa/PISA2006_ExampleUnitsScience.pdf)
7. Пентин А.Ю., Никишова Е.А., Никифоров Г.Г. Естественнонаучная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 1. – М.: Просвещение, 2021.



8. Ковалева Г.С., Пентин А.Ю., Заграничная Н.А. и др. Естественная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 2. – М.: Просвещение, 2021.

9. Асанова Л.И., Барсуков И.Е. и др. Естественная грамотность: пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников. – М.: Академия Минпросвещения России, 2021. – 84 с.

10. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1. №4 (61). – С. 80–97.

11. Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Никишова Е.А. Формы использования заданий по оцениванию и формированию естественнонаучной грамотности в учебном процессе // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1. №4 (61). – С. 177–195.

12. Активированные угли для очистки воды // Aquaboss: системы водоочистки и водоподготовки, фильтры для воды. – <https://aquaboss.ru/poleznye-stati/aktivirovannye-ugli.html>

13. Калинин В.О., Дмитриева А.Д., Евдокимов А.Л., Моргун Н.П. Использование волокнистых сорбентов для очистки водных растворов // Молодой учёный. – 2017. №2.1 (136.1) С. 1–14. – URL: <https://moluch.ru/archive/136/39052>

14. Магеррамов А.А., Азизов А.А., Алошманов Р.М. и др. Использование полимеров в качестве сорбентов // Молодой учёный. 2015. №4 (84). – С. 38–42. – URL: <https://moluch.ru/archive/84/15500>

15. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2021 г. №287 (Зарегистрирован в Минюсте 5 июля 2021 г., регистрационный № 64101).