





Министерство просвещения Российской Федерации

Академия Минпросвещения России

# ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ

*Пособие по развитию функциональной грамотности  
старшеклассников*

Москва  
2021

УДК 373.5  
ББК 74.26  
А90

**Авторы:**

*к.п.н., доцент Л. И. Асанова, к.э.н. И. Е. Барсуков,  
Л. Г. Кудрова, А. А. Бурдакова, И. В. Шибанова*

**Рецензенты:**

*д.х.н., проф. Г. В. Лисичкин, к.п.н. Е. А. Шабалина, к.х.н. М. В. Шепелев, Е. С. Костылева*

**Художник-дизайнер:**

*С. В. Гриншпун*

**Асанова, Л. И.**

**А90** Естественная грамотность : пособие по развитию функциональной грамотности старшекласников / [Л. И. Асанова, И. Е. Барсуков, Л. Г. Кудрова и др.]. – Москва : Академия Минпросвещения России, 2021. – 84 с.

ISBN 978-5-8429-1395-4.

Пособие содержит комплект заданий для формирования и оценки естественнонаучной грамотности учащихся основной школы, составленных в контексте международных исследований качества образования. Все задания в учебно-дидактическом пособии сопровождаются методическими комментариями и содержат предполагаемые ответы и критерии оценивания.

В пособие включены также методические рекомендации для учителей по конструированию учебных заданий практико-ориентированного характера, которые могут быть использованы как в целях формирования естественнонаучной грамотности школьников, так и для её оценки.

Пособие предназначено для учителей естественнонаучных дисциплин, работающих с обучающимися на уроках и во внеурочное время, оно также будет полезно студентам и преподавателям естественнонаучных специальностей педвузов, слушателям курсов повышения квалификации учителей. Пособие также может быть использовано школьниками, интересующимися естественнонаучными проблемами.

УДК 373.5  
ББК 74.26

---

Естественнонаучная грамотность

Пособие по развитию функциональной грамотности  
старшекласников



Подписано в печать 30.11.2021. Формат 60×90 1/8.  
Бумага офсетная № 1. Печ. л. 10,5. Тираж 3500 экз. Заказ №

Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука») 121099, Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-8429-1395-4

© Академия Минпросвещения России, 2021

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Российская Федерация с 1990-х годов принимает активное участие в международных исследованиях качества образования. Среди них наиболее авторитетным является исследование PISA (Programme for International Student Assessment), которое проводится один раз в три года по инициативе Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Это крупнейшая международная программа оценки образовательных результатов школьников. Ключевой вопрос исследования – обладают ли 15-летние учащиеся, получившие общее обязательное образование, знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в обществе<sup>1</sup>.

Исследование PISA оказывает серьёзное воздействие на образование во всех странах, участвующих в этой программе, в том числе в России. Россия принимает участие в этом исследовании с 2000 года, т. е. с самого первого года его проведения. Участие российских школьников в исследовании позволяет получить информацию о состоянии образовательной системы в нашей стране в сравнении с другими странами мира и на основе полученных результатов сделать выводы о направлении развития образования.

В исследовании PISA оценка навыков учащихся проводится по трём основным направлениям функциональной грамотности: читательской, математической и естественнонаучной грамотности. В исследование также включаются инновационные области оценивания, а именно: «решение проблем» (в 2015 году), «глобальные компетенции» (в 2018 году), «креативное мышление» (планируется в 2022 году). Кроме того, некоторые страны, в том числе Россия, принимают участие в оценивании финансовой грамотности школьников.

Естественнонаучная грамотность наряду с читательской и математической грамотностью – одно из ведущих направлений исследования PISA. Какими умениями должен обладать человек, владеющий естественнонаучной грамотностью? 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<sup>2</sup>.

В 2000 году, когда исследование PISA стартовало, в нём приняли участие 32 страны мира. Уровень естественнонаучной грамотности российских учащихся оказался низким: 26–29-е места. В 2018 году в исследовании участвовали школьники из 79 стран. Результаты российских школьников по естественнонаучной грамотности вновь неутешительны: Россия заняла 30–36-е места, практически не изменив позиции в рейтинге стран-участниц. Таким образом, положительной динамики в формировании естественнонаучной грамотности российских школьников пока не наблюдается.

Причины таких обидных результатов эксперты связывают с тем, что традиции отечественного школьного естественнонаучного образования в основном направлены на формирование академического знания, а в исследовании 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. Наши школьники испытывают затруднения при выполнении заданий, в которых необходимо использовать информацию, представленную в таблицах, диаграммах, схемах или рисунках, анализировать или сравнивать результаты естественнонаучных исследований, обосновывать свою точку зрения, используя научную аргументацию, требуется дать ответ в свободной форме. Российские учащиеся успешно выполняют задания на воспроизведение знаний в простых учебных ситуациях, но затрудняются применить их в незнакомых ситуациях, 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.

Таким образом, сегодня в России существует проблема повышения качества естественнонаучного образования, приступить к решению которой следует, начиная уже с начальной школы.

Актуальность решения этой проблемы связана также с необходимостью выполнения требований, изложенных в указах<sup>3</sup> Президента Российской Федерации, согласно которым к 2024 году Россия должна войти в число 10 стран мира по качеству школьного образования.

Содержание предлагаемого вниманию читателей пособия учитывает сложившуюся в российском естественнонаучном образовании ситуацию и построено в соответствии с принципами, которые декларирует международное исследование качества образования PISA. В пособие включены разнообразные по форме задания, в том числе со свободным ответом. *Содержательную основу заданий составляет научное знание из трёх областей: «Физические системы» (материал физики и химии), «Живые системы» (материал биологии), «Науки о Земле и Вселенной» (материал географии, геологии, астрономии).* Кроме того, задания могут также включать *процедурное* знание, которое в равной мере относится ко всем естественнонаучным предметам и учитывает их специфику. Под процедурным знанием подразумеваются знание методов научного познания и умение использовать их для решения естественнонаучных проблем.

Задания объединены в тематические блоки (сюжеты) и разработаны на материале разных предметов естественнонаучного цикла, многие из них имеют междисциплинарный характер. Они основаны на реальных жизненных ситуациях, проблемах, процессах или явлениях, которые помещены в определенный *контекст* (здоровье, природные ресурсы, окружающая среда, опасности и риски, связь науки и технологий). Для успешного выполнения заданий школьники должны обладать необходимыми *умениями (компетенциями)* и способностью применять естественнонаучные знания в незнакомой, но вполне реальной ситуации.

Задания направлены на формирование *компетенций*, характеризующих естественнонаучную грамотность. К ним относятся следующие компетенции:

- 1) научно объяснять явления;
- 2) понимать особенности естественнонаучного исследования;
- 3) научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов.

Каждая из трёх компетенций включает в себя набор конкретных умений, на формирование которых может быть направлен вопрос задания.

Задания содержат как текстовую информацию, так и информацию в виде таблиц, диаграмм,

графиков, рисунков, схем. В них могут быть описаны экспериментальные исследовательские работы, представлены научные данные, которые необходимо проанализировать и осмыслить. Некоторые задания содержат избыточную информацию и «лишние данные» или, наоборот, требуют привлечения дополнительной информации. При выполнении отдельных заданий следует провести оценочные расчёты и прикидки. По форме ответа в пособии представлены задания с кратким ответом (с выбором одного или нескольких ответов, на установление соответствия элементов двух множеств) и с развёрнутым ответом.

При разработке заданий учитывалась специфика получения естественнонаучного знания, поэтому многие из них были составлены на основе описания экспериментальных исследовательских работ и включали новые научные данные, содержащиеся в научных или научно-популярных статьях.

Все задания сопровождаются методическими комментариями и характеризуются с точки зрения содержательной основы, контекста, в который помещено их содержание, умений, необходимых для их выполнения, а также познавательного уровня, который определяется в зависимости от сочетания познавательных действий, необходимых учащемуся для выполнения задания. *Низкий уровень* предполагает выполнение учащимися 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. *Высокий уровень* задания требует анализа сложной информации, умения обобщать и обосновывать её, формулировать выводы, предлагать план решения проблемы.

Ко всем заданиям даны предполагаемые ответы и критерии оценивания.

Представленные в пособии задания могут быть использованы как с формирующей, так и с диагностической целью. В первом случае отдельные задания могут применяться при изучении предметов естественнонаучного цикла на разных этапах урока, а также во внеурочное время. При этом допускается каждое задание выполнять как индивидуально, так и группой учащихся



(2-4 человека). Такая организация учебной деятельности позволит ученикам вести активное обсуждение самих заданий и результатов их выполнения, в том числе совместно с учителем.

С целью диагностики сюжетные блоки заданий могут использоваться самостоятельно или являться частью контрольных работ. В этом случае предполагается индивидуальная самостоятельная работа учащихся, а результаты выполнения заданий позволят оценить сформированность определённых знаний, умений, компетенций в соответствии с предложенными критериями.

В пособие включены также методические рекомендации для учителей по разработке учебных заданий практико-ориентированного характера, которые могут быть использованы как с целью формирования естественнонаучной грамотности школьников, так и с целью её оценки.

Отметим также, что включение подобных заданий в учебный процесс при изучении естественнонаучных дисциплин не исключает применения заданий традиционных, с чисто предметным (физическим, химическим, биологическим и др.) содержанием, а лишь расширяет их спектр, позволяет формировать компетенции в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта.

Пособие предназначено для учителей естественнонаучных дисциплин, работающих с учащимися 8–11-х классов на уроках и во внеурочное время. Оно будет полезно студентам и преподавателям естественнонаучных специальностей педвузов, слушателям курсов повышения квалификации учителей. Пособие также может быть использовано школьниками, интересующимися естественнонаучными проблемами.

Версия приложения для тиражирования, групповой и индивидуальной работы обучающихся доступна по ссылке.



<https://apkpro.ru/functionalskills>

# Кейс 1.

## КАК СДЕЛАТЬ ВОДУ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ПИТЬЯ?

Основной источник чистой воды – реки, озера и подземные воды. Однако вода природных источников, как правило, не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям к питьевой воде. Поэтому перед тем как попасть в водопроводный кран, вода требует специальной **очистки и обеззараживания**. В некоторых случаях к воде необходимо добавлять какие-либо вещества для корректировки состава солей в ней, т. е. **кондиционировать**.

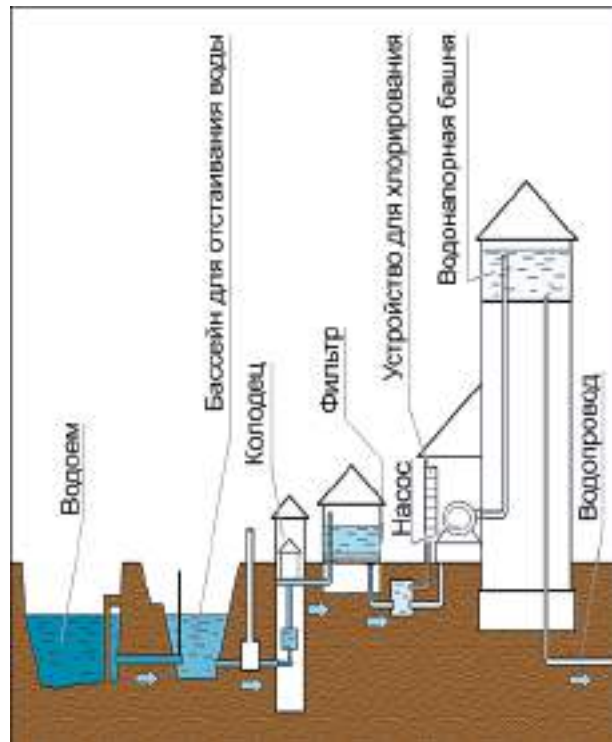
Процессы очистки, обеззараживания и кондиционирования в совокупности называют **водоподготовкой**.

### Задание 1

В процессе очистки воды при подготовке её для питьевого водоснабжения необходимо снизить концентрации содержащихся в ней примесей до безопасного для человека уровня, т. е. до уровня санитарно-гигиенических требований. При этом полное освобождение питьевой воды от имеющихся примесей не предусматривается.

Основные способы очистки воды поверхностного источника – осветление, обесцвечивание и обеззараживание. Для *осветления* воды необходимо удалить из неё взвешенные вещества, для *обесцвечивания* – устранить окрашенные растворённые вещества природного происхождения, придающих воде цветность. При *обеззараживании* воды происходит уничтожение содержащихся в ней микроорганизмов.

Способы улучшения качества воды и состав водоочистных сооружений питьевого водопровода зависят от вида источника, а также от состава и свойств воды. Принципиальная схема водоподготовки показана на рисунке.



Опишите процесс водоподготовки. Для этого дополните предложения, выбрав назначение основных этапов подготовки воды из представленного списка.

- Отстаивание воды в основном используется для \_\_\_\_\_ .
  - Фильтрация необходима для \_\_\_\_\_ .
  - В результате хлорирования происходит \_\_\_\_\_ .
- 1) отделение мелких частиц;
  - 2) отделение наиболее крупных загрязнителей;
  - 3) обеззараживание воды;
  - 4) обогащение воды кислородом.



## Задание 2

В процессе водоподготовки часто применяют озон. Его получают из кислорода воздуха в специальных установках – озонаторах. В озонаторах под действием электрического тока высокого напряжения происходит реакция превращения кислорода  $O_2$  в озон  $O_3$ :  $3O_2 = 2O_3$ .

*На каком этапе подготовки воды используется озон? Объясните, какое свойство озона обуславливает его применение в процессе водоподготовки.*

---



---



---

## Задание 3

Очистка воды при её подготовке для питьевого водоснабжения подразумевает снижение концентрации содержащихся в ней примесей до безопасного для человека уровня, при этом полное освобождение питьевой воды от имеющихся растворённых солей не предусматривается.

*Предложите эксперимент, позволяющий в домашних условиях доказать наличие растворённых солей в водопроводной воде.*

---



---



---

## Задание 4

Вода в естественных источниках содержит разное количество фтора: в одних из них уровень содержания фтора находится в пределах нормы, в других – не достигает оптимального значения или, наоборот, очень высок. Недостаток фтора в питьевой воде вызывает кариес зубов, а его избыток влияет на развитие флюороза – заболевания, одним из признаков которого является пятнистость эмали зубов.

Всемирная организация здравоохранения рекомендовала считать верхней границей концентрацию фтора в воде 1,0 мг/л, а нижней – 0,5 мг/л<sup>4</sup>. В реках и озёрах фтора, как правило, мало – менее 0,5 мг/л, вода же из подземных источников, особенно в вулканических и горных районах, может содержать до 50 мг/л фтора.

На карте 1 выделены географические области, в которых грунтовые воды содержат более 1,5 мг/л фтора.



Карта 1



Карта 2

*На карте 2 выберите место (А, Б, В, Г), в котором **не следует** фторировать питьевую воду.*

---

## Задание 5

Недостаток фтора в питьевой воде вызывает кариес зубов, а его избыток влияет на развитие флюороза – заболевания, одним из признаков которого является пятнистость эмали зубов. В случае недостаточного количества фтора в воде в питьевую воду добавляют фторсодержащее вещество, например фторид натрия. Если же естественное содержание фтора в воде слишком велико, его приходится понижать до допустимого предела. С этой целью воду можно, например, обработать гашёной известью – гидроксидом кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

*С учетом того, что в большей части питьевой воды фтор содержится в виде фторид-иона  $\text{F}^-$ , выскажите предположение, почему для снижения содержания фтора в воде можно обработать гашёной известью? Аргументируйте своё предположение, составив соответствующее уравнение реакции.*

---



---

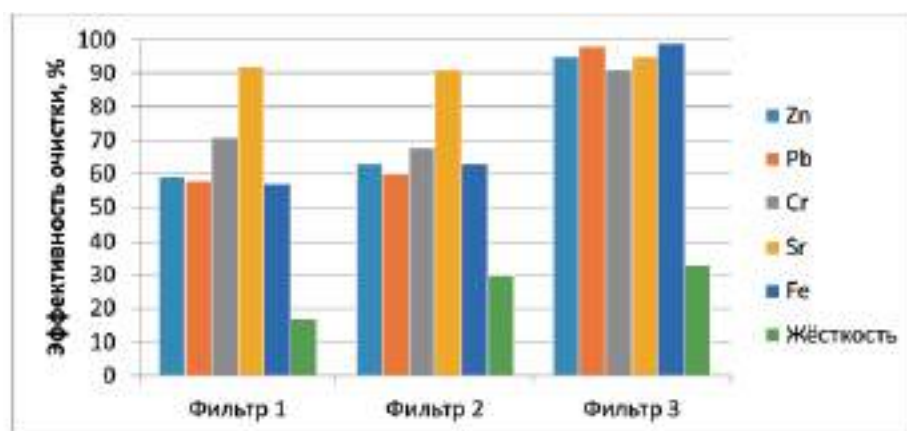


---

## Задание 6

Водопроводную воду в большинстве случаев вполне эффективно освобождают от вредных примесей на водозаборных станциях. Однако по пути до водопроводного крана в квартире вода может вновь загрязниться в изношенных трубопроводах, в том числе солями тяжёлых металлов, опасных для здоровья. Поэтому зачастую водопроводная вода нуждается в дополнительной очистке. Для этого применяются бытовые фильтры.

Учёные изучили возможность очистки питьевой воды от тяжёлых металлов и от солей жёсткости с помощью бытовых фильтров трёх типов. Результаты исследований представлены на диаграмме.



*Какому фильтру вы бы отдали предпочтение, основываясь на данных, представленных на диаграмме? Аргументируйте свой ответ.*

---



---



---

## Задание 7

Органическое вещество фенол и продукты его взаимодействия с хлором, который применяется в целях обеззараживания воды, относятся к наиболее часто встречаемым техногенным загрязнителям воды. Эти соединения способствуют развитию злокачественных опухолей, поэтому требуется как можно более полное их удаление из питьевой воды.

Учёные провели исследования качества очистки воды от фенола с помощью так называемого проточного фильтра. При использовании проточных фильтров для дополнительной очистки

водопроводной воды важно учитывать скорость фильтрования, которая определяется количеством воды, прошедшей через фильтр в единицу времени через единицу поверхности.

В процессе исследования воду с одинаковой начальной концентрацией фенола пропускали с разной скоростью при температуре 20 °С через проточный фильтр и определяли остаточную концентрацию фенола.

*Опишите проведённые учёными исследования. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.*

Учёные исследовали зависимость \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

- 1) начальная концентрация фенола в воде;
- 2) остаточная концентрация фенола в воде;
- 3) температура воды;
- 4) скорость фильтрации воды;
- 5) содержание тяжёлых металлов в воде.

## Задание 8

В процессе исследования качества очистки воды от фенола с помощью проточного фильтра учёные получили результаты, которые отражены на графике.

*Используя данные, представленные на графике, объясните, почему при использовании проточного фильтра не следует превышать скорость фильтрования воды, указанную производителем фильтра.*

---



---



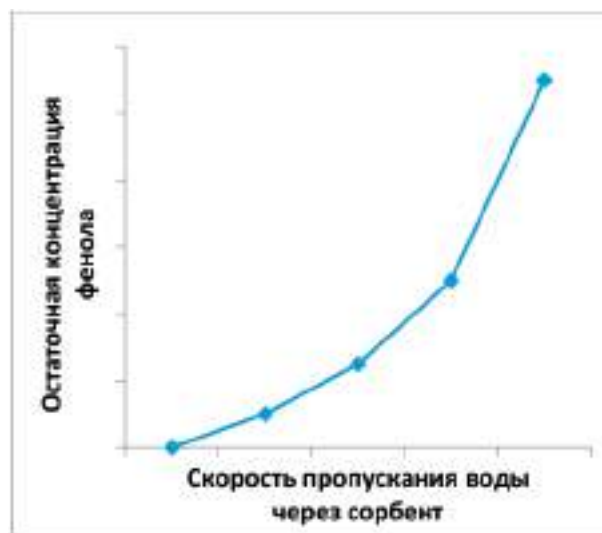
---



---



---



## Задание 9

По данным Всемирной организации здравоохранения, до 80% всех заболеваний в мире связано с употреблением в пищу воды неудовлетворительного качества. Дополнительную роль играют и нарушения санитарно-гигиенических требований при организации водоснабжения. Вода, поступающая в водопроводный кран, должна соответствовать принятым бактериологическим показателям. Санитарным показателем качества воды является *коли-индекс* – количество кишечных палочек, которые содержатся в 1 л воды. Для водопроводной воды *коли-индекс* не должен превышать 3. Это значит, что в 1 л воды допускается не более трёх кишечных палочек. Больше их количество указывает на возможность попадания в воду болезнетворных микробов, которые вызывают кишечные инфекционные заболевания.

*Укажите, какие заболевания могут быть вызваны употреблением загрязнённой воды с нарушенным бактериологическим составом:*

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1) радикулит;   | 5) гипертония;    |
| 2) диабет;      | 6) лишай;         |
| 3) гепатит;     | 7) дизентерия;    |
| 4) брюшной тиф; | 8) ветряная оспа. |

---



---

Комплексное задание «Как сделать воду пригодной для питья» включает в себя 9 разнообразных по форме заданий, направленных на формирование естественнонаучной грамотности школьников. При выполнении задания учащиеся могут проявить способность применять естественнонаучные знания для объяснения наблюдаемых явлений и процессов, продемонстрировать умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы. В целом это комплексное задание показывает, как наука и технологии помогают решать проблемы, связанные с подготовкой качественной питьевой воды, безопасной для здоровья человека.

Задания 1 и 2 относятся к компетентностной области «научное объяснение явлений». При выполнении этих заданий школьники развивают умение применять имеющиеся у них знания, в частности знания о способах разделения и очистки веществ применительно к процессам водоподготовки воды. Задание 1 может быть использовано при изучении темы «Способы разделения смесей» в курсе химии в 8 классе, а задание 2 – при изучении темы «Аллотропные видоизменения кислорода» в курсе химии в 9 классе.

В задании 3 учащиеся должны описать простой эксперимент, который можно выполнить в домашних условиях, для доказательства наличия в водопроводной воде растворённых солей. Это задание опирается на имеющиеся у школьников знания о способах разделения однородных смесей и направлено на формирование умения предлагать способы научного исследования изучаемых вопросов.

Задание 4 относится к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» и имеет междисциплинарный характер. Задание направлено на формирование умения анализировать и интерпретировать информацию и делать соответствующие выводы. В этом задании требуется сопоставить две карты: на карте 1 выделены географические области с повышенным содержанием фтора в воде, что вызывает у человека заболевание, называемое флюорозом, а на карте 2 указаны четыре места, из которых надо выбрать то, в котором не следует фторировать воду. Это достаточно простое задание с низким уровнем сложности.

В задании 5, которое продолжает тему влияния недостатка или избытка фтора, содержащегося в питьевой воде, на состояние зубной эмали

человека, школьникам предлагается высказать предположение о том, почему добавление извести к воде с повышенным содержанием фтора позволяет снизить его уровень. Это задание относится к компетентностной области «научное объяснение явлений». Его выполнение формирует умение применять соответствующие естественнонаучные знания (в данном случае – знания о реакциях ионного обмена) для объяснения явлений и процессов. Задания 4 и 5 могут быть использованы при изучении темы «Галогены» в курсе химии в 9 классе и темы «Зубы и уход за ними» в курсе биологии в 9 классе. Задание 5 будет также интересно школьникам при изучении темы «Реакции ионного обмена» в курсе химии в 9 классе.

Задание 6 относится к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» и направлено на формирование умения анализировать, интерпретировать данные, представленные в графической форме, и делать на основе этого анализа выводы. Учащимся необходимо проанализировать диаграмму, на которой показана степень очистки водопроводной воды от солей тяжёлых металлов, опасных для здоровья, с помощью трёх бытовых фильтров и выбрать наиболее эффективный из них. Это задание с развёрнутым ответом, которое предполагает обязательную аргументацию выбора. Как и любое задание с развёрнутым ответом, оно формирует также метапредметное умение использовать адекватные речевые средства для выражения мыслей, в том числе в письменной форме.

При выполнении задания 7 учащиеся должны продемонстрировать понимание особенностей естественнонаучного исследования, в частности исследования эффективности очистки воды с помощью проточного фильтра от органического загрязнителя – фенола, вызывающего опасные заболевания. Задание относится к процедурному типу знания и направлено на формирование умения распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной проблеме.

Задание 8 с развёрнутым ответом продолжает тему очистки воды от фенола с помощью проточного фильтра и относится к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Задание направлено на формирование умения анализировать и интерпретировать информацию и делать соответствующие выводы. В данном задании следует, используя пред-

ставленную на графике информацию, обосновать, почему не рекомендуется превышать скорость фильтрования воды, указанную производителем фильтра.

Задание 9 связано с проблемой употребления в пищу воды, неудовлетворительной в бактериологическом отношении, и в связи с этим с возникновением инфекционных заболеваний, которые следует отличать от болезней, вызываемых другими причинами. Задание относится к

компетенции «научное объяснение явлений» и направлено на формирование умения применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения фактов, явлений и процессов.

Таким образом, комплексное задание «Как сделать воду пригодной для питья?» в целом имеет междисциплинарный характер и может быть использовано при изучении различных тем школьного курса химии и биологии.

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Сложный множественный выбор	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 2, 1, 3: Отстаивание воды в основном используется для <i>отделения наиболее крупных загрязнителей</i> (2). Фильтрование необходимо для <i>отделения мелких частиц</i> (1). В результате хлорирования происходит <i>обеззараживание воды</i> (3). Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Говорится, что озон используется на этапе обеззараживания воды. Указано, что применение озона основано на его сильных окислительных свойствах – озон уничтожает микрофлору, способен разрушать многие органические вещества, обесцвечивает воду, устраняет её привкус и посторонний запах
	<b>1</b>	Дан частичный неполный ответ: указано, что озон используется на этапе обеззараживания воды, но не указано, на каких свойствах основано его применение
	<b>0</b>	Другие ответы



**Задание 3**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Предлагать способ научного исследования данного вопроса	
Тип знания	Содержательное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что можно выпарить водопроводную воду. На дне выпарительной чашки останется твёрдый налёт – соли, которые содержались в воде
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 4**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Низкий, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано место Б
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 5**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Говорится, что гашёная известь при растворении в воде образует ионы кальция $\text{Ca}^{2+}$ , которые взаимодействуют с фторид-ионами $\text{F}^-$ с образованием нерастворимого фторида кальция, выпадающего в осадок: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2\downarrow$ Этот процесс приводит к удалению фторид-ионов из воды, т. е. к снижению фтора в воде
	<b>1</b>	Дан частично верный ответ: указана причина уменьшения содержания фтора в воде, но не составлено уравнение реакции
	<b>0</b>	Другие ответы



## Задание 6

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Личный	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что следует отдать предпочтение фильтру 3. Указана аргументация выбора: по сравнению с фильтрами 1 и 2 фильтр 3 обеспечивает наиболее полную очистку от солей тяжёлых металлов и солей жёсткости
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 7

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного явления	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Сложный множественный выбор	
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 2, 4: Учёные исследовали зависимость <i>остаточной концентрации фенола в воде</i> (2) от <i>скорости фильтрации воды</i> (4)
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 8

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Дан верный аргументированный ответ. Говорится, что согласно графику при увеличении скорости пропускания воды через сорбент остаточная концентрация фенола увеличивается, т. е. происходит ухудшение качества очистки воды. Поэтому превышение скорости фильтрации воды, указанной производителем фильтра, не позволит получить воду требуемой степени очистки
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 9**

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Глобальный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Выбраны ответы 3, 4, 7. Другие не выбраны
	<b>1</b>	Выбраны два правильных ответа. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

# Кейс 2.

## ГОРНЫЕ ПОРОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

...Из вас воздвигали мы храмы,  
Из вас мы слагали дворцы и жилища...  
Валерий Брюсов

Природные каменные материалы с древнейших времен являются наиболее простыми и доступными строительными материалами. Все древние постройки – храмы, дворцы, крепости, мосты – возводились из природного камня. В Египте, Мексике, Турции, Греции, Италии, Китае, Камбодже, Индии сохранилось много выдающихся памятников каменного зодчества, являющихся архитектурными шедеврами древних цивилизаций, существовавших на Земле.

Каменные природные материалы очень прочны, долговечны, огнестойки. Их получают из различных горных пород, образовавшихся в земной коре в результате определенных геологических процессов. По происхождению горные породы подразделяются на магматические, осадочные и метаморфические.

*Магматические горные породы* сформировались при остывании магмы, находящейся в земной коре и в верхней мантии. Наиболее известный природный камень магматического происхождения – гранит. Он является одной из самых твердых, плотных и прочных пород. К легким магматическим породам относятся пемза и туф. Пемза – пористое вулканическое стекло, образуется в результате выделения вулканических газов при быстром застывании лавы. Туф – пористая каменная порода, которая образовалась из вулканического пепла, вулканических бомб и других обломков, выброшенных во время извержения вулкана, уплотнившихся и скрепленных между собой. Интересно, что из вулканического туфа сделано подавляющее большинство статуй на острове Пасхи.

*Осадочные породы* образовались в результате отложения продуктов выветривания и разрушения различных горных пород и продуктов жизнедеятельности растительных и животных организмов, населявших огромные водные бассейны. В осадочных горных породах встречаются остатки вымерших организмов, по которым можно проследить историю развития различных территорий Земли. Самые известные осадочные горные породы – известняки и песчаники. Известняк – осадочная горная порода органического происхождения, состоящая в основном из карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$ . Основу песчаников составляют зерна кварцевого песка –  $\text{SiO}_2$ .

*Метаморфические горные породы* образовались в результате воздействия на магматические и осадочные горные породы высокой температуры, давления, газовых и водных растворов различного состава. Среди метаморфических горных пород наиболее распространены мрамор, кварцит, сланцы.



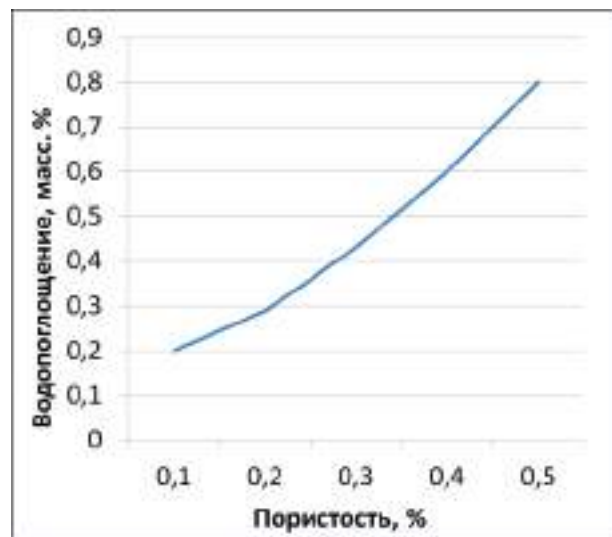
**Мрамор** представляет собой перекристаллизованный известняк, состоящий в основном из кальция  $\text{CaCO}_3$ . Мрамор содержит довольно большое количество примесей других минералов, часто имеет в составе окаменевшие остатки растений и организмов. Ещё в древней Греции и Риме мрамор ценили за красоту и природный блеск и активно применяли в строительстве и архитектуре.

**Кварцит** – крепкая и твёрдая горная порода серого или красноватого оттенка, состоящая в основном из кварца  $\text{SiO}_2$ . Кварцит использовался при строительстве некоторых уникальных известных сооружений, например храма Спаса на Крови в Санкт-Петербурге.

**Сланцы** – разнообразные горные породы, характерной особенностью которых является слоистое расположение минералов, входящих в их состав. Сланец отличается повышенной прочностью, широкой цветовой палитрой и является одним из наиболее популярных материалов для декоративной отделки стен, а также для изготовления верхнего слоя кровли.

## Задание 1

К важнейшим физико-механическим свойствам камня относятся пористость, водопоглощение, морозостойкость. **Пористость** – степень заполнения объема камня порами, определяется как процентное соотношение объёма пор ко всему объёму камня. **Водопоглощение** – способность камня впитывать и удерживать в порах воду. Водопоглощение численно выражается в процентах как отношение массы воды, поглощенной образцом при полном насыщении, к массе сухого образца. **Морозостойкость** камня характеризует его способность противостоять в насыщенном водой состоянии многократному попеременному замораживанию и оттаиванию без видимых признаков разрушения и без значительного снижения прочности.



Сланец отличается водонепроницаемостью и морозостойкостью. Уже не одну сотню лет этот строительный камень применяется в качестве кровельного и отделочного материала в странах Западной Европы. Природным сланцем покрыты Букингемский дворец, Лувр, резиденция канцлера Германии, Эдинбургский дворец.

На графике представлена зависимость водопоглощения различных образцов сланца от их пористости.

*Какой вывод можно сделать на основании данных, представленных на графике?*

1. Чем выше пористость сланца, тем меньше его плотность.
2. Водопоглощение камней всегда соответствует их пористости.
3. Водопоглощение испытываемых образцов сланцев возрастает с увеличением их пористости.
4. Морозостойкость камней тесно связана с их водопоглощением.

## Задание 2

Водопоглощение определяет возможность использования природных камней для различных целей. Камни, которые практически не впитывают воду, применяются в качестве щебня в высокопрочных бетонах, для дорожных покрытий, облицовки зданий, кладки фундаментов. Камни, легко впитывающие воду, могут использоваться для получения бетонов средних марок, некоторых видов дорожных покрытий.

На диаграмме представлено водопоглощение различных образцов (А, Б, В, Г, Д и Е) природных камней.

Вам необходимо выбрать два образца природных камней для облицовки здания. На основании данных, представленных на диаграмме, определите, какие образцы лучше всего подойдут для этой цели. Аргументируйте свой выбор.

---



---



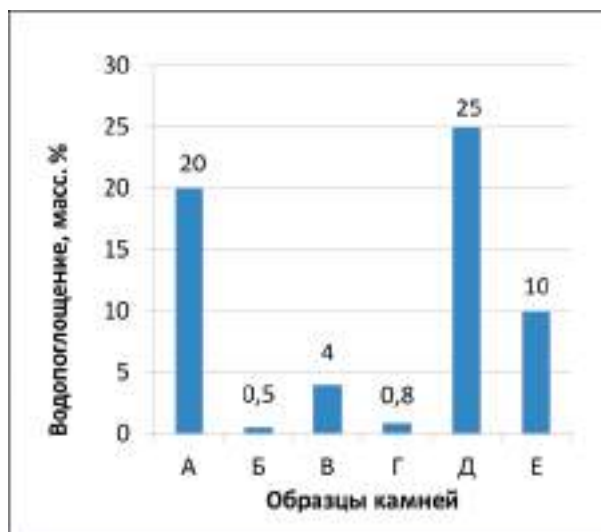
---



---



---



### Задание 3

Мрамор отличается разнообразием цветов и узоров, высокой декоративностью, хорошо поддаётся обработке. Мрамор неслучайно получил своё название: в переводе с древнегреческого слово «мрамор» (μάρμαρος) означает «блестящий камень». Мрамор широко используется при оформлении станций метро. На фотографии<sup>5</sup> представлен фрагмент мраморной облицовки вестибюля станции метро «Добрынинская» в Москве.



Какой вывод о мраморе и его происхождении можно сделать на основании этой фотографии?

1. Мрамор относится к породам вулканического происхождения.
2. Мрамор является одним из древнейших материалов, используемых в строительстве.
3. Мрамор – метаморфическая порода, в которой могут сохраниться органические остатки обитателей древних морей.
4. Мрамор термостоек и морозоустойчив.

---

### Задание 4

Каменные материалы и строения разрушаются под действием внешних условий. Основной причиной разрушения является *физическое выветривание*, обусловленное воздействием на камни замерзающей воды. *Химическое выветривание* может быть обусловлено кислотными дождями, возникающими вследствие растворения в воде содержащихся в воздухе оксидов серы и азота.

1. Объясните причину разрушения камней под действием воды.

---

2. Объясните, почему под действием кислотных дождей происходит разрушение памятников архитектуры из мрамора.

---



## Задание 5

Для увеличения долговечности сооружений из камня используются различные конструктивные и химические методы защиты. *Конструктивная защита* заключается в создании гладких или полированных поверхностей. *Химические методы защиты* предусматривают обработку верхнего слоя камня веществами, которые реагируют с материалом камня, образуя нерастворимые покрытия.

*Учитывая факторы, способствующие разрушению камней, объясните, почему полировка поверхности камней и использование покрытий может привести к увеличению долговечности сооружений из камня.*

## Методические комментарии

Сюжет комплексного задания «Горные породы в строительстве» связан с использованием природных каменных материалов в строительстве, в том числе для сооружения выдающихся памятников каменного зодчества, являющихся архитектурными шедеврами. Не случайно задание содержит эпиграф – строки из стихотворения Валерия Брюсова «Камни»: «...Из вас воздвигали мы храмы, / Из вас мы слагали дворцы и жилища...».

При выполнении этого комплексного задания учащиеся могут продемонстрировать умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, объяснять факты, явления и процессы на основе имеющихся естественнонаучных знаний. В целом это комплексное задание относится к содержательной области «Науки о Земле и Вселенной».

Сюжет заданий 1 и 2 связан с важнейшими физико-механическими свойствами каменных материалов, которые обуславливают их применение в строительстве. Задания предполагают интерпретацию представленной в графической форме информации о водопоглощении различных образцов сланцев и формулирование на этой основе соответствующих выводов. В задании 1 следует отметить правильное утверждение, характеризующее водопоглощение образцов камней в зависимости от их пористости. В задании 2 с развёрнутым ответом, используя информацию о применении камней с различным значением водопоглощения, необходимо не просто выбрать образец материала, наиболее подходящий для облицовки здания, но и обосновать свой выбор.

Задание 3, как и два первых задания, относится к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Однако в нём требуется указать правильный вывод о проис-

хождении мрамора на основе фотографии с изображением фрагмента облицовки вестибюля одной из станций московского метро.

Задания 4 и 5 связаны с разрушением камней под действием внешних природных причин. В задании 4 необходимо объяснить причины разрушения камней под действием внешних условий. Выполнение этого задания направлено на формирование умения применять соответствующие естественнонаучные знания, на основе которых можно охарактеризовать физическое выветривание, обуславливающее разрушение камней под действием воды, и химическое выветривание, обуславливающее разрушение камней под действием кислотных дождей. В задании 5 требуется объяснить, почему с помощью полировки поверхности камней и использования химических покрытий можно продлить долговечность сооружений из камня. Оба задания предполагают развёрнутый мотивированный ответ, что практически всегда вызывает у школьников затруднения. Можно также отметить, что выполнение заданий 3, 4 и 5 с развёрнутым ответом направлено, кроме того, на формирование метапредметного умения адекватно использовать речевые средства для решения поставленных задач.

Комплексное задание «Горные породы в строительстве» имеет междисциплинарный характер и может быть использовано при изучении тем «Магматические, осадочные и метаморфические породы», «Разрушение и изменение горных пород и минералов под действием внешних и внутренних процессов. Виды выветривания» в курсе географии, темы «Тепловое расширение и сжатие» в курсе физики в 8 классе, тем «Кислотные оксиды», «Оксиды серы», «Оксиды азота», «Кислоты», «Соли угольной кислоты карбонаты» в курсе химии в 8 и 9 классах.



## Задание 1

Содержательная область оценки	Науки о Земле и Вселенной	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Глобальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано утверждение 3. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 2

Содержательная область оценки	Науки о Земле и Вселенной	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Личный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что для облицовки зданий подойдут образцы Б и Г, так как они обладают самым низким значением водопоглощения. Другие образцы не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 3

Содержательная область оценки	Науки о Земле и Вселенной	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано утверждение 3. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 4**

Содержательная область оценки	Науки о Земле и Вселенной	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Даны верные ответы на оба вопроса: 1. Вода, попадая в содержащиеся в камне поры, при замерзании расширяется и оказывает сильное давление на стенки пор, что приводит к разрушению камня. 2. Растворяясь в воде, оксиды серы и азота образуют кислоты. Основной компонент мрамора – карбонат кальция $\text{CaCO}_3$ , который взаимодействует с кислотами и поэтому разрушается
	<b>1</b>	Дан верный ответ на один из вопросов
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 5**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Предлагать объяснительные гипотезы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что создание гладких или полированных поверхностей и поверхностей, покрытых нерастворимыми в воде соединениями, не позволяет воде задерживаться на поверхности и препятствует её проникновению внутрь камня
	<b>0</b>	Другие ответы

## Кейс 3.

# ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА

Ветер – один из видов возобновляемых (альтернативных) источников энергии (ВИЭ), которые образуются на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе. К возобновляемым источникам энергии относятся также энергия Солнца, энергия приливов и отливов, энергия содержащихся в недрах Земли горных пород (геотермальная энергия) и др.



История развития ветроэнергетики насчитывает многие века и начинается с использования паруса и ветряных мельниц. В последние годы ветроэнергетика – одно из наиболее быстро развивающихся направлений альтернативной энергетики.

Энергия ветра, в отличие от энергии ископаемого топлива, практически неисчерпаема.

## Задание 1

На диаграммах представлена структура источников энергии в 2012 году, % (рис. 1) и прогноз её состояния в 2030 году, % (рис. 2)<sup>6</sup>.

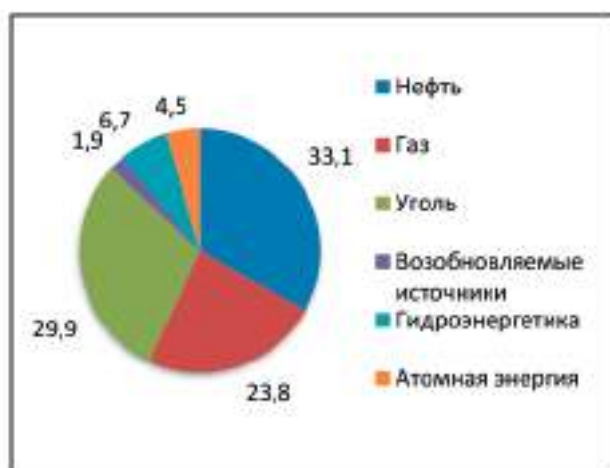


Рис. 1. Источники энергии 2012 г.



Рис. 2. Источники энергии 2030 г. (прогноз)

*Какой из приведенных ниже выводов соответствует данным, показанным на диаграммах?*

1. В структуре мирового потребления энергоресурсов в 2030 году не произойдет никаких изменений.
2. В 2030 году прогнозируется сохранение лидирующей доли возобновляемых источников энергии.
3. Преобладающая доля углеводородных источников энергии в структуре мирового потребления энергоресурсов сохранится до 2030 года.

4. Углеводородные источники энергии в структуре мирового потребления энергоресурсов утратят свое значение.

5. В 2030 году прогнозируется некоторое увеличение доли альтернативных источников энергии.

## Задание 2

Важнейшая характеристика эффективности работы предприятий электроэнергетики – коэффициент использования установленной мощности (КИУМ).

КИУМ характеризует эффективность электростанции в целом и равен отношению фактически выработанной электроэнергии в течение года к той энергии, которая могла бы быть выработана при работе электростанции на проектной мощности в течение всего этого периода времени.

КИУМ учитывает простои станции во время перегрузок топлива, ремонта, отказов оборудования и др., а также те факторы, из-за которых станция не может эксплуатироваться на проектной мощности в определенный период работы. Максимальное значение коэффициента равно единице (100 %).

В таблице представлены значения КИУМ различных видов электростанций.



Тип электростанций	Среднее значение КИУМ, %
Атомные	90
Ветряные	25–30
Геотермальные	65–75
Гидроэлектростанции	40
Тепловые и газотурбинные	50–60
Приливные	12–33
Солнечные	10–20

*Исходя из представленной информации, выберите правильное утверждение, которое характеризует факторы, влияющие на величину КИУМ ветряных установок.*

1. Ветряные установки не загрязняют воздух углекислым газом.
2. Непостоянство ветровых потоков обуславливает нестабильность производства электроэнергии на ветряных установках.
3. В ветряных установках происходит преобразование энергии ветра в другие виды энергии.
4. Энергия ветра, как и энергия Солнца, практически неисчерпаема.

## Задание 3

Выработка электроэнергии на ветроэлектростанции зависит от силы ветра. При уменьшении средней скорости ветра резко увеличивается себестоимость электроэнергии. Ветрогенератор начинает вырабатывать электроэнергию при скорости ветра 3 м/с и отключается при скорости ветра более 25 м/с. Максимальная мощность достигается при скорости ветра ~15 м/с. По величине скорости ветра можно судить о перспективности применения ветряных электростанций в том или ином районе.

На диаграмме представлены данные о скорости ветра (м/с) за отопительный период и за три наиболее холодных месяца на различных территориях (А, Б, В, Г и Д).

На основании данных диаграммы укажите:

1) какая территория наиболее подходит для размещения ветряной электростанции;

2) на каких территориях не следует размещать ветряные электростанции.

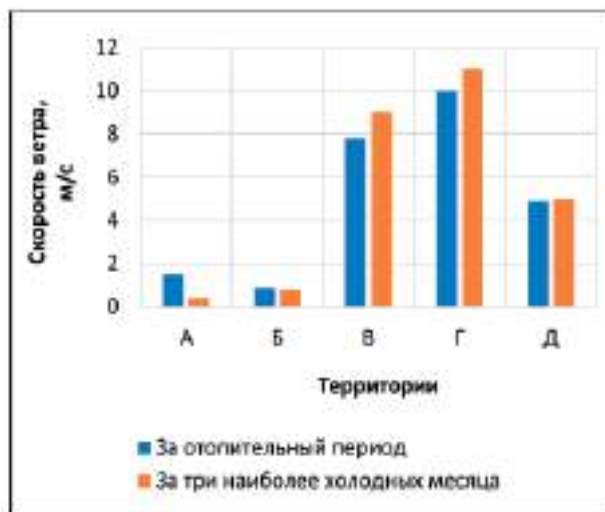
Аргументируйте свой ответ.

1. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

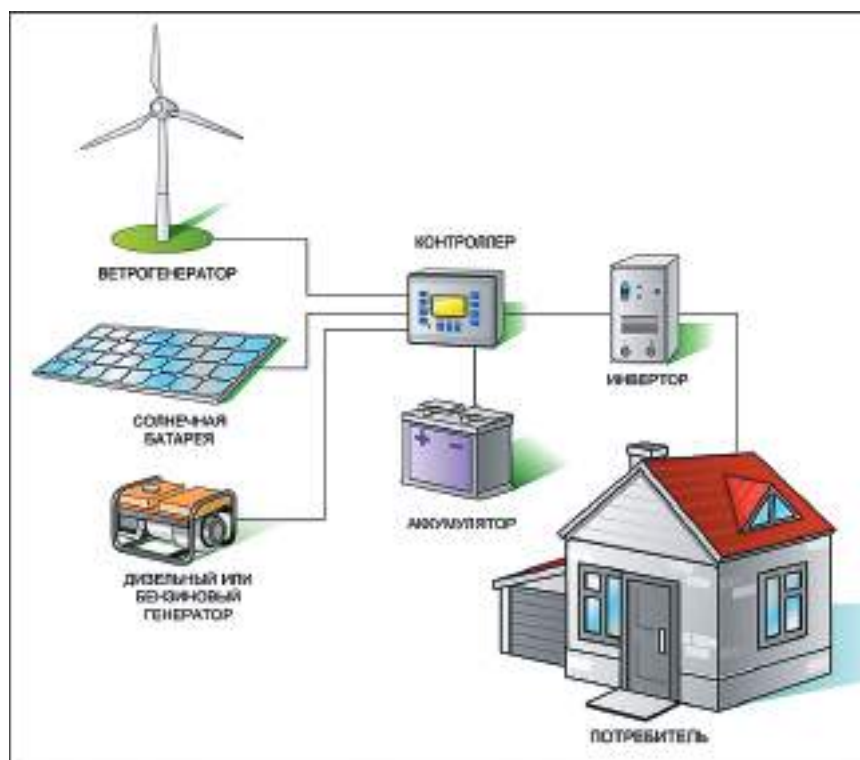
\_\_\_\_\_



## Задание 4

В последнее время получили распространение так называемые гибридные системы электроснабжения, которые часто устанавливаются в загородных домах, расположенных на территориях, где существуют перебои с подачей электроэнергии. Гибридные системы электроснабжения включают в себя несколько независимых источников энергии, например: ветрогенератор, солнечные батареи, преобразующие солнечную энергию в постоянный электрический ток, дизельный или бензиновый генератор, вырабатывающий энергию за счёт невозобновляемого углеводородного топлива. В системе также обязательно устанавливаются аккумуляторы, которые накапливают вырабатываемую энергию. Контроль разряда и заряда аккумулятора осуществляет контроллер; преобразование постоянного напряжения аккумуляторных батарей в переменное напряжение происходит в инверторе.

Принципиальная схема гибридной системы электроснабжения представлена на рисунке.



Каким образом использование гибридной установки позволяет осуществлять бесперебойное обеспечение потребителя электроэнергией? Дайте развернутый ответ.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## Методические комментарии

Сюжет комплексного задания «Ветроэнергетика» связан с использованием возобновляемых (альтернативных) источников энергии. При выполнении задания учащиеся могут продемонстрировать умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы. В целом это комплексное задание показывает, как наука и технологии помогают решать проблемы, связанные с энергетическим кризисом.

Задание 1 относится к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». В задании 1 школьникам предлагается проанализировать данные о структуре источников энергии и её перспективных изменениях. На основе представленной информации требуется оценить выводы о доле альтернативных источников энергии в структуре их мирового потребления.

В заданиях 2 даётся информация о факторах, влияющих на эффективность работы предприятий электроэнергетики. Школьникам предлагается оценить эффективность работы ветряных установок на основе особенностей их эксплуатации, полагаясь при этом на здравый смысл: выработка электроэнергии на ветряных установках в первую очередь зависит от силы ветра – величины крайне нестабильной.

Задание 3 и 4 – задания с развёрнутым ответом. Задание 3, как и два предыдущих задания,

направлено на формирование умения анализировать информацию и делать выводы на основе этого анализа. В задании 3 требуется проанализировать диаграмму, на которой на пяти различных территориях указана сила ветра за отопительный период и за три наиболее холодных месяца. Затем следует выбрать территорию, наиболее подходящую для размещения на ней ветряных установок, и территории, на которых установки не следует размещать, и при этом обязательно аргументировать свой выбор. В задании 4 представлена схема гибридной системы электроснабжения, которая включает в себя несколько независимых источников энергии – ветрогенератор, солнечные батареи и дизельный генератор. Школьникам предлагается объяснить, почему возможна бесперебойная работа такой электростанции. Это задание может быть отнесено к заданиям высокого уровня сложности, которое направлено на формирование умения создавать объяснительные модели и представления, адекватно используя речевые средства.

Комплексное задание «Ветроэнергетика» может быть использовано в курсе физики при изучении закона сохранения и превращения энергии, знакомстве с альтернативными источниками энергии, при подготовке к ОГЭ по физике, в курсе географии при изучении темы «Топливно-энергетический комплекс» в 9 классе.

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 3, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы



## Задание 2

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Глобальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано утверждение 2. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 3

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, природные ресурсы	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Верно указаны территории и дана аргументация их выбора: 1) для размещения ветрогенераторов наиболее подходит территория Г, так как на ней скорость ветра имеет наиболее оптимальное высокое значение в течение отопительного периода и трёх наиболее холодных месяцев; 2) не следует размещать ветрогенераторы на территориях А и Б, так как на них скорость ветра слишком мала
	<b>1</b>	Верно указаны территории, но не дана аргументация их выбора ИЛИ дан верный аргументированный ответ на один из поставленных вопросов
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 4

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления	
Тип знания	Содержательное	

Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	1	<p>Говорится, в каких случаях ветрогенератор, солнечные батареи и дизельный генератор вырабатывают энергию и когда происходит энергоснабжение от аккумуляторных батарей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• при достаточном солнечном освещении основным источником энергии являются солнечные батареи;</li> <li>• ветрогенератор вырабатывает электроэнергию при нехватке солнечного освещения или при его отсутствии;</li> <li>• при отсутствии ветра и солнечного освещения электро-снабжение происходит от аккумуляторных батарей;</li> <li>• если заряд аккумуляторных батарей снижается до некоторого критического значения и нет условия для выработки солнечной и ветровой энергии, то начинает работать дизельный или бензиновый генератор</li> </ul>
	0	Другие ответы

## Кейс 4.

# КАК ВЫРАСТИТЬ РАСТЕНИЯ БЕЗ ГРУНТА?

Помимо традиционных методов выращивания растений в грунте, существуют альтернативные методы, которые можно применять как на сельскохозяйственных предприятиях, так и в фермерских хозяйствах, а также в домашних условиях. Один из таких методов – гидропоника.

*Гидропони́ка* – это способ выращивания растений на искусственных средах без использования почвы. При выращивании гидропонным способом корни растений находятся не в почве, а в насыщаемой воздухом водной среде или в пористой твёрдой среде – субстрате. В качестве субстрата используют торф, гравий, керамзит и другие пористые материалы, которые поливают питательным раствором минеральных солей.



Гидропоника обеспечивает создание и поддержание оптимальных условий для роста и развития растений (уровень температуры и влажности воздуха, интенсивность воздухообмена, количество света, содержание питательных веществ и др.). Нужная дозировка полезных веществ позволяет выращивать крепкие и здоровые растения, исключает пересыхание корней или нехватку кислорода, избавляет от проблемы борьбы с почвенными вредителями, болезнями растений и сорняками, что способствует получению высоких урожаев качественных продуктов за короткие сроки. При выращивании растений методом гидропоники происходит сокращение трудозатрат, уменьшается расход питательных веществ и воды.

Гидропоника чрезвычайно эффективна в странах с жарким и засушливым климатом. Так, в Израиле в настоящее время до 80 % всех овощей, зелени, фруктов выращивается гидропонным способом.

## Задание 1

При выращивании растений методом гидропоники применяют питательные растворы – растворы солей, которые содержат макро- и микроэлементы. Макроэлементы – это химические элементы, которые требуются растениям в больших количествах; микроэлементы необходимы растениям в крайне малых количествах.

Установите соответствие между элементом и его типом.

Элемент		Тип элемента
1) азот (N);	8) медь (Cu);	А) макроэлемент; Б) микроэлемент
2) бор (B);	9) молибден (Mo);	
3) железо (Fe);	10) никель (Ni);	
4) калий (K);	11) сера (S);	
5) кальций (Ca);	12) фосфор (P);	
6) магний (Mg);	13) хлор (Cl);	
7) марганец (Mn);	14) цинк (Zn)	

## Задание 2

На графике представлены данные о влиянии концентрации питательного раствора на урожайность овощных культур – огурца и томата<sup>7</sup>.

*Какие из приведённых выводов соответствуют результатам, представленным на графике?*

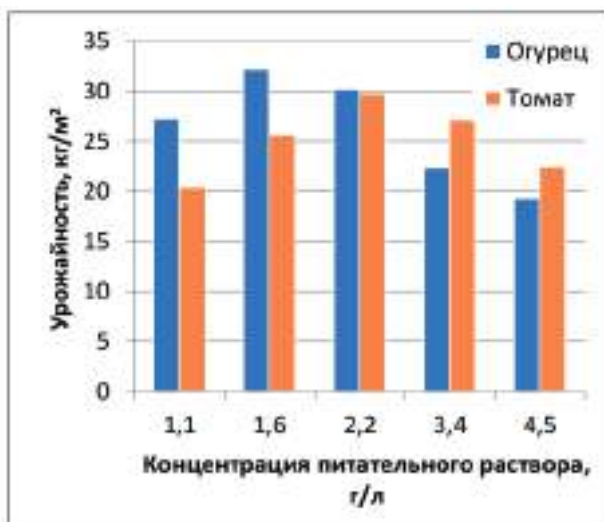
1. В составе питательного раствора должно быть определённое соотношение между содержанием макро- и микроэлементов.

2. С увеличением концентрации питательного раствора урожайность огурца и томата непрерывно возрастает.

3. Существуют оптимальные значения концентрации питательного раствора, при которых урожайность огурца и томата имеет наибольшее значение.

4. С увеличением концентрации питательного раствора урожайность и огурца, и томата сначала возрастает, а затем уменьшается.

5. Урожайность огурца и томата наибольшая при одинаковой концентрации питательного раствора.



## Задание 3

Для получения хороших урожаев в гидропонных системах необходимо следить за значением водородного показателя раствора рН, который характеризует кислотность среды. Если рН = 7, то среда нейтральная, если рН > 7 – щелочная, если рН < 7 – кислотная. Кислотность питательного раствора существенно влияет на рост растений. Для каждого растения существует оптимальное значение рН среды.

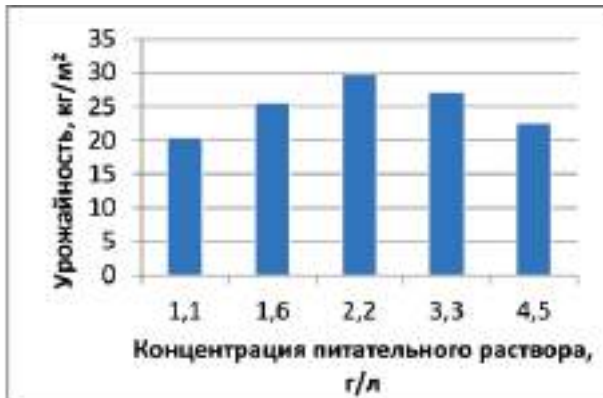
В таблице представлены данные о влиянии реакции среды на рост рассады огурца<sup>8</sup>.

рН раствора	Сырая масса, г		Площадь листьев, см <sup>2</sup>
	общая	корней	
4,0	15,0	4,9	270
5,0	19,0	6,2	282
5,9	20,1	6,3	346
6,2	20,6	7,0	390
6,4	21,1	8,2	399
7,0	8,9	2,6	160
8,0	5,8	1,2	90
9,0	4,9	0,9	65

*Используя данные таблицы, определите оптимальный интервал значений рН питательного раствора для выращивания рассады огурца. Аргументируйте свой ответ.*

## Задание 4

Одно из распространённых заболеваний томатов, которое значительно влияет на их урожайность, – *вершинная гниль*. Характерный признак развития вершинной гнили – образование гнилостного плоского или вдавленного пятна бурого цвета на верхушке плодов, в противоположной стороне от плодоножки. Мякоть томата, находящаяся под кожей, загнивает. Загнившие томаты могут опадать как спелыми, так и незрелыми. На диаграмме приведены данные об урожайности томата, выращиваемого в гидропонных условиях, в зависимости от концентрации питательного раствора. В таблице представлены данные о поражённости томата вершинной гнилью при тех же концентрациях питательного раствора<sup>9</sup>.



Концентрация питательного раствора, г/л	Поражённость томата вершинной гнилью, %
1,1	–
1,6	20,4
2,2	0,7
3,4	1,6
4,5	1,8

*Какой из приведённых выводов соответствует результатам, представленным на графике?*

1. Концентрация питательного раствора не влияет на устойчивость томатов к поражению их вершинной гнилью.
2. Поражённость томатов вершинной гнилью непрерывно увеличивается при возрастании концентрации питательного раствора от 1,6 до 4,5 г/л.
3. Одна из причин заболевания томатов вершинной гнилью – это дефицит кальция в растении.
4. Оптимальная концентрация питательного раствора, при которой урожайность томатов наиболее высокая, а поражённость вершинной гнилью наименьшая, составляет 2,2 г/л.

## Задание 5

Выращивание растений без использования почвы можно проводить также в воздушной среде. Этот процесс называется *аэропони́кой*. В этом случае корни растений находятся в воздухе в подвешенном состоянии и получают питательные вещества из аэрозоля, который образуется при распылении питательного раствора в закрытых или полузакрытых помещениях. При этом листья и ствол растения находятся вне зоны распыления. В отличие от гидропоники, в аэропонном способе выращивания растений почвенный субстрат не используется.

Учёные провели сравнительные исследования эффективности гидропонного и аэропонного методов выращивания традесканции миртолистной (ТМ) и традесканции белоцветковой (ТБ). Результаты эксперимента представлены в таблице<sup>10</sup>.





На основе данных таблицы сделайте сравнительные выводы об эффективности аэропного и гидропного методов выращивания традесканции миртолистной и традесканции белоцветковой. Ответ аргументируйте.

---



---



---



---



---

Исследуемый показатель	Аэропоника		Гидропоника	
	ТМ	ТБ	ТМ	ТБ
Количество укоренившихся кустов, шт.	8	3	7	2
Средняя длина корней, см	3	4	3	2
Общее количество образовавшихся корней, шт.	48	14	25	9
Среднее количество корней на 1 куст, шт.	3	3	2	2
День появления первых корешков	3-й	3-й	3-й	3-й
Процент укоренившихся кустов, %	80	30	70	20
Средний прирост с начала эксперимента, см	17,1	8,5	15,1	6,9

## Методические комментарии

Комплекс заданий «Как вырастить растения без грунта?» относится к содержательной области «Живые системы» и связан с популярными сегодня и весьма эффективными альтернативными способами выращивания растений без грунта методами гидропонии и аэропонии. Эти методы можно применять как в крупных сельскохозяйственных предприятиях, так и в фермерских хозяйствах, а также в домашних условиях. При выполнении задания школьники могут проявить способность применять свои знания при решении реальных задач, продемонстрировать умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы. В целом это комплексное задание показывает, как наука и технологии помогают решать проблемы выращивания экологически чистой качественной сельскохозяйственной продукции с высокой урожайностью, сокращая при этом материальные ресурсы и трудозатраты на их производство.

Задание 1 относится к компетенции «научное объяснение явлений». В нём требуется применить соответствующие естественнонаучные знания и классифицировать химические элементы, необходимые для нормального развития растений с использованием метода гидропонии, на макро- и микроэлементы. Это задание показывает значимость различных химических элементов для обеспечения жизнедеятельности

живых организмов и может быть использовано как в курсе химии, так и в курсе биологии.

В заданиях 2–4 необходимо проанализировать графическую или табличную информацию и сделать выводы о влиянии состава питательного раствора на урожайность овощных культур при выращивании их методом гидропонии. Эти задания относятся к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Задание 3 требует развёрнутого ответа и аргументации выводов. В задании 4 для формулирования правильного вывода необходимо сопоставление информации, представленной в двух источниках – на диаграмме и в таблице.

В задании 5 учащиеся должны проанализировать достаточно большой массив данных, связанных с двумя методами выращивания растений без грунта – гидропонным и аэропонным, и сформулировать развёрнутый аргументированный вывод об их относительной эффективности. Это задание может быть отнесено к заданиям высокого уровня сложности.

Комплексное задание «Как вырастить растения без грунта?» может быть использовано в курсе химии 9 класса при знакомстве с понятием «биогеохимические элементы», в курсе биологии при изучении темы «Питание растения», а также при подготовке к ОГЭ по биологии.

## Задание 1

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–15 лет, 9 класс	
Формат ответа	Задание на установление соответствия элементов из двух списков	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Указана последовательность: АББАААББББААББ
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 2

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 3, 4
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 3

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–15 лет, 9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Выбран оптимальный интервал значений рН питательного раствора: Оптимальный интервал значений рН питательного раствора для выращивания рассады огурца лежит в пределах от 6,2 до 6,4. И приведена аргументация выбора: В этом интервале наблюдается наилучшая по качеству рассада огурца с наибольшей сырой общей массой и массой корней, а также наибольшей площадью листьев
	<b>1</b>	Дан частично верный ответ: отмечен интервал значений рН, но не дана аргументация его выбора
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 4**

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–15 лет, 9 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано утверждение 4
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 5**

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–15 лет, 8–9 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что aeropонный метод выращивания и традесканции миролистной, и традесканции белоцветковой более эффективен по сравнению с гидропонным методом выращивания этих растений, так как по всем показателям, кроме показателя «день появления первых корешков», получены более высокие результаты. День появления первых корешков при выращивании обоими методами одинаков
	<b>0</b>	Другие ответы

## Кейс 5.

# КАК ЛЕЧИТЬ БОЛЕЗНЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ?

Пчеловодство – один из древнейших видов сельского хозяйства. Уже древние египтяне были знакомы с основами пчеловодства.

Пчелиная семья живёт в улье и насчитывает несколько тысяч особей. Все они настолько тесно связаны друг с другом, что являются по сути дела единым живым организмом.

Стадии развития пчелы включают четыре основных этапа. Когда матка откладывает в ячейки свои оплодотворённые трутнем яйца, личинки в них начинают интенсивно расти, и уже на четвёртый день разрушают оболочки яиц. В этот момент ульевые пчёлы-кормилицы добавляют в каждую ячейку по капле своего молочка. Ещё три дня пчёлы кормят личинок молочком, а затем смесью, состоящей из пыльцы, воды и мёда. Ячейки при этом остаются *открытыми*.



Личинка интенсивно растёт и через шесть дней практически не помещается в ячейке. Тогда рабочие особи запечатывают ячейку воском. Такие ячейки называются *закрытыми*, или *печатными*. Именно в печатных ячейках из личинки, а потом куколки формируется полноценная особь пчелы. Через 12 дней куколка разрушает воск на входе ячейки, и наружу вылезает уже молодая пчела. Таким образом, с момента откладывания маткой яиц до вылупления из ячейки пчелы проходит около трёх недель<sup>11</sup>.

Задача пасечника – не просто заселить ульи пчёлами и ждать урожая мёда, а постоянно отслеживать процесс его производства, следить за жизнедеятельностью пчелиных семей и состоянием ульев.

## Задание 1

Пчёлы, как и другие живые организмы, подвержены различным заболеваниям, что отражается на их медоносных свойствах и влияет на производство мёда.

Одним из самых опасных заболеваний пчёл является аскосфероз – грибковая инфекция, вызванная сумчатым плесневым грибом *Ascosphaera apis*. Аскосфероз поражает пчелиные (главным образом трутневые) личинки, возраст которых – 3–4 дня. Они теряют свою эластичность и превращаются в известково-белые твёрдые комочки. От данного заболевания страдает весь улей, так как аскосфероз быстро распространяется.



Для лечения аскосфероза пчёл существуют различные средства, в том числе медикаментозные. Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить эффективность действия некоторых подавляющих развитие грибковых заболеваний препаратов, таких как *нистатин* и *рифтал*, на возбудителя аскосфероза. Для этого сформировали четыре группы семей, состояние которых было приблизительно одинаковым. Первая группа (контрольная) обработке препаратами не подвергалась.

Как вы думаете, с какой целью использовалась контрольная группа пчелиных семей? Дайте развернутый ответ.

---



---



---

## Задание 2

При проведении эксперимента по определению эффективности действия некоторых препаратов на возбудителя аскофероза у пчёл и изучению состояния и развития пчелиных семей каждая из четырёх сформированных групп состояла из трёх семей.

Как вы думаете, для чего каждая исследуемая группа состояла не из одной, а из трёх пчелиных семей? Дайте развернутый ответ.

---



---

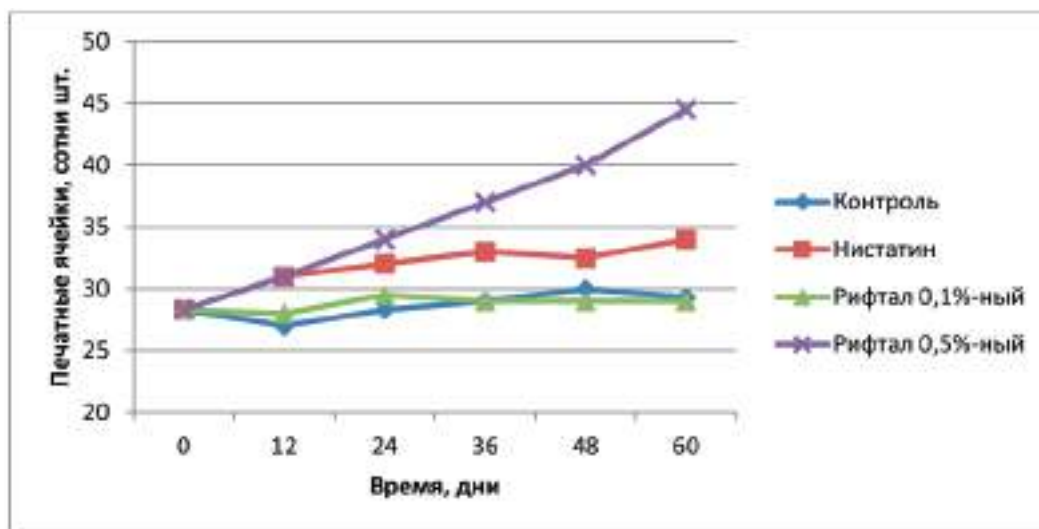


---

## Задание 3

Учёные провели эксперимент по определению эффективности медикаментозных препаратов – нистатина и рифтала – на возбудителя аскофероза у пчёл. Первая группа – контрольная, обработке не подвергалась. Во второй группе применяли нистатин, третью обрабатывали 0,1 %-ной эмульсией рифтала, четвертую – 0,5 %-ной эмульсией рифтала. Влияние обработок этими препаратами на общее состояние и развитие пчелиных семей определяли по количеству печатных ячеек через каждые 12 дней: чем больше печатных ячеек, тем эффективнее действие применяемого препарата.

Результаты эксперимента по определению эффективности действия нистатина и рифтала на состояние и развитие пчелиных семей показаны на графике<sup>12</sup>.



Какой из приведённых выводов соответствует результатам, показанным на графике?

1. Эффективность всех исследуемых препаратов примерно одинакова.
  2. Обработка пчелиных семей 0,5 %-ным раствором рифтала и нистатином показала их одинаковую эффективность в отношении возбудителя аскофероза.
  3. Препарат на основе 0,5 %-ной эмульсии рифтала обладает наибольшей эффективностью при лечении аскофероза пчёл.
  4. Эмульсия рифтала эффективна при лечении любых грибковых заболеваний пчёл.
- 
-



## Задание 4

На основе прочитанной информации поясните, почему количество печатных ячеек может служить критерием эффективности действия препаратов на возбудителя аскофероза у пчёл.

---



---



---

## Задание 5

Учёные провели эксперименты по изучению одного из основных показателей эффективности работы пчёл – их *лётной активности*, которая напрямую связана с их физиологическим состоянием. Для этого в зимний период производилась обработка культур защищённого грунта нистатином, 0,1 %-ной и 0,5 %-ной эмульсиями рифтала.

Опишите проведённый учёными эксперимент. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.

Ученые изучали влияние \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_.

- 1) стадии развития пчелы;
- 2) восприимчивость культур защищённого грунта к нистатину и рифталу;
- 3) обработка культур защищённого грунта нистатином и рифталом;
- 4) обработка пчелиных семей нистатином и рифталом;
- 5) лётная активность пчёл.

---



---

## Задание 6

Рифтал относится к фиторегуляторам – химическим веществам, являющимся аналогами собственных гормонов растений. Фиторегуляторы в очень низких концентрациях способны стимулировать рост растений и активизировать их защитную реакцию к болезням и неблагоприятным условиям. Рифтал как фиторегулятор способен подавлять развитие грибковых болезней у растений и в хранящемся зерне.

Взрослые особи не подвержены аскоферозу, однако они часто выступают в роли переносчиков этого грибкового заболевания.

На основе прочитанной информации предположите, почему обработка культур защищённого грунта нистатином и рифталом влияет на лётную активность пчёл.

---



---



---

## Задание 7

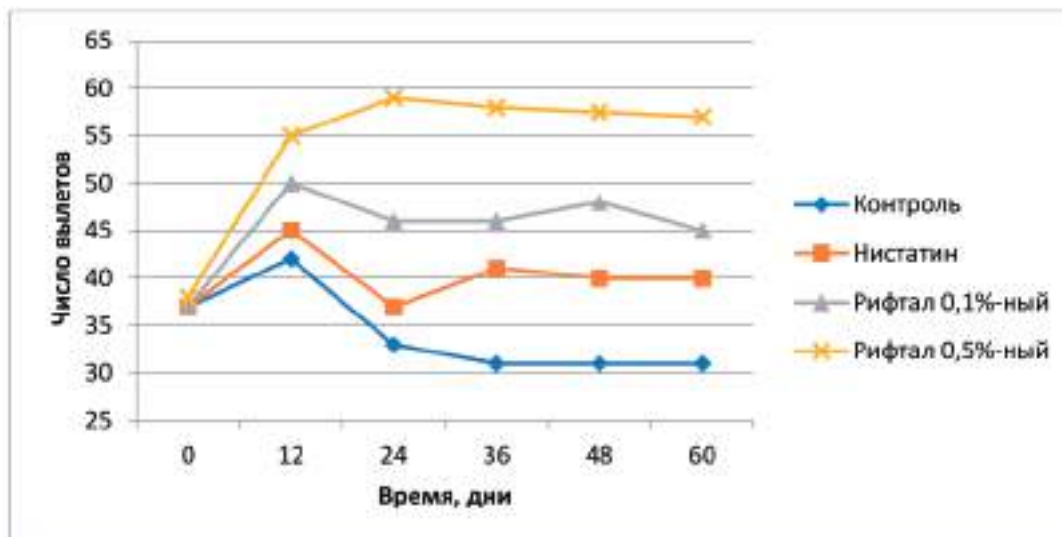
Учёные провели эксперименты по изучению одного из основных показателей эффективности работы пчёл – их *лётной активности*, которую можно определить по числу вылетов пчёл из улья.

В процессе исследований учёные в зимний период обрабатывали культуры защищённого грунта нистатином, а также 0,1 %-ной и 0,5 %-ной эмульсиями рифтала.

Результаты эксперимента показаны на графике<sup>13</sup>.

Какие из приведённых ниже выводов соответствуют результатам, показанным на графике?

1. В течение всего периода эксперимента используемые препараты практически не оказывали влияния на лётную активность пчёл.



2. Изменение содержания рифгала в эмульсии, используемой при обработке культур защищённого грунта, влияет на лётную активность пчелиных семей.

3. Обработка культур защищённого грунта 0,5 %-ной эмульсией рифгала активизирует лётную активность пчёл в большей степени, чем обработка нистатином.

4. Обработка культур защищённого грунта теми же препаратами в летний период аналогичным образом влияет на лётную активность пчелиных семей.

5. Обработка культур защищённого грунта исследуемыми препаратами повышает лётную активность пчелиных семей, но в разной степени.

## Методические комментарии

Комплекс заданий «Как лечить болезнь пчелиных семей?» относится к содержательной области «Живые системы» и связан с пчеловодством – одним из древнейших видов сельского хозяйства. Пчёлы, как и другие живые организмы, подвержены различным заболеваниям, для предотвращения которых необходимо знать их причины и вовремя лечить пчелиные семьи, в том числе с помощью медикаментозных препаратов.

При выполнении задания школьники могут проявить умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, продемонстрировать понимание методов научного исследования. В целом это комплексное задание показывает, как наука и технологии помогают решать проблемы повышения эффективности пчеловодства и получения мёда высокого качества, обладающего уникальными вкусовыми и целебными свойствами.

Сюжет комплексного задания связан с аскоферозом – опасной и часто встречающейся болезнью пчелиных семей, которая вызывается грибковой инфекцией. Для предотвращения и лечения этого заболевания учёные провели

исследования эффективности некоторых препаратов. Значительная часть заданий этого блока, а именно задания 1, 2, 4 и 5, относится к компетенции «понимание особенностей естественнонаучного исследования» и процедурному типу знания. Эти задания направлены на формирование у учащихся важнейших исследовательских умений, а именно: описывать и оценивать способы, которые используют учёные для обеспечения надёжности и достоверности полученных результатов (задания 1 и 2); оценивать с научной точки зрения предлагаемые способы изучения проблемы (задание 4); распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе (задание 5).

Задания 3 и 7 относятся к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». При выполнении этих заданий формируется умение анализировать, интерпретировать представленные в различной форме данные и делать соответствующие выводы. В этих заданиях необходимо проанализировать графики, в которых показано влияние исследуемых препаратов на физиологическое состояние и развитие пчелиных семей

и выбрать выводы-утверждения, характеризующие эффективность исследуемых препаратов.

Задание 6 связано с компетенцией «научное объяснение явлений» и направлено на формирование умения предлагать объяснительные гипотезы. В этом задании необходимо на основе представленной информации объяснить, каким образом обработка растений защищён-

ного грунта препаратами, эффективность которых исследуется учёными, влияет на физиологическое состояние пчёл.

Комплексное задание «Как лечить болезнь пчелиных семей?» может быть использовано в курсе биологии 8 класса при изучении темы «Насекомые», а также при подготовке к ОГЭ по биологии.

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Оценивать и описывать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что наличие контрольной группы позволяет при анализе результатов эксперимента сравнивать экспериментальную и контрольную группы и таким образом отличать эффект исследуемого фактора от эффектов иных воздействий, которым подвергаются все участники эксперимента
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Оценивать и описывать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что наличие трёх пчелиных семей в каждой группе необходимо для повышения точности и достоверности результатов исследования
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 3

Содержательная область оценки	Живые системы
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов

Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором одного правильного ответа	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрано утверждение 3. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 4

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Оценивать с научной точки зрения предлагаемые способы изучения данного вопроса	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что плесневый грибок, вызывающий аскофероз у пчёл, поражает находящиеся в открытых ячейках личинки, в результате чего они погибают и, таким образом, прекращают своё дальнейшее развитие. Поэтому стадия формирования полноценной особи пчелы из куколки, протекающая в закрытой ячейке, не реализуется, так как рабочие пчёлы не запечатывают ячейки с погибшими личинками. Таким образом, количество печатных ячеек характеризует общее состояние и развитие пчелиных семей и может служить критерием эффективности действия препаратов на возбудителя аскофероза у пчёл
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 5

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 3, 5: Учёные изучали влияние обработки опыления культур защищённого грунта нистатином и рифталом (3), на лётную активность пчёл (5)
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 6

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Предлагать объяснительные гипотезы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что обработка культур защищённого грунта нистатином и рифталом подавляет развитие грибковых болезней у растений, что препятствует заражению аскоферозом взрослых пчёл, опыляющих растения. Как следствие, взрослые особи не будут заражать личинки и ухудшать физиологическое состояние пчелиных семей, что повысит их лётную активность
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 7

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Выбраны утверждения 2, 3, 5. Другие не выбраны
	<b>1</b>	Выбраны два верных утверждения. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы



## Кейс 6. «РОДНИКИ ВЫ МОИ, РОДНИКИ...»



Родники – это не только источники водоснабжения, но и природная достопримечательность, многие родники имеют символическое значение. Родниковой воде зачастую приписывают целебные свойства. Однако это мнение не всегда подтверждается на практике. Если территория, на которой расположены родники, загрязнена различными отходами, то это может привести и к загрязнению подземных вод. Тем не менее у местных жителей сохраняется стойкое убеждение в чистоте родниковой воды и её преимуществах по сравнению с водопроводной водой. Поэтому для получения объективной информации о возможной опасности родниковой воды необходим постоянный контроль её качества.

### Задание 1

Санитарные нормы и правила (СанПиН) устанавливают гигиенические требования к качеству питьевой воды, в том числе к воде из подземных источников, например колодцев или родников. Эта вода практически всегда используется населением без прохождения стадии водоподготовки. Поэтому не всегда качество воды из родников и колодцев можно признать удовлетворительным.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства (запах, привкус, цветность, мутность). Важными показателями, характеризующими качество питьевой воды, являются следующие:

- *запах* воды характеризуется интенсивностью (нет запаха – 0 баллов, очень слабый – 1 балл, слабый – 2 балла, заметный – 3 балла, отчётливый – 4 балла, очень сильный – 5 баллов);
- *цветность* воды характеризует наличие в ней гуминовых веществ, вымываемых из почвы; гуминовые вещества образуются в почве в результате разложения органических соединений и синтеза микроорганизмами особого вещества – гумуса, имеющего коричневый цвет и придающего воде такую же окраску;
- *водородный показатель* рН определяется количественным соотношением в воде ионов  $H^+$  и  $OH^-$ , образующихся при диссоциации воды; если ионы  $OH^-$  в воде преобладают, то вода будет иметь щелочную среду ( $pH > 7$ ), при повышенном содержании ионов  $H^+$  – кислую ( $pH < 7$ ), при равенстве концентраций ионов  $H^+$  и  $OH^-$  – нейтральную ( $pH = 7$ );
- *жёсткость* воды обусловлена присутствием в воде катионов *кальция* и *магния*;
- *общая минерализация* (сухой остаток) представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ (солей);
- *перманганатная окисляемость* воды характеризует содержание в воде восстановителей (например, железа(II)) и органических веществ, которые полностью или частично окисляются перманганат-ионом; перманганатная окисляемость условно отражает количество кислорода (мг на 1 л воды), которое требуется для окисления веществ в воде;
- *хлорид- и сульфат-ионы* содержит практически вся природная вода; низкие и умеренные концентрации этих ионов придают воде приятный вкус, а избыточные могут сделать воду неприятной для питья;

- железо попадает в природные воды при растворении горных пород и минералов, фильтрации со свалок, из сточных вод, стоков предприятий металлургической промышленности;
- нитраты практически всех катионов хорошо растворяются в воде, что обуславливает их способность перемещаться с грунтовыми водами и загрязнять открытые источники водоснабжения – колодцы, родники и открытые водохранилища;
- общее микробное число отражает общий уровень содержания бактерий в воде.

В таблице приведены требования СанПиН к качеству питьевой воды<sup>14</sup> и данные анализа проб воды из родника, расположенного в садоводческом товариществе, до и после очистки.

Показатели	Норматив СанПиН	Вода до очистки	Вода после очистки
<b>Органолептические</b>			
Запах, баллы	Не более 2–3	0 (не ощущается)	0
Цветность, градусы	Не более 30	8 (желтоватый оттенок)	0 (бесцветная)
<b>Химические</b>			
Водородный показатель рН	В пределах 6–9	7,9	6,9
Жёсткость общая, мг-экв/л	В пределах 7–10	13,1	4,9
Общая минерализация (сухой остаток), мг/л	В пределах 1000–1500	1547	950
Окисляемость перманганатная, мг О/л	В пределах 5–7	101	40
Сульфат-ионы $SO_4^{2-}$ , мг/л	Не более 500	240	134
Хлорид-ионы $Cl^-$ , мг/л	Не более 350	30	30
Общее содержание железа, мг/л	Не более 0,3	0,6	0,06
Нитрат-ионы $NO_3^-$	Не более 45	40	35
Хром(VI), мг/л	0,05	0,2	0,01
<b>Микробиологические</b>			
Общее микробное число, число образующих колонии микробов в 1 мл	Не более 100	70	30

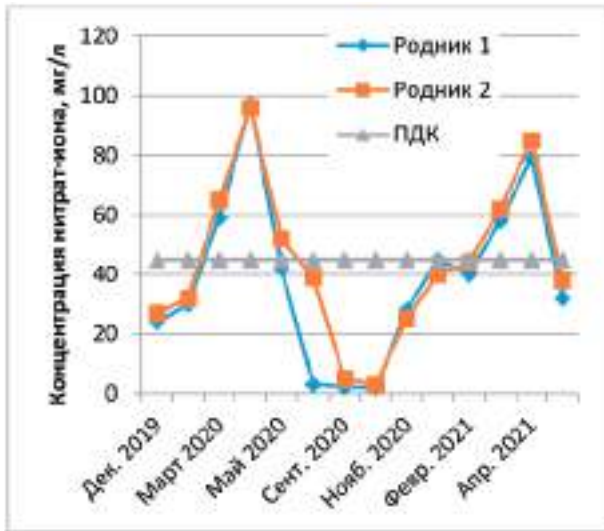
*Какие выводы о качестве воды, взятой из родника, можно сделать на основании данных, представленных в таблице?*

1. Родниковая вода до очистки не соответствовала нормам по всем показателям.
2. Очистка родниковой воды обеспечила соответствие её качества по всем показателям.
3. Без очистки вода, взятая из родника, опасна в эпидемическом отношении.
4. Очистка обеспечила снижение жёсткости воды и общего содержания железа в ней до требуемых показателей.
5. Очистка позволила снизить цветность воды.

## Задание 2

Один из важных показателей качества питьевой воды – содержание в ней нитратов. При длительном употреблении питьевой воды, содержащей значительные количества нитратов, снижается способность крови к переносу кислорода, что ведет к неблагоприятным последствиям для человеческого организма.

Источниками поступления соединений азота в природные воды являются разложение клеток отмерших организмов, прижизненные выделения гидробионтов, атмосферные осадки, фиксация из воздуха в результате жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий и др. Значительное количество азота может попадать в грунтовые и поверхностные воды с бытовыми, сельскохозяйственными и промышленными сточными водами.



Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в питьевой воде составляет 45 мг/л.

На графике показано содержание нитратов в воде, взятой из двух родников, в период с декабря 2019 г. по май 2021 г.

*Какой из приведённых выводов соответствует результатам, представленным на графике?*

1. В течение всего периода исследований содержание нитратов в воде в обоих родниках соответствовало ПДК.
2. Содержание нитратов в воде родников подвержено сезонным колебаниям.
3. В подземных водах содержится больше нитратов, чем в поверхностных.
4. Содержание нитратов в воде родников зависит от времени суток.
5. В период интенсивного таяния снега содержание нитратов в родниковой воде увеличивается.

### Задание 3

Вкус природной питьевой воды, в том числе воды родниковой, обусловлен присутствием солей жёсткости – солей кальция и магния (гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов). Жёсткость воды формируется в результате растворения горных пород, содержащих кальций и магний, – известняка и доломита.

В жёсткой воде мыло теряет моющие свойства, что приводит к увеличению его расхода, плохо развариваются мясо и овощи, очень плохо заваривается чай, при этом его вкус ухудшается. При кипячении жёсткой воды на стенках чайников и кастрюль образуется накипь. Постоянное употребление жёсткой воды может привести к образованию камней в почках. Жёсткая вода непригодна для технических целей.

Жёсткость воды выражается в градусах жёсткости °Ж. По величине общей жёсткости различают воду мягкую (до 2 °Ж), средней жёсткости (2–10 °Ж) и жёсткую (более 10 °Ж).

На диаграммах представлены результаты исследования общей жёсткости воды нескольких родников (рис. 1) и воды некоторых рек (рис. 2) в разное время года.

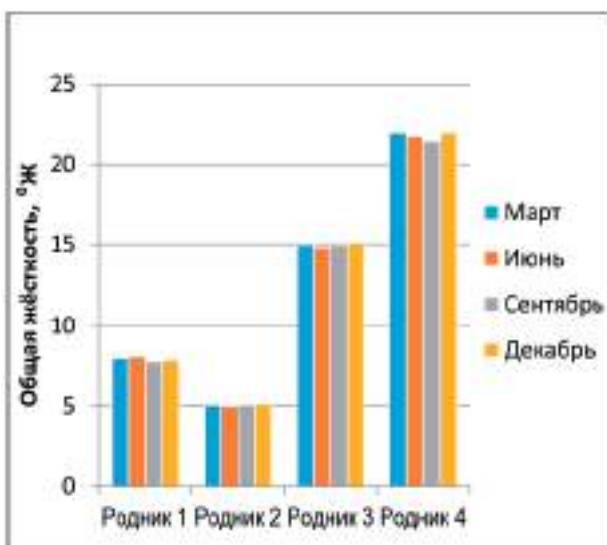


Рис. 1. Жёсткость родниковой воды

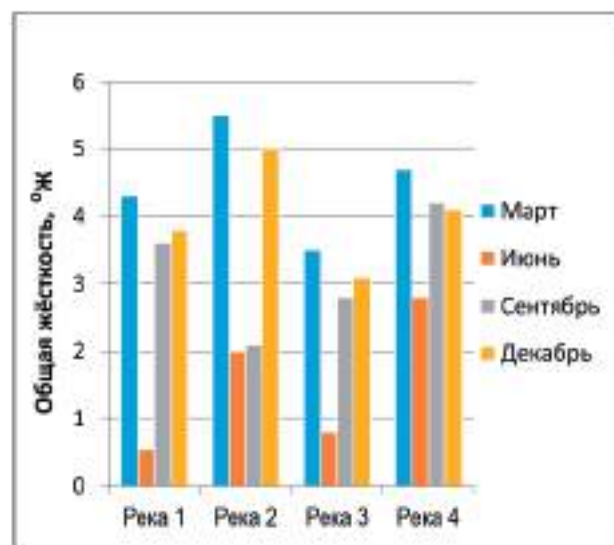


Рис. 2. Жёсткость речной воды

Какие из приведённых выводов соответствуют результатам, представленным на диаграммах?

1. Жёсткость воды исследуемых родников и рек сильно зависит от времени года.
2. Воду исследуемых родников можно считать мягкой.
3. Вода исследуемых родников имеет практически постоянную жёсткость в течение всего года.
4. Жёсткость воды исследуемых рек не позволяет использовать её для технических целей.
5. Вода исследуемых рек имеет максимальное значение жёсткости в марте.

## Задание 4

При кипячении воды из родника на стенках чайника образуется много накипи. Жёсткость родниковой воды до кипячения составляла 18 °Ж.

1. Изменится ли значение жёсткости воды после кипячения? Обоснуйте ответ. Составьте уравнения соответствующих реакций.

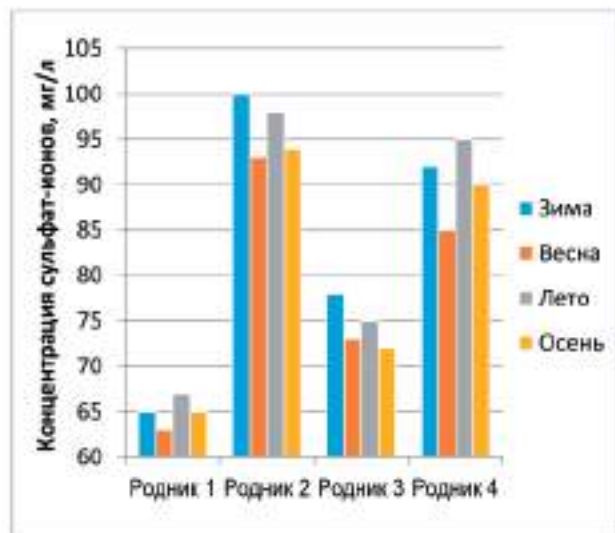
2. Предложите химический способ удаления накипи со стенок чайника в домашних условиях. Обоснуйте ответ. Составьте уравнения соответствующих реакций.

## Задание 5

Сульфаты – распространенные компоненты природных вод. Их присутствие в воде обусловлено растворением некоторых минералов, например гипса. Сульфаты в питьевой воде не оказывают токсического воздействия на человека, однако ухудшают ее вкус. Предельно допустимая концентрация (ПДК) сульфатов в воде составляет 500 мг/л.

Результаты анализов воды родников на содержание сульфат-ионов представлены на диаграмме.

Какие из приведённых выводов соответствуют результатам, представленным на диаграмме?



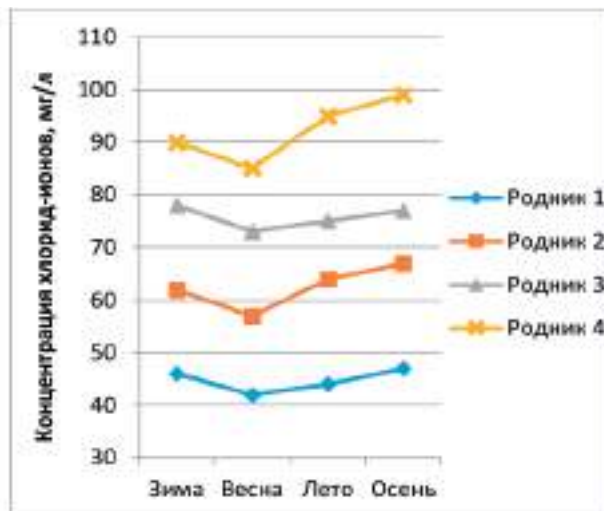
1. Содержание сульфат-ионов в исследуемых родниках отличается незначительно.
2. Во всех исследуемых родниках содержание сульфат-ионов в воде соответствует санитарной норме.
3. Содержание сульфат-ионов в воде исследуемых родников подвержено незначительным сезонным колебаниям.
4. Сульфаты принимают участие в круговороте серы.
5. Сульфат-ионы могут попадать в родниковую воду в результате растворения природных солей серной кислоты.

## Задание 6

Хлориды присутствуют практически во всех пресных поверхностных и грунтовых водах. Присутствие в воде хлорида натрия обуславливает её солёный вкус уже при концентрациях свыше 250 мг/л. Если вода содержит хлориды кальция и магния, то солёность воды ощущается при концентрациях свыше 1000 мг/л. Именно по органолептическому показателю – вкусу – установлена ПДК хлоридов в питьевой воде – 350 мг/л.

При исследовании качества воды родников наряду с другими показателями учёные определяли содержание хлорид-ионов в воде в разное время года.

Результаты анализов воды родников на содержание хлорид-ионов представлены на графике.



*Опишите проведённые учёными исследования. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.*

Исследование воды родников проводилось с целью определения зависимости \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

- 1) время года;
- 2) содержание хлорид-ионов;
- 3) общая минерализация;
- 4) температура воды;
- 5) цветность воды.

## Задание 7

При анализе качества родниковой воды на соответствие химическим и микробиологическим показателям проводили трёхкратное исследование проб, отбирая из них по 100 мл воды.

*Объясните, с какой целью исследование проб проводилось трёхкратно.*

---



---



---

## Методические комментарии

Родниковую воду принято считать чистой. Но так ли это? На этот вопрос можно получить ответы при выполнении комплексного задания «Родники вы мои, родники...».

Комплекс заданий состоит из 7 заданий, которые относятся к разным компетентностным областям и направлены на формирование различных умений, связанных с естественнонаучной грамотностью. Выполняя задание, учащиеся могут проявить умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, применять имеющиеся естественнонаучные знания для объяснения фактов, явлений, процессов, продемонстрировать понимание особенностей естественнонаучного исследования.

Задания 1, 2, 3 и 5 относятся к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Эти задания направлены на формирование умений анализировать, интерпретировать данные, представленные в различной форме, и делать на основе этого анализа выводы. В задании 1 учащимся надо проанализировать качество проб воды из родника до и после очистки, сопоставить их с требованиями санитарно-гигиенических норм, а затем выбрать выводы-утверждения об эффективности очистки воды. Необходимость провести анализ большого массива представленных в таблице данных позволяет считать уровень сложности



этого задания высоким. В задании 2 требуется отметить правильные выводы-утверждения о содержании в воде в разное время года нитратов, избыток которых ведет к неблагоприятным последствиям для человеческого организма. Задание 5 аналогично заданию 2 с той лишь разницей, что в нём надо проанализировать данные о содержании в родниковой воде сульфатов, которые ухудшают её вкус. В задании 3 поставлена более сложная задача: при его выполнении необходимо сопоставить данные о жёсткости родниковой и речной воды – важнейшем показателе её качества, которые представлены на двух диаграммах.

Задание 4 связано с распространённым явлением – жёсткостью природной воды, которая может быть обусловлена наличием в ней гидрокарбонатов кальция и магния. Жёсткость значительно ухудшает качество воды: в жёсткой воде мыло теряет моющие свойства, плохо развариваются мясо и овощи, очень плохо заваривается чай. Постоянное употребление жёсткой воды может привести к образованию камней в почках. Жёсткая вода непригодна для технических целей. Из повседневной практики известно, что кипячение снижает жёсткость воды, при этом на стенках чайника образуется накипь. Задание относится к компетентностной области «научное объяснение явлений», в нём требуется не просто указать на снижение жёсткости при кипячении, а объяснить причину этого факта, применив соответствующие естественнонаучные знания, в данном случае – знания о химических процессах, которые происходят при кипячении воды с гидрокарбонатами кальция и магния, обуславливающими её жёсткость. Ответ

необходимо обосновать, составив соответствующие уравнения реакций. Аналогичным образом надо обосновать химический способ удаления накипи в домашних условиях. Задания 3 и 4 могут быть использованы при изучении тем «Металлы IIА-группы», «Соли угольной кислоты», «Жёсткость воды» в курсе химии в 9 классе.

Задания 6 и 7 составляют третью группу заданий, которые относятся к компетенции «понимание особенностей естественнонаучного исследования» и представляют процедурный тип знания. Задание 6 направлено на формирование умения распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе, а задание 7 – на формирование умения описывать и оценивать способы, которые используют учёные для обеспечения надёжности и достоверности полученных результатов. Задание 7 требует развёрнутого ответа. Как и все задания с развёрнутым ответом, это задание формирует также метапредметное умение использовать адекватные речевые средства для выражения мыслей, в том числе в письменной форме.

Таким образом, комплексное задание «Родники вы мои, родники...» в целом имеет междисциплинарный характер и может быть использовано при изучении различных тем школьного курса химии и биологии.

Комплексное задание «Родники вы мои, родники...» носит междисциплинарный характер и имеет непосредственное отношение к состоянию окружающей среды, влияющему на здоровье человека. Помимо уже указанных тем школьного курса химии, это задание можно использовать в курсе биологии в 9 классе при изучении темы «Человек и окружающая среда».

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный, здоровье, качество окружающей среды	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 4, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 2**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный, здоровье, качество окружающей среды	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 2, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 3**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный, качество окружающей среды	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 3, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 4**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Личный, окружающая среда	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	<p>Даны верные ответы на каждый поставленный вопрос И составлены уравнения реакций. В ответе могут быть составлены уравнения реакций для соединений только одного металла – кальция или магния.</p> <p>1. Говорится, что при кипячении воды гидрокарбонаты кальция и магния, которые обуславливают её жёсткость, будут разлагаться с образованием нерастворимых карбонатов кальция и магния соответственно:</p> $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = \text{MgCO}_3\downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <p>Указано, что при кипячении содержание ионов кальция и магния в воде уменьшится, значит, жёсткость воды снизится.</p>

Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	<b>2</b>	2. Говорится, что накипь представляет собой карбонаты кальция и магния, которые легко можно удалить действием кислоты: $MgCO_3 + 2H^+ = Mg^{2+} + CO_2 + H_2O$ $MgCO_3 + 2H^+ = Mg^{2+} + CO_2 + H_2O$ Говорится, что в домашних условиях можно использовать уксусную, И/ИЛИ лимонную кислоту, И/ИЛИ некоторые товары бытовой химии для удаления накипи, содержащие кислоту
<b>1</b>	Дан полный верный ответ на один из вопросов ИЛИ дан частично полный ответ: указано, что жёсткость воды снизится, но не дано обоснование этого явления	
<b>0</b>	Другие ответы	

### Задание 5

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный, здоровье, качество окружающей среды	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 2, 3. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 6

Содержательная область оценки	Физические системы	
	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный, здоровье, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Сложный множественный выбор	
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 2, 1: Были проведены исследования по определению зависимости содержания хлорид-ионов (2) от времени года (1). Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 7

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	

Контекст	Местный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность полученных результатов	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что трёхкратное исследование проб воды необходимо для повышения достоверности и точности результата
	<b>0</b>	Другие ответы

## Кейс 7.

# ЧАЙ ИЛИ КОФЕ?

Чай и кофе являются сегодня самыми популярными напитками на земле. И чай, и кофе содержат кофеин. Но если чай почти все считают напитком полезным, то отношение к кофе неоднозначно. Многие считают, что употребление кофе – это вредная привычка, аналогичная употреблению алкоголя и табака. Споры между диетологами относительно полезного и вредного действия кофе на организм не утихают.



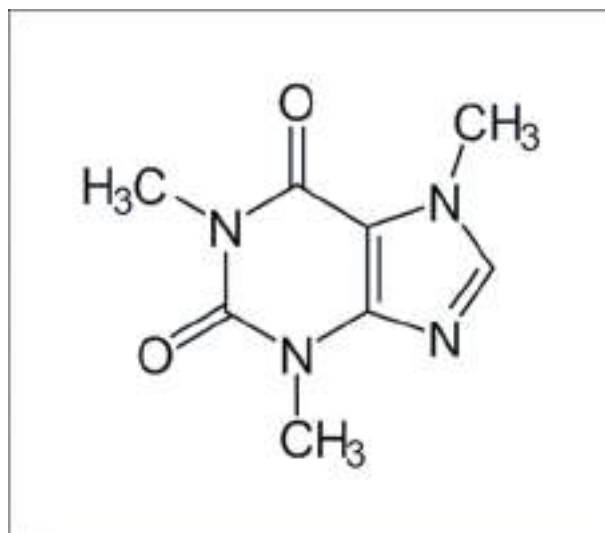
### Задание 1

В некоторых растениях, таких как кофе, чай, какао, кола и др., содержится кофеин – органическое вещество, которое относится к алкалоидам. Кофеин оказывает стимулирующее влияние на центральную нервную систему, повышает двигательную активность, умственную и физическую работоспособность, уменьшает усталость и сонливость.

Однако кофеин противопоказан при повышенной возбудимости, бессоннице, гипертонии и атеросклерозе, заболеваниях сердечно-сосудистой системы, при глаукоме. Максимальная суточная доза кофеина составляет 1000 мг, разовая – 400 мг, при дозировке больше 200 мг кофеин оказывает токсическое воздействие на сердечную мышцу.

В составе напитков кофеин получил распространение как «бытовой» стимулятор центральной нервной системы. Для тех, кому противопоказано употреблять продукты, содержащие большое количество кофеина, существует *декофеинизированный* кофе, кофеин из которого удаляют путём экстракции из сырых зелёных зёрен кофе.

В таблице показано содержание кофеина в различных напитках<sup>15</sup>.



Напиток	Содержание кофеина, мг/100 мл напитка
Кофе эспрессо	30
Кофе растворимый	45
Кофе декофеинизированный	2,5
Чай чёрный	15
Чай зелёный	13
Молочный шоколад	20
Кока-кола	10

Какие из приведенных ниже выводов можно сделать на основе информации, представленной в тексте и таблице?

1. Содержание кофеина в кофе зависит от места произрастания кофейного дерева.
2. Чёрный кофе можно употреблять в течение дня в неограниченном количестве без вреда для здоровья.
3. Содержание кофеина в зелёном чае меньше, чем в кофе эспрессо.
4. Декофеинизирование значительно уменьшает количество кофеина в кофе, но не позволяет избавиться от него полностью.
5. Молочный шоколад является полезным продуктом детского питания.

## Задание 2



Кофейное зерно содержит более 400 различных веществ. Состав кофе может изменяться в зависимости от сорта и региона выращивания. У каждого сорта кофе свой уникальный набор веществ, которые влияют на оттенки его вкуса и аромата. Учёные всего мира исследуют состав кофейных зёрен, но до сих пор никому не удалось создать синтетический ароматизатор кофе.

При обжарке влажных зелёных кофейных зёрен вещества, содержащиеся в них, претерпевают превращения, в результате чего формируются особенный вкус и аромат кофе. Процесс обжарки кофе дает до 800 разных привкусов.

Изменения основных компонентов кофейных зёрен в процессе обжаривания представлены в таблице<sup>16</sup>.

Компонент	Массовая доля сухих веществ до обжаривания, %	Массовая доля сухих веществ после обжаривания, %
Вода	11,3	2,7
Растворимые вещества (сумма)	29,5	21,6
Азотистые вещества	12,6	11,7
Жир	11,7	12,2
Сахара	7,8	0,4
Декстрин	0,4	1,0
Клетчатка	23,9	20,3
Гемицеллюлозы	5,0	2,4
Зольные вещества	3,8	3,3
Кофеин	1,99	2,12
Кофедубильная кислота	8,4	4,7
Хлоргеновая кислота	9,6	3,8

Установлено, что в процессе обжарки количество кофеина практически не меняется, однако его массовая доля в обжаренных кофейных зёрнах возрастает. Выскажите предположение, почему это происходит.



## Задание 3

Растворимый кофе – напиток, который получают из кофейных зёрен, превращая их с помощью различных технологических процессов в водорастворимый порошок или гранулы. При изготовлении растворимого кофе кофейные зёрна обжаривают, измельчают, обрабатывают горячей водой и получают кофейный экстракт, который затем высушивают различными способами. Качество растворимого кофе зависит прежде всего от качества исходного сырья и технологического процесса его переработки. Так, распыляя кофейный экстракт в потоке горячего воздуха, получают *порошковый* кофе; замораживание кофейного экстракта и последующее удаление из полученных кристаллов воды в вакууме позволяет получить гранулы так называемого *сублимированного* кофе, который превосходит по аромату и вкусовым качествам порошковый кофе.



Учёными были проведены исследования процесса экстрагирования водорастворимых веществ, содержащихся в кофе, при температуре 20–95 °С. Было установлено, что увеличение степени измельчения кофейных зёрен и проведение указанного процесса при температуре 85–95 °С способствует более полному извлечению (экстракции) растворимых веществ из кофе.

*Опишите проведённый учёными эксперимент. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.*

Ученые изучали влияние \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_.

- 1) сорт кофе;
- 2) степень измельчения кофейных зёрен;
- 3) полнота экстракции растворимых веществ;
- 4) степень обжарки кофейных зёрен;
- 5) температура;
- 6) растворитель.

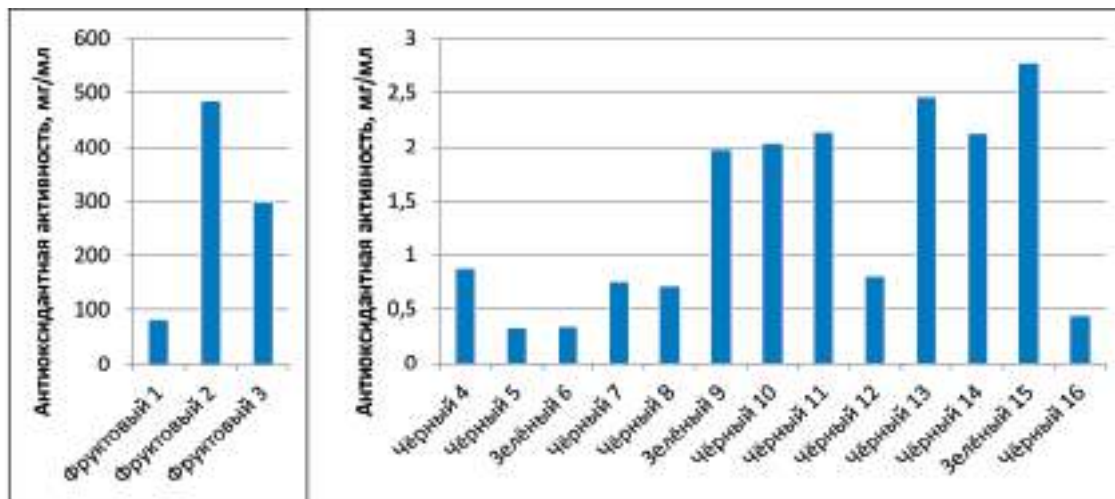
## Задание 4

Чай является напитком, содержащим антиоксиданты – вещества, которые замедляют процессы окисления, в том числе вызванные действием свободных радикалов – частиц, содержащих неспаренный электрон. Известно, что свободные радикалы ускоряют процесс окисления и разрушения молекул и тем самым играют значительную роль в образовании и развитии многих заболеваний. Способность растительного сырья улавливать свободные радикалы характеризуется его антиоксидантной активностью.

Антиоксидантная активность может быть измерена путём определения концентрации (мг/мл) экстракта чая, которая необходима для улавливания 50 % свободных радикалов. Чем ниже значение концентрации чая, необходимой для улавливания 50 % свободных радикалов, тем выше его антиоксидантная активность.

Учёными была исследована антиоксидантная активность фруктового, зелёного и чёрного чая различных сортов в пакетиках (образцы 1–16). Результаты исследований представлены на диаграммах<sup>17</sup>.





### Какие выводы можно сделать на основе анализа диаграмм?

1. Антиоксидантная активность фруктового чая практически не отличается от антиоксидантной активности исследуемых сортов зелёного и чёрного чая.
2. Регулярное употребление зелёного чая снижает риск развития онкологических заболеваний.
3. Зелёный чай по сравнению с чёрным обладает более высокой антиоксидантной активностью.
4. Исследуемые сорта зелёного и чёрного чая по сравнению с фруктовым чаем обладают большей антиоксидантной активностью.
5. Антиоксидантная активность чая зависит от его сорта.

## Методические комментарии

Комплекс заданий «Чай или кофе?» относится к содержательной области «Живые системы» и связан с употреблением в пищу наиболее популярных напитков – чая и кофе, которые обладают тонизирующим действием на организм человека.

При выполнении задания учащиеся могут проявить умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, продемонстрировать понимание методов научного исследования.

Задания 1, 2 и 4 относятся к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». При выполнении этих заданий у учащихся формируется умение анализировать, интерпретировать представленные в различной форме данные и делать соответствующие выводы.

В задании 1 необходимо провести анализ данных о содержании в различных напитках кофеина. Известно, что кофеин оказывает стимулирующее действие на центральную нервную систему, повышает умственную и физическую активность, но негативно влияет на состояние организма в больших дозах. На основании анализа данных таблицы следует выбрать вывод-утверждение, характеризующее содержание кофеина в этих напитках.

Анализ информации в табличной форме необходим также при выполнении задания 2, в котором требуется сравнить содержание некоторых веществ, входящих в состав кофейных зёрен, до и после обжаривания и дать развёрнутое объяснение причины изменения массовой доли кофеина в них.

Задание 3 посвящено исследованию условий осуществления процесса экстрагирования водорастворимых веществ, содержащихся в кофе, при получении популярного напитка – растворимого кофе. Это задание связано с компетенцией «понимание особенностей научного исследования» и относится к процедурному типу знания. Задание направлено на формирование умения распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе.

Сложным для учащихся может оказаться задание 4, в котором требуется сравнить данные об антиоксидантной активности, т. е. способности улавливать свободные радикалы, шестнадцати образцов чёрного, зелёного и фруктового чая. Высокий уровень сложности задания обусловлен тем, что информация в нём представлена на двух диаграммах с разной ценой деления шкалы, на которой отложены значения антиоксидантной активности.

Комплексное задание «Чай или кофе?» носит междисциплинарный характер, затрагивает повседневную жизнь человека и имеет отношение к его здоровью. Задание может быть

использовано в курсе биологии при рассмотрении вопросов, связанных со здоровым питанием, а также в курсе химии при изучении темы «Массовая доля вещества в смеси».

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Личный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 3, 4
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

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	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы. Предлагать объяснительные гипотезы	
Тип знания	Процедурное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что масса кофеина при обжарке кофе почти не меняется, но происходит потеря влаги, вследствие чего его массовая доля в обжаренном кофе возрастает по сравнению с зелёным кофе
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 3

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей научного исследования	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	

Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 523 ИЛИ 253: Учёные изучали влияние <i>температуры</i> (5) и <i>степени измельчения кофейных зёрен</i> (2) на <i>полноту экстракции растворимых веществ</i> (3)
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 4

Содержательная область оценки	Живые системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов. Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких верных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 4, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

## Кейс 8.

# 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 неразрушенного 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 метиленовый 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 активированного угля, полученных из различного сырья и используемых для изготовления бытовых фильтров для очистки водопроводной воды<sup>18</sup>.

Сырьё для производства активированного угля	Прочность на истирание, %	Адсорбционная активность по иоду, %	Адсорбция по метиленовому голубому, 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? Обоснуйте 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 (фильтр 1 и фильтр 2). Фильтрованию подвергали воду, содержащую толуол в различной концентрации.

*Опишите проведённый эксперимент. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.*

Изучено влияние \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_.

- 1) температура воды;
- 2) время поглощения толуола;
- 3) степень поглощения толуола адсорбентом;
- 4) исходная концентрация толуола;
- 5) остаточная концентрация толуола;
- 6) скорость фильтрации.

## Задание 3

В процессе исследования возможности использования углеродных волокнистых материалов в качестве адсорбентов для доочистки водопроводной воды от органических загрязнителей учёные определяли степень поглощения толуола фильтрами, изготовленными из этих материалов (фильтр 1 и фильтр 2). Фильтрованию подвергали воду, содержащую толуол в различной концентрации.

Результаты исследований представлены на диаграмме<sup>19</sup>.

*Какой из приведенных ниже выводов можно сделать на основании анализа данных, представленных на диаграмме?*

1. Начальная концентрация толуола не влияет на эффективность его поглощения фильтрами на основе углеродных волокнистых материалов.
2. Степень поглощения толуола из воды фильтрами, изготовленными из исследуемых углеродных волокнистых материалов, уменьшается с ростом исходной концентрации толуола.



3. Способность углеродных волокнистых материалов поглощать толуол зависит от температуры.

4. При одинаковых исходных концентрациях толуола эффективность его поглощения фильтром 2 незначительно выше, чем фильтром 1.

5. Исследуемые углеродные волокнистые материалы способны эффективно поглощать органические вещества любого состава и строения.

## Задание 4

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<sup>20</sup>.



При определении возможности использования исследуемых углеродных волокнистых материалов для очистки воды от толуола следует учесть его предельно допустимую концентрацию в воде, которая составляет 0,5 мг/л.

*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 нём составляет 0,40 ммоль/л.*

## Задание 5

Нефть и нефтепродукты практически нерастворимы в воде. Попадая в воду, они образуют маслянистую плёнку, которая препятствует поступлению кислорода в воду и тем самым оказывает вредное воздействие на живые организмы, пагубно влияет на все звенья биологической цепи. Именно поэтому нефть и нефтепродукты относятся к приоритетным загрязнителям биосферы.

В случае разливов нефти или нефтепродуктов на поверхности акваторий загрязнения должны быть ликвидированы в кратчайшие сроки. В настоящее время 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. Очищающего эффекта добиваются, рассыпая на загрязнённую поверхность сорбирующий материал. После этого его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку, в результате которой зачастую удаётся выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент использовать вновь.

Сорбенты для очистки воды от нефти и нефтепродуктов изготавливают из различных материалов: сухих древесных опилок, рисовой и гречишной шелухи, пористых полимерных материалов и др. Важнейшее свойство сорбента – его *сорбционная ёмкость*, определяемая массой вещества, которую сорбент способен поглотить на единицу своей массы. Другой эксплуатационной характеристикой сорбентов является их *регенерируемость*, т. е. способность сохранять сорбционную способность после неоднократного использования.

В таблице представлены данные о сорбционной ёмкости образцов некоторых нефтепоглощающих сорбентов на основе синтетических каучуков в зависимости от числа циклов использования<sup>21</sup>.



Цикл использования	Сорбционная емкость, 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, приведенных в таблице, охарактеризуйте и сравните регенерирующую способность образцов сорбентов в зависимости от числа циклов их использования.

---



---



---

## Задание 6

На графике представлена зависимость сорбционной ёмкости трёх образцов сорбентов от времени начала удаления нефтяной пленки («возраста» пленки) с поверхности воды<sup>22</sup>.

Используя данные графика, сделайте вывод о том, как время начала удаления нефтяной пленки с помощью различных сорбентов влияет на эффективность её удаления с поверхности воды.

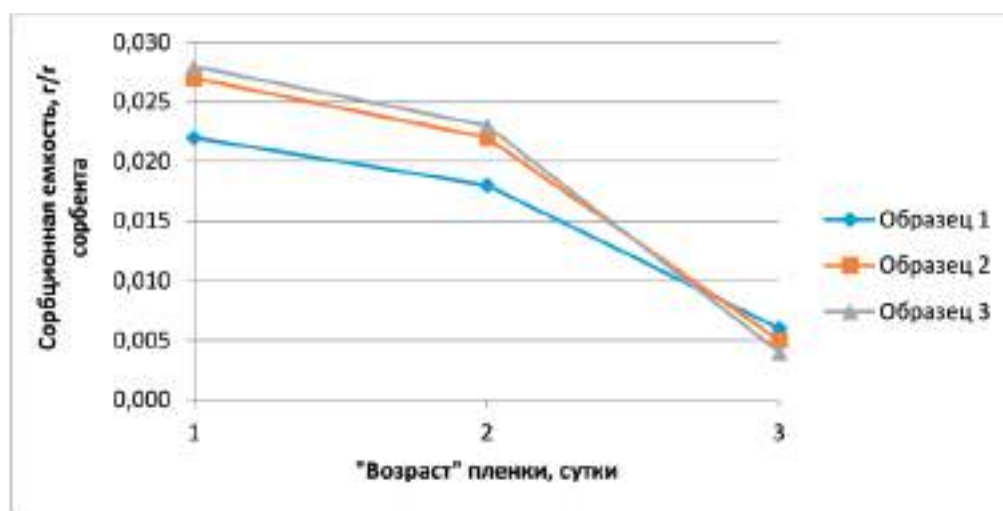
---



---



---



## Методические комментарии

Комплекс заданий связан с физико-химическим явлением – сорбцией, которое находит разнообразное применение для очистки воды и воздуха, нефтепродуктов, фармацевтических препаратов, используется в защитных масках и противогазах. Выполняя задания, учащиеся могут проявить способность применять свои знания при решении реальных задач, продемонстрировать умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы. В целом это комплексное задание показывает, как наука и технологии помогают решать проблемы защиты окружающей среды и способствуют сохранению здоровья человека.

Задание 1 – задание с открытым ответом. Как показала практика, задания с развёрнутым ответом вызывают у школьников наибольшие затруднения, так как требуют связного, логичного и обоснованного изложения мыслей. Это задание относится к компетенции «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». В задании предлагается проанализировать данные о качестве образцов активированного угля и выбрать образец с наилучшими характеристиками для изготовления бытового фильтра для очистки водопроводной воды, мотивируя при этом свой выбор.

В заданиях 2–4 рассказывается об исследованиях новых углеродных материалов для доочистки водопроводной воды. Задание 2 относится к компетенции «понимание особенностей естественнонаучного явления» и процедурному типу знания. Это задание направлено

на формирование умения распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной проблеме. Компетентностная область оценки заданий 3 и 4 – «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». В этих заданиях следует проанализировать и интерпретировать информацию, представленную в графической форме, и сделать выводы об эффективности исследуемых новых адсорбционных волокнистых материалов для очистки воды. В задании 4 для формулирования соответствующего вывода необходимо также проведение несложных расчётов, т. е. применение некоторых простейших математических знаний и умений.

Задания 5 и 6, как и задания 1 и 4, являются заданиями с развёрнутым ответом. Содержание этих заданий связано с проблемой очистки водоёмов от нефтяных загрязнений с помощью различных сорбентов. Эти задания формируют умение анализировать и интерпретировать информацию, представленную в различной форме. Эффективность действия сорбентов необходимо проанализировать на основе табличных и графических данных. Задания 5 и 6 имеют непосредственное отношение к проблеме защиты биосферы от техногенных загрязнений.

Комплексное задание «Зачем нужны адсорбенты?» может быть использовано в курсе химии 9 класса при изучении темы «Углерод», а также в курсах биологии и экологии при рассмотрении экологических проблем, связанных с техногенными загрязнениями окружающей среды.

## Характеристика заданий и система их оценивания

### 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, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	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
	<b>1</b>	Дан частично полный ответ: указан образец, но отсутствует мотивация его выбора
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, здоровье	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Сложный множественный выбор	
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 4, 3: Изучено влияние <i>исходной концентрации толуола</i> (4) на <i>степень поглощения толуола адсорбентом</i> (3)
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 3

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны ответы 2, 4. Другие не выбраны
	<b>0</b>	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, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Проведены вычисления И сделан аргументированный вывод: Исходная концентрация толуола равна $0,4 \text{ ммоль/л} \cdot 92 \text{ мг/ммоль} = 0,368 \text{ мг/л}$ . Степень очистки обоими фильтрами при этой исходной концентрации составляет примерно 95 %, значит, остаточная концентрация будет равна $0,368 \text{ мг/л} \cdot 0,05 = 0,0184 \text{ мг/л} < 0,5 \text{ мг/л}$ , т. е. меньше значения предельно допустимой концентрации толуола в воде. Следовательно, использовать исследуемые волокнистые материалы для очистки воды от толуола можно
	<b>1</b>	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
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 5

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, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	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
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 6**

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, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что чем «старше» по возрасту нефтяная плёнка, тем хуже она удаляется с поверхности воды с помощью представленных образцов сорбентов
	<b>0</b>	Другие ответы

## Кейс 9.

# ЧТО ДЕЛАТЬ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ШИНАМИ?

Во всём мире растёт число автомобилей, поэтому проблема утилизации и переработки шин приобретает большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира, в том числе и для России. Это связано прежде всего с тем, что выброшенные на свалку изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды, так как резина не подвергается биологическому разложению, а скопление резиновых покрышек представляет собой удобное место для проживания целых колоний грызунов и насекомых, многие из которых являются источником инфекционных заболеваний.



В 2019 году в России введен запрет на захоронение отработанных шин и покрышек. Однако утилизация изношенных шин – непростая проблема. Их переработка требует больших затрат энергии. Тем не менее существуют способы утилизации и переработки автомобильных шин, которые позволяют, с одной стороны, экономить материальные и энергетические ресурсы, а с другой – улучшить экологическое состояние окружающей среды.

## Задание 1

Шины, вышедшие из эксплуатации, являются многотоннажным отходом потребления. В настоящее время в мире используются различные способы переработки изношенных шинных покрышек: восстановление протектора, термическая переработка с целью получения энергии, механическое измельчение для получения резиновой крошки и др. Однако некоторую часть изношенных шин вывозят на свалки.

В таблице приведены данные о количестве изношенных шин в некоторых странах и способах обращения с ними<sup>23</sup>.

Страна	Количество изношенных шин, тыс. тонн	Способ обращения с изношенными шинами, %					
		Захоронение на свалках	Получение энергии	Восстановление протектора	Получение резиновой крошки	Экспорт	Прочее
Великобритания	527	4,6	35,5	7,4	39,5	5,5	7,5
Германия	582	0	36,4	12,9	34,5	14,4	1,8
Италия	421	0	55,6	6,7	28,5	4,0	5,2
Франция	457	0	49,7	7,7	27,4	10,9	4,3
Япония	1000	7,8	64,3	5,6	10,5	11,5	0,3

Какие из приведенных ниже выводов соответствуют данным, представленным в таблице?

1. Вывозимые на свалки шины представляют экологическую опасность в странах, указанных в таблице.
2. Переработка изношенных шин позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды.
3. В большинстве стран мира изношенные шины подлежат захоронению на свалках.
4. В представленных в таблице странах подавляющее большинство изношенных шин подлежит переработке.
5. Изношенные шины используются для получения энергии во всех странах, представленных в таблице.

## Задание 2

Срок разложения вывозимых на свалки изношенных шин составляет не менее 100 лет. Находящиеся на свалке шины длительное время загрязняют окружающую среду. Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью.

В таблице приведены данные о выбросах некоторых веществ в атмосферу при сгорании угля и изношенных шин<sup>24</sup>.



Загрязняющее вещество	Сгорание угля	Сгорание изношенных шин
Сера, %	2,0	1,3–2,2
Зола, %	11,3	12,5–18,6
Цинк, ч./млн ч. воздуха	27,2	9300–20 500
Хром, ч./млн ч. воздуха	20,5	97
Никель, ч./млн ч. воздуха	16,9	77
Свинец, ч./млн ч. воздуха	8,3	60–760
Кадмий, ч./млн ч. воздуха	0,91	5–10

*На основании данных таблицы охарактеризуйте с экологической точки зрения выбросы в атмосферу веществ, образующихся при сгорании изношенных шин, в сравнении с выбросами, образующимися при сгорании угля.*

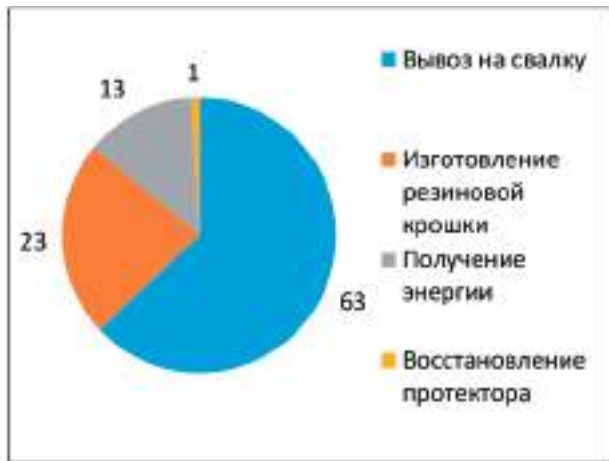
## Задание 3

Изношенные шины – ценное вторичное сырьё, которое может подлежать переработке.

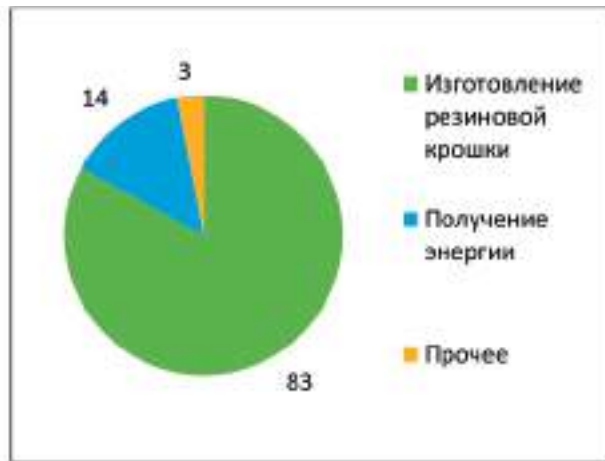
На диаграммах представлены используемые в России способы обращения с изношенными шинами (рис. 1) и методы переработки изношенных шин (рис. 2)<sup>25</sup>.

*Какие из приведенных ниже выводов соответствуют результатам, представленным на диаграммах?*

1. За последние 10 лет количество изношенных шин увеличилось в России примерно в 3 раза.



**Рис. 1.** Способы обращения с изношенными шинами в России, %



**Рис. 2.** Методы переработки изношенных шин в России, %

2. В России преимущественная часть изношенных шин не перерабатывается и вывозится на свалку.

3. Самым популярным способом переработки изношенных шин в России является изготовление из них резиновой крошки.

4. Предприятия по переработке изношенных шин в России используют передовые технологии.

5. В последние годы в России наметилась тенденция увеличения доли получения энергии из изношенных шин.

## Задание 4

Одним из методов утилизации изношенных шин является получение из них резиновой крошки, которую в дальнейшем можно использовать для изготовления дорожного покрытия, покрытий для футбольных полей, теннисных кортов и детских площадок, звукоизоляционных коврик для железнодорожных переездов и др. В России около 23 % изношенных шин перерабатывается в резиновую крошку.

В состав автомобильных шин помимо резины входят стальная проволока, текстильное волокно, сажа, а также другие наполнители и добавки. В использованной покрышке доля резины составляет около 65 %.

*Подсчитайте, сколько резиновой крошки можно получить из 1 млн тонн изношенных автомобильных шин.*

## Задание 5

Механическое измельчение изношенных шин можно проводить как при положительных температурах, так и с применением криогенных технологий<sup>26</sup>, т. е. при низких температурах. Для этого резину охлаждают до температуры  $-60...-120$  °С, используя, например, жидкий азот, температура кипения которого составляет  $-196$  °С.

*Объясните, почему криогенный метод облегчает процесс механического измельчения резины.*



## Задание 6

Сжигание изношенных шин с целью получения энергии на протяжении не одного десятка лет используется во многих странах мира. Однако при сгорании шин образуется чрезвычайно много всевозможных токсичных соединений, в том числе канцерогенных, а также соединений, вызывающих появление кислотных дождей. Для безопасной работы таких установок необходима система глубокой очистки выбросов, что требует значительных капиталовложений.

На диаграмме представлен типичный состав шин легкового автомобиля<sup>27</sup>.



*Учитывая состав шин, объясните, почему сжигание изношенных шин способствует образованию кислотных дождей.*

## Методические комментарии

Проблема утилизации и переработки шин приобретает большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира, в том числе и для России. Именно этой проблеме посвящено комплексное задание «Что делать с автомобильными шинами?»

Комплекс заданий состоит из 6 заданий, направленных на формирование различных умений, связанных с естественнонаучной грамотностью. Выполняя задание, учащиеся могут проявить умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, применять имеющиеся естественнонаучные знания в незнакомой ситуации, отличной от учебной.

Задания 1, 2 и 3 относятся к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Эти задания направлены на формирование умений анализировать, интерпретировать данные, представленные в различной форме, и делать на основе этого анализа выводы. В задании 1 учащимся надо проанализировать данные о способах обращения с изношен-

ными шинами в нескольких странах и выбрать выводы-утверждения, которые характеризуют состояние проблемы их переработки и утилизации. В задании 3 требуется проанализировать информацию о способах обращения с изношенными шинами и методах их переработки в России. Возможность сгорания изношенных шин, выброшенных на свалку, обуславливает загрязнение окружающей среды продуктами их горения. В задании 2 с развёрнутым ответом требуется на основе анализа данных таблицы охарактеризовать и сравнить с экологической точки зрения выбросы загрязняющих опасных веществ, образующихся при сгорании угля и изношенных шин.

Задания 4, 5 и 6 составляют группу заданий, относящихся к компетенции «научное исследование» и направлены на формирование умения применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения фактов, явлений, процессов. В задании 4 необходимо провести расчёты для определения массы резиновой крошки, которую можно получить в результате

переработки изношенных шин. Задания, связанные с математическими вычислениями, даже самыми простейшими, вызывают у учащихся затруднения, поэтому сложность данного задания можно охарактеризовать как высокую. В задании 5 требуется объяснить, почему при низких температурах ( $-60\dots-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) процесс механического измельчения шин значительно облегчается по сравнению с положительными температурами. В задании 6 на основе анализа состава шин легкового автомобиля, приведённого на диаграмме, учащимся предлагается объяснить, почему сжигание изношенных шин способно привести к образованию кислотных дождей.

Задания 2, 4–6 требуют развёрнутых ответов, что обычно вызывает у учащихся затруднения.

Применение таких заданий необходимо, так как их выполнение способствует формированию метапредметного умения использовать адекватные речевые средства для выражения мыслей, в том числе в письменной форме.

Комплексное задание «Что делать с автомобильными шинами?» носит междисциплинарный характер и имеет непосредственное отношение к состоянию окружающей среды, влияющему на здоровье человека. Это задание может быть использовано при изучении географии, биологии, химии, экологии, при рассмотрении экологических проблем, связанных с защитой окружающей среды от антропогенного загрязнения, а также при изучении тем «Сера» в курсе химии 9 класса и «Каучуки» в курсе химии 10 класса.

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Глобальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких верных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 4, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

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, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что при сгорании изношенных шин выделяется значительно больше вредных веществ, чем при сгорании угля. Поэтому с экологической точки зрения сгорание шин представляет бóльшую опасность, чем сгорание угля
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 3**

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, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких верных ответов	
Объект проверки	Применение соответствующих естественнонаучных знаний	
Тип знания	Содержательное	
	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 2, 3. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

**Задание 4**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Произведены расчёты: Из 1 млн тонн изношенных автомобильных шин можно получить $1 \cdot 0,23 \cdot 0,65 = 0,1495 \approx 0,15$ млн тонн резиновой крошки
	<b>1</b>	Допущена математическая ошибка, которая не повлияла на смысл ответа
	<b>0</b>	Другие ответы

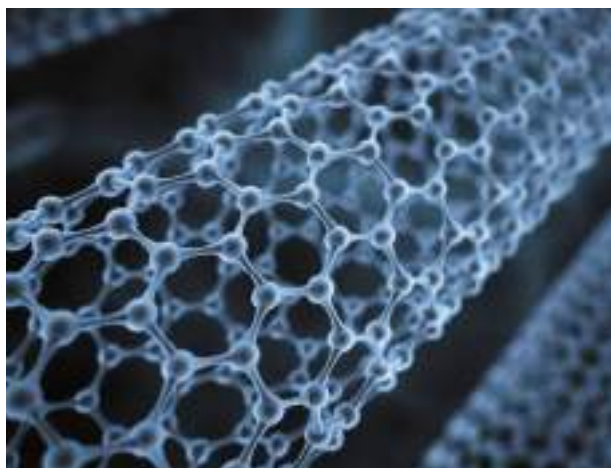
**Задание 5**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Сложный, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что при температуре $-60 \dots -120$ °С резина становится хрупкой, что облегчает процесс её механического измельчения
	<b>0</b>	Другие ответы

## Задание 6

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, опасности и риски	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Говорится, что при сгорании серы, входящей в состав резины, образуется сернистый газ $\text{SO}_2$ . Сернистый газ является одной из причин возникновения кислотных дождей, так как растворяется в воде с образованием сернистой кислоты $\text{H}_2\text{SO}_3$
	<b>1</b>	Дан частично верный ответ: указано, что при сгорании серы образуется вещество, вызывающее кислотные дожди, но продукт сгорания (сернистый газ) и продукт его взаимодействия с водой (сернистая кислота) не названы
	<b>0</b>	Другие ответы

# УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО



Для развития практически всех отраслей экономики необходимы новые материалы, обладающие высокими эксплуатационными свойствами. К их числу можно отнести материалы, содержащие в своём составе углеродные нанотрубки.

Углеродная нанотрубка (УНТ) – одна из аллотропных модификаций углерода. Это полая цилиндрическая структура диаметром от 0,5 нанометра до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров. Нанотрубки представляют собой свёрнутую в цилиндр графитовую плоскость. В зависимости от числа слоёв УНТ разделяются на однослойные (ОУНТ) и многослойные (МУНТ).

Нанотрубки открыл в 1991 году японский ученый С. Иджима. Испаряя графит в электрической дуге, он получил осадок, состоящий из микроскопических нитей и волокон. В этом осадке с помощью электронного микроскопа С. Иджима впервые обнаружил нанотрубки. Эти нанотрубки содержали разное количество слоёв и были многослойными.

Нанотрубки обладают многими уникальными свойствами. Они имеют очень высокую механическую прочность; в зависимости от строения могут проявлять как металлическую проводимость, так и полупроводниковые свойства. УНТ обладают высокоразвитой поверхностью и поэтому проявляют высокие адсорбционные свойства – способность поглощать молекулы химических веществ. Каналы внутри трубок можно заполнить молекулами различных веществ, что позволяет использовать УНТ в качестве контейнеров для хранения газообразных химических соединений или активных молекул.

Нанотрубки, добавленные в самые различные материалы в очень небольшом количестве, значительно улучшают их свойства. Нанотрубки способны образовывать комплексы со многими лекарственными веществами, что позволяет использовать их в системах адресной доставки лекарств внутри организма человека.

Уникальные электронные свойства нанотрубок находят применение в диодах, транзисторах, электронных пушках и зондовых микроскопах. Механическая прочность нанотрубок используется в композитных материалах, из которых можно изготавливать сверхлегкие и сверхпрочные ткани для одежды пожарных и космонавтов. Нанотрубки – один из важных компонентов электромеханических наноустройств.

## Задание 1

Для нанотрубок характерна низкая плотность – 1,4 г/см<sup>3</sup> для однослойных и 1,8 г/см<sup>3</sup> для многослойных. В таблице представлены важнейшие физико-механические свойства некоторых материалов, содержащих углерод<sup>28</sup>.

*Прочность на растяжение* определяется предельным значением силы, при которой происходит разрыв материала, *модуль упругости* характеризует способность материала упруго деформироваться при приложении к нему силы. *Удельная прочность* – это предел прочности материала, отнесённый к его плотности. *Удельный модуль упругости* – это отношение модуля упругости к плотности. Чем выше значения этих показателей для конкретного материала, тем лучшими физико-механическими свойствами он обладает.

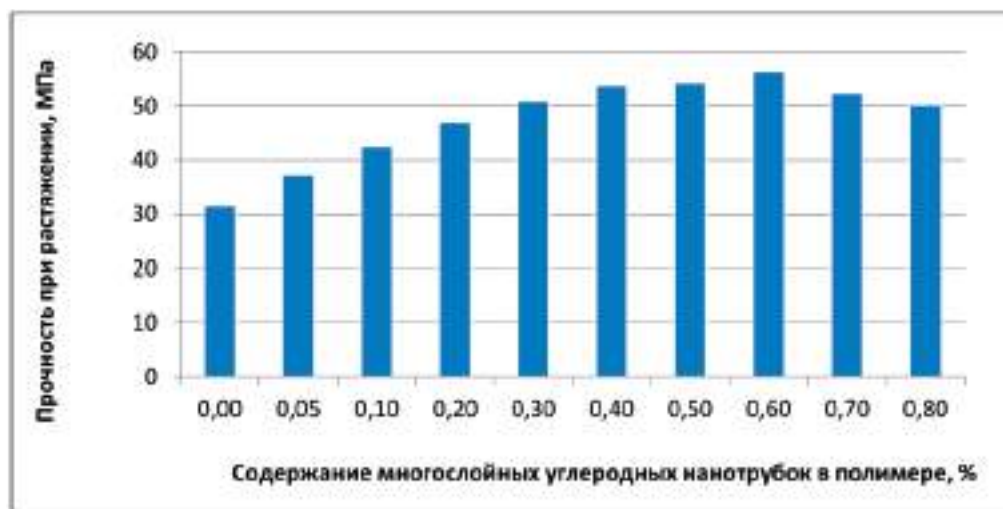


Физико-механическое свойство	Углеродистая сталь	Графит	Углеродные волокна	ОУНТ	МУНТ
Прочность на растяжение, ГПа	0,4	100	3–7	300–1500	300–600
Модуль упругости, ГПа	200	1000	200–800	1000–5000	500–600
Удельная прочность, ГПа	0,05	50	2–4	150	750
Удельный модуль упругости, ГПа	26	500	100–400	500–2500	250–500
Плотность, г/см <sup>3</sup>	7,7–7,9	2,08–2,23	1,7–1,9	1,4	1,8

На основании представленной информации и данных таблицы сделайте предположение, почему нанотрубки имеют перспективу применения в составе материалов, используемых в различных областях техники и промышленности.

## Задание 2

В процессе исследования физико-механических свойств новых твёрдых полимерных композитных материалов, содержащих добавки многослойных углеродных нанотрубок, ученые определяли их *прочность при растяжении*. Чем большее значение имеет прочность при растяжении образца, тем выше его физико-механические свойства. Результаты исследований представлены на диаграмме<sup>29</sup>.



Какие из приведенных ниже выводов можно сделать на основании анализа данных, представленных на диаграмме?

1. Увеличение содержания многослойных углеродных нанотрубок в образцах в интервале от 0,05 до 0,80 % прямо пропорционально увеличивает прочность при растяжении образцов композитных материалов.
2. Введение многослойных углеродных нанотрубок в состав полимерных композитных материалов увеличивает их термостойкость.
3. Максимальную прочность при растяжении имеют образцы композитных материалов, в которых содержание многослойных углеродных нанотрубок составляет 0,60 %.

4. Увеличение содержания многослойных углеродных нанотрубок от 0,50 до 0,80 % приводит к значительному снижению твёрдости образцов полимерных композитных материалов.

5. Введение добавок многослойных углеродных нанотрубок в состав полимерных композитных материалов позволяет регулировать их прочность при растяжении.

## Задание 3

В современных технологических процессах обработки металлов в машиностроительных и металлургических производствах широко используются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Их применение способствует существенному увеличению стойкости инструментов, повышению качества обработки. Основой для СОЖ служат минеральные масла, в качестве добавок используют синтетические вещества, растительные и животные масла, эмульгаторы, бактерициды. В процессе использования СОЖ загрязняются и подвергаются биопоражению, в результате чего они становятся непригодными для дальнейшего использования.

Учёные исследовали возможность применения многослойных углеродных нанотрубок в качестве бактерицидных добавок в СОЖ с целью уменьшения их биопоражения. В СОЖ вводили добавки многослойных углеродных нанотрубок, а также их добавки в сочетании с органическим веществом – триэтаноломином (ТЭА). Степень биопоражения СОЖ определяли в баллах по изменению окраски СОЖ в присутствии индикатора, используя соответствующую шкалу:

- 1 балл – отсутствие микроорганизмов;
- 2 балла – удовлетворительная биостойкость;
- 3 балла – неудовлетворительная биостойкость;
- 4 балла – полное биопоражение.

Результаты биологического поражения СОЖ с добавками нанотрубок и одного из наиболее часто используемых бактерицидов приведены в таблице<sup>30</sup>.

Бактерицид	Биопоражение, балл					
	30 сут.	60 сут.	90 сут.	120 сут.	150 сут.	180 сут.
Без бактерицида	1	2	3	3	4	4
Наиболее часто используемый бактерицид	0	0	1	1	2	3
МУНТ	0	0	0	0	0	1
МУНТ + ТЭА	0	0	0	0	0	0

*На основании данных таблицы сделайте вывод об эффективности многослойных углеродных нанотрубок в качестве бактерицидных добавок в СОЖ. Расположите исследованные бактерициды в ряд по уменьшению эффективности их воздействия на микроорганизмы.*

## Задание 4

Во многих отраслях промышленности, например шинной, обувной, кабельной, требуются особые свойства резинотехнических изделий. Для получения материала с заданными свойствами в резиновую смесь вводят различные добавки.

При изучении возможности использования в качестве добавки в резиновую смесь углеродных нанотрубок были изготовлены контрольные образцы каучуков без добавок нанотрубок и образцы, содержащие 4 % нанотрубок. Свойства полученных образцов каучуков с добавками нанотрубок и без добавок сравнивали с нормативными показателями, определяемыми государственным стандартом. Результаты исследований показали, что добавление в резиновую смесь нанотрубок в количестве 4 % позволяет использовать полученные каучуки при изготовлении резинотехнических изделий для обувной и кабельной продукции.

Поясните, с какой целью при проведении эксперимента:

а) использовались контрольные образцы каучуков;

б) свойства полученных каучуков сравнивали с нормативными показателями, определяемыми государственным стандартом.

а) \_\_\_\_\_

б) \_\_\_\_\_

## Задание 5

Учёные получили новые полимерные композитные материалы для изготовления полимерных стёкол. В состав новых материалов были введены добавки многослойных нанотрубок в разном количестве и исследованы их физико-механические свойства – *прочность при растяжении*. Для измерения прочности при растяжении образцы растягивали с постоянной скоростью и определяли максимальную нагрузку, которую выдерживает образец до разрыва.

Опишите проведённые учёными исследования. Для этого дополните предложение, выбрав фразы из списка.

Исследования полимерных композитных материалов проводились в целях определения зависимости их \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

- 1) скорость растяжения;
- 2) температура;
- 3) давление;
- 4) прочность при растяжении;
- 5) содержание многослойных углеродных нанотрубок.

## Методические комментарии

Комплекс заданий «Углеродные нанотрубки – материалы будущего» связан с разработкой материалов, обладающих уникальными свойствами. Можно сказать, что с этими материалами связано развитие практически всех отраслей промышленности, строительства, медицины и экономики в целом. При выполнении задания учащиеся могут продемонстрировать понимание методов научных исследований, применить умение анализировать и интерпретировать данные, делать выводы. В целом это комплексное задание показывает роль науки и технологий в создании новых веществ и материалов, необходимых для решения разнообразных народно-хозяйственных и экономических задач, стоящих перед современным обществом.

Содержательную основу заданий этого блока составляют физические системы. Задания 1–3 относятся к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов» и направлены на формирование умения анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы. Задание 1 – задание с открытым ответом. Его сюжет связан с уникальными

физико-механическими свойствами углеродных нанотрубок. В задании предлагается проанализировать и сопоставить важнейшие свойства углеродсодержащих материалов и сделать вывод о причинах расширения перспективы использования углеродных нанотрубок в составе материалов, применяемых в различных областях промышленности и техники. Диаграмма, представленная в задании 2, показывает, какое влияние оказывает введение нанотрубок в полимерные материалы на их физико-механические свойства. На основе анализа представленной информации учащимся требуется выбрать правильные утверждения, характеризующие это влияние. В задании 3 рассматривается проблема биопоражения смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), широко используемых в технологических процессах обработки металлов в машиностроительных и металлургических производствах. Биопоражение наносит серьёзный экономический ущерб. Учащимся необходимо проанализировать данные о биопоражении СОЖ, содержащих нанотрубки, и сравнить их с результатами биопоражения СОЖ с добавками традиционно используемых бактерицидных средств.

Задания 4 и 5 относятся к компетентностной области «понимание особенностей естественно-научного исследования» и процедурному типу знания. В задании 4 описаны исследования по изучению возможности использования нанотрубок в составе резины, а в задании 5 – в составе полимерных стёкол.

Задание 4 направлено на формирование умения описывать и оценивать способы, которые используют учёные для обеспечения надёжности и достоверности полученных результатов. Задание 5 связано с формированием умения

распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной проблеме.

Задания 1, 3 и 4 предполагают развёрнутый аргументированный ответ, что традиционно вызывает у учащихся затруднения, поэтому выполнение таких заданий формирует также метапредметное умение адекватно использовать речевые средства для решения поставленных задач.

Комплексное задание «Углеродные нанотрубки – материалы будущего» может быть использовано в курсе химии 9 класса при изучении темы «Аллотропные видоизменения углерода».

## Характеристика заданий и система их оценивания

### Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Говорится, что по физико-механическим свойствам нанотрубки значительно превосходят все остальные материалы. Низкая плотность нанотрубок при их высокой механической прочности позволяет снизить массу изготавливаемых с их использованием материалов, сохраняя высокую прочность
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 2

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких правильных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбраны утверждения 3, 5. Другие не выбраны
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 3

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Сделан правильный вывод о сравнительной эффективности нанотрубок как бактерицидных добавок И бактерициды расположены по уменьшению эффективности воздействия на микроорганизмы в правильной последовательности: МУНТ обладают высокой антимикробной активностью и значительно стабилизируют СОЖ по отношению к биопоражению. Эффективность воздействия бактерицидов на микроорганизмы уменьшается в ряду: (МУНТ + ТЭА) > МУНТ > наиболее часто используемый бактерицид
	<b>0</b>	Другие ответы

### Задание 4

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>2</b>	Даны верные ответы на оба вопроса. Говорится, что: а) наличие контрольных образцов каучуков необходимо для того, чтобы сравнить их свойства со свойствами каучуков с добавками углеродных нанотрубок и сделать выводы об эффективности введения добавок; б) сравнение свойств каучуков с добавками углеродных нанотрубок с нормативными показателями, определяемыми государственным стандартом, необходимо для того, чтобы определить возможность использования этих каучуков для изготовления резинотехнических изделий в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями
	<b>1</b>	Дан верный ответ на один из поставленных вопросов
	<b>0</b>	Другие ответы



**Задание 5**

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Понимание особенностей естественнонаучного исследования	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Сложный множественный выбор	
Объект проверки	Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе	
Тип знания	Процедурное	
Система оценивания	<b>Балл</b>	<b>Содержание критерия</b>
	<b>1</b>	Выбрана последовательность 4, 5: Исследования полимерных композитных материалов проводились в целях определения зависимости их <i>прочности при растяжении</i> (4) от содержания многослойных углеродных <i>нанотрубок</i> (5)
	<b>0</b>	Другие ответы

Несмотря на то что сегодня существует достаточное количество заданий, направленных на формирование и оценку естественнонаучной грамотности, которые размещены на интернет-сайтах<sup>31</sup> или содержатся в пособиях и сборниках<sup>32</sup>, у учителя может возникнуть необходимость или желание самостоятельно разработать подобные задания (элементы таких заданий). Как же приступить к их созданию? На что следует обратить внимание?

Необходимо сразу предупредить, 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 и уверенного владения методическими компетенциями.

Совершенно очевидно, что нельзя давать рекомендации по конструированию чего-либо – будь то любой прибор, оборудование, технологический процесс или, как в нашем случае, комплексные задания, – не познакомив разработчиков с их назначением и особенностями. Поэтому прежде всего выделим характерные особенности заданий, направленных на формирование/оценку естественнонаучной грамотности<sup>33</sup>, ссылаться на которые мы будем, давая рекомендации по их разработке.

1. Во-первых, ещё раз отметим, что задания, направленные на формирование/оценку естественнонаучной грамотности, отличаются от типичных учебных заданий по отдельным школьным предметам – физике, химии, биологии. Это сюжетные задания, объединённые в тематические блоки и построенные на описании какой-либо реальной жизненной ситуации, процесса или явления. Блок заданий должен содержать несколько вопросов-заданий, имеющих отношение к описанному сюжету. Таким образом, эти задания являются комплексными и структурированными.

Итак, сначала надо выбрать сюжет, т. е. **содержание**, на материале которого будет конструироваться комплексное задание. При выборе сюжета следует учитывать также содержание соответствующих образовательных программ, возрастные особенности учащихся и их интересы, в том числе выходящие за рамки учебных дисциплин. При этом, конечно, содержание заданий не должно основываться на ситуациях, нарушающих права человека.

Содержательные области заданий формально могут соотноситься с предметными знаниями:

«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, интегрирующие естественнонаучные (и не только!) знания учащихся.

2. Далее следует продумать **контекст**, в который помещаются описанные ситуации. Контекст позволяет учащимся применить имеющиеся у них знания в отличной от учебной реальной ситуации 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 следующую, далеко не полную тематику заданий для формирования/оценки естественнонаучной грамотности:

- здоровье и 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;
- новые научные достижения и открытия и др.

Именно эти проблемы рассматриваются в представленных в данном пособии сюжетах комплексных заданий.

3. Желательно разрабатывать задания, основу для которых составляют два **типа научного знания**, а именно:

- *содержательное знание*, то есть знание научного содержания, относящегося к уже упомянуемому принятым в международных исследованиях качества образования предметным областям («Физические системы», «Живые системы» и «Науки о Земле и Вселенной»);
- *процедурное знание*, то есть знание различных методов, используемых для получения научного знания, а также знание стандартных исследовательских процедур. 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. При этом следует избегать лженаучной информации, которая в избыточном количестве содержится в интернете. Используемая информация должна быть абсолютно достоверной, и, конечно, её необходимо адаптировать, что иногда может представлять задачу не из лёгких.

4. Важно 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.

5. Приступая к составлению вопросов-заданий к описанной ситуации, необходимо учесть **компетенции**, составляющие 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. Рассмотрим эти умения и приведём описание заданий в соответствии с указанными компетенциями.

**Компетенция «научное объяснение явлений»:**

- *Применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения явлений.* В задании следует описать стандартную ситуацию, для объяснения которой достаточно применить соответствующие предметные знания.
- *Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления.* Задание должно описывать нестандартную ситуацию, для объяснения которой её требуется преобразовать в известную модель.
- *Делать и научно обосновывать соответствующие прогнозы.* В задании на основе понимания причин явления или процесса

школьнику предлагается обосновать дальнейший ход событий.

- *Объяснять принцип действия технического устройства или технологии.* В задании школьнику следует объяснить, на каких научных законах (явлениях) основана работа того или иного технического устройства или технологии.

**Компетенция «понимание особенностей естественнонаучного исследования»:**

- *Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе, и формулировать цель исследования.* По краткому описанию хода исследования школьнику нужно сформулировать его цель.
- *Предлагать или оценивать способ научного исследования данного вопроса.* В задании следует описать проблему, а учащемуся необходимо предложить или оценить идею исследования, с помощью которого эта проблема может быть решена, а также описать основные этапы этого исследования.
- *Выдвигать объяснительные гипотезы и предлагать способы их проверки.* В задании можно описать какое-либо явление, а учащемуся надо выдвинуть гипотезы, позволяющие объяснить это явление, а также предложить способы их проверки. Гипотезы могут содержаться в самом задании, в этом случае учащийся должен предложить только способы их проверки.
- *Описывать и оценивать способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений.* В задании следует предложить учащемуся объяснить, с какой целью в исследовании применяются определённые элементы исследования (например, контрольная группа, контрольный образец и др.).

**Компетенция «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»:**

- *Преобразовывать одну форму представления данных в другую.* Задание должно содержать информацию в форме таблицы, графика, схемы, рисунка, а учащемуся при выполнении задания необходимо преобразовать одну форму представления информации в другую (например, табличную в графическую).
- *Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.* Задание должно содержать информацию, представленную в различных формах (графики, таблицы, рисунки, географические карты, схемы и пр.). На основе этой информации учащемуся требуется сформулировать соответствующие выводы.

- *Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах.* Учащемуся предлагается выявить, сформулировать или охарактеризовать допущения, на которых строится научное рассуждение, выявить тип научного текста (доказательство, рассуждение, допущение).
- *Оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников (например, из газеты, интернета, журнала).* Задание можно построить на основе научно-популярного текста, сообщений СМИ. Учащемуся следует оценить с научной точки зрения их корректность, достоверность и убедительность.

6. 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 кратким ответом рекомендуем применять дихотомическую шкалу оценивания, то есть: «1» – верный ответ, «0» – неверный ответ. Для заданий с развёрнутым ответом следует предусмотреть использование следующих вариантов: верный ответ, частично правильный ответ, неверный ответ.

7. При разработке заданий следует определить их **познавательные уровни (уровни сложности)**, которые определяются сочетанием познавательных действий, необходимых ученику для выполнения задания. Можно выделить следующие познавательные уровни:

– *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.);

– *средний уровень* предполагает несколько шагов для выполнения задания, предусматривает использование и применение необходимого знания для описания или объяснения явлений, умение выбирать соответствующие процедуры, интерпретировать или использовать наборы данных в виде таблиц или графиков;

– *высокий уровень* требует анализа сложной информации, умения обобщать и обосновывать её, формулировать выводы на основе разных источников информации, предлагать план решения проблемы.

8. Завершая работу над заданиями, следует составить характеристики каждого из них, которые включают:

- 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.

В настоящем пособии вы можете найти подобные характеристики, которыми сопровождаются все задания.

И конечно, 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.

9. Как применять разработанные задания? Об этом мы уже упоминали (см. предисловие настоящего пособия), а именно: задания можно использовать на разных этапах урока и во внеурочное время, причём как с формирующей, так и с диагностической целью, при этом важно правильно организовать учебный процесс. С этой задачей учитель, безусловно, справится.

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

В заключение напомним, что задания, направленные на формирование естественнонаучной грамотности, не противоречат требованиям ФГОС, а находятся в полном соответствии с ними. Такой вывод можно сделать, сравнив требования к образовательным результатам, сформулированные во ФГОС основного общего образования, и компетенции, которые составляют естественнонаучную грамотность в контексте международных исследований качества образования.

Очень надеемся, что наше пособие поможет учителям разобраться в сути и назначении заданий в формате международных исследований качества образования. Возможно также, что кто-то из педагогов рискнёт и возьмёт на себя смелость разработать подобные задания, учитывая при этом не только их дидактические особенности, но и специфику региона, образовательного учреждения, профиля обучения старшеклассников.

Желаем успехов!

## ЦИТИРОВАНИЯ И АВТОРСТВО

- <sup>1</sup> См.: Об исследовании PISA // ФГБУ Федеральный институт оценки качества образования. – URL: <https://fioco.ru/ru/osoko/msi/pisa>
- <sup>2</sup> См.: Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественно-научной грамотности // Центр оценки качества образования. – URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_sl.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html)
- <sup>3</sup> Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»; Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
- <sup>4</sup> Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение насел. мест : Санитар.-эпидемиол. правила и нормы : СанПиН 2.1.4.1074-01. – Изд. офиц. – Москва : Минздрав России, 2002.
- <sup>5</sup> Источник фото: Окаменелости в метро: на каких станциях искать ископаемые юрского периода // Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. – 04.06.2017. – URL: <https://www.mos.ru/news/item/24754073>
- <sup>6</sup> Источники данных:  
BP Statistical Review of World Energy 2013. – London, United Kingdom, 2013. – URL: <http://large.stanford.edu/courses/2013/ph240/lim1/docs/bpreview.pdf>  
BP Energy Outlook 2030. January 2013. – London, United Kingdom, 2013. – URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2013.pdf>
- <sup>7</sup> См.: Алиев Э. А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах. – Киев : Урожай, 1985.
- <sup>8</sup> См. там же.
- <sup>9</sup> См.: Сергоманов С. В., Вязовов А. А. Гидропонная технология возделывания томата в защищённом грунте в условиях Красноярского края // Вестник КРАСГАУ. – 2003. – № 3. – С. 101–106.
- <sup>10</sup> См.: Ергина Ю. Н. Сравнительный анализ выращивания комнатных растений гидропонным и аэропонным методом // Международный студенческий научный вестник. – 2019. – № 4. – С. 25.
- <sup>11</sup> См.: Всё, что нужно знать о пчелином расплоде // Ферма.expert: информационный портал-сообщество для фермеров. – 26.09.2019. – URL: <https://ferma.expert/pchely/razvedenie-pchely/rasplod>
- <sup>12</sup> См.: Ишимуратова Н. М. Фиторегулятор рифтал в пчеловодстве // Пчеловодство: электронная версия журнала. – 06.03.2015. – URL: <https://beejournal.ru/biologiya-pchelinoj-semi/367-fitoregulyator-riftal-v-pchelovodstve>
- <sup>13</sup> Там же.
- <sup>14</sup> Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение насел. мест : Санитар.-эпидемиол. правила и нормы : СанПиН 2.1.4.1074-01. – Изд. офиц. – Москва : Минздрав России, 2002.
- <sup>15</sup> См.: Кофеин // Herbhhelp.ru. – URL: <https://herbhhelp.ru/kofein>
- <sup>16</sup> См.: Рогозинская А. Химический состав кофе // KOFELLA.NET. – URL: <https://kofella.net/vse-o-kofe/himicheskiy-sostav-kofe.html>
- <sup>17</sup> См.: Валиулина Д. Ф., Макарова Н. В. Сравнительное исследование антиоксидантной активности популярных марок чая из торговых сетей // Вестник ВГУИТ. – 2018. – Т. 80. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnoe-issledovanie-antioksidantnoy-aktivnosti-populyarnyh-marok-chaya-iz-torgovyh-setey/viewer>
- <sup>18</sup> См.: Активированные угли для очистки воды // Aquaboss: системы водоочистки и водоподготовки, фильтры для воды. – URL: <https://aquaboss.ru/poleznye-stati/aktivirovannye-ugli.html>



- <sup>19</sup> См.: 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>
- <sup>20</sup> Там же.
- <sup>21</sup> См.: Магеррамов А. А., Азизов А. А., Алоسمанов Р.М. и др. Использование полимеров в качестве сорбентов // Молодой ученый. – 2015. – № 4 (84). – С. 38–42. – URL: <https://moluch.ru/archive/84/15500>
- <sup>22</sup> Там же.
- <sup>23</sup> См.: Юнусова Г. Б. Анализ цикла обращения отходов автомобильных шин // Вестник ИГУ. – 2013. – № 35. – С. 48–53. – URL: [http://nbisu.moy.su/\\_ld/19/1942\\_IGU\\_Yunusova\\_35.pdf](http://nbisu.moy.su/_ld/19/1942_IGU_Yunusova_35.pdf)
- <sup>24</sup> См.: Худякова Т. А., Шмидт А. В., Шмидт С. А. Анализ динамики и перспектив утилизации автомобильных шин в рамках концепции развития умных городов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика. – 2019. – Т. 13. – № 4. – С. 42–54. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-dinamiki-i-perspektiv-utilizatsii-avtomobilnyh-shin-v-ramkah-kontseptsii-razvitiya-umnyh-gorodov/viewer>
- <sup>25</sup> См.: Переработка шин в России и мире // Твёрдые бытовые отходы. – 2018. – № 6. – С. 32–36.
- <sup>26</sup> См.: Иванов К. С., Сурикова Т. Б. Утилизация изношенных автомобильных шин // Отходы. Ру: отраслевой портал. – 13.08.2009. – URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=302>
- <sup>27</sup> См.: Химический состав автомобильных покрышек // Автомобильный портал. – 17.11.2017. – URL: <http://zuparts.ru/himicheskiy-sostav-avtomobilnyh-pokrshkek.html>
- <sup>28</sup> См.: Степанищев Н. А., Тарасов В. А. Упрочнение полиэфирной матрицы углеродными нанотрубками // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Приборостроение. – 2010. – № 5. – С. 53–65. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uprochnenie-poliefirnoy-matritsy-uglerodnymi-nanotrubkami/viewer>
- <sup>29</sup> См.: Климов Е. С., Бузаева М. В., Макарова И. А. и др. Упрочнение механических свойств полиметакрилата, допированного углеродными нанотрубками // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т. 20. – № 4 (3). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uprochnenie-mehnicheskikh-svoystv-polimetakrilata-dopirovannogo-uglerodnymi-nanotrubkami/viewer>
- <sup>30</sup> См.: Макарова И. А., Бузаева М. В., Давыдова О. А., Климов Е. С. Модифицирование смазочно-охлаждающей жидкости функционализированными углеродными нанотрубками // Вестник ЮУрГУ. Серия: Химия. – 2015. – Т. 7. – № 3. – С. 5–10. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifitsirovanie-smazочно-ohlazhdayuschey-zhidkosti-funksionalizirovannymi-uglerodnymi-nanotrubkami/viewer>
- <sup>31</sup> См., например:  
Открытый банк заданий для оценки естественнонаучной грамотности (VII–IX классы). – URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>  
Естественнонаучная грамотность // Сетевой комплекс информационного взаимодействия субъектов Российской Федерации в проекте «Мониторинг формирования функциональной грамотности учащихся». – URL: <http://skiv.instrao.ru/bank-zadaniy/estestvennonauchnaya-gramotnost>  
Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественно-научной грамотности. – URL: [http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018\\_sl.html](http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html)
- <sup>32</sup> См., например:  
Примеры заданий по естествознанию / сост.: Г. С. Ковалева, Н. Г. Кошеленко ; Международная оценка образовательных достижений учащихся (PISA). – Москва : Центр оценки качества образования ИСМО РАН, 2007. – URL: [http://www.ivege.ru/uploads/files/ocenka/pisa/PISA2006\\_ExampleUnitsScience.pdf](http://www.ivege.ru/uploads/files/ocenka/pisa/PISA2006_ExampleUnitsScience.pdf)  
Пентин А. Ю., Никишова Е. А., Никифоров Г. Г. Естественно-научная грамотность : сборник эталонных заданий. Выпуск 1. – Москва : Просвещение, 2021.  
Ковалева Г.С., Пентин А.Ю., Заграничная Н.А. и др. Естественно-научная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 2. – Москва : Просвещение, 2021.
- <sup>33</sup> См.: 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.

		ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ															
Период	P.A.	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	(H)													<b>H</b> 1,00797 Водород	<b>He</b> 4,0026 Гелий	
2	2	<b>Li</b> 6,939 Литий	<b>Be</b> 9,0122 Бериллий	<b>B</b> 10,811 Бор	<b>C</b> 12,01115 Углерод	<b>N</b> 14,0067 Азот	<b>O</b> 15,9994 Кислород	<b>F</b> 18,9984 Фтор	<b>Ne</b> 20,179 Неон								
3	3	<b>Na</b> 22,9898 Натрий	<b>Mg</b> 24,305 Магний	<b>Al</b> 26,9815 Алюминий	<b>Si</b> 28,086 Кремний	<b>P</b> 30,9738 Фосфор	<b>S</b> 32,064 Сера	<b>Cl</b> 35,453 Хлор	<b>Ar</b> 39,948 Аргон								
4	4	<b>K</b> 39,102 Калий	<b>Ca</b> 40,08 Кальций	<b>Sc</b> 44,956 Скандий	<b>Ti</b> 47,88 Титан	<b>V</b> 50,942 Ванадий	<b>Cr</b> 51,996 Хром	<b>Mn</b> 54,938 Марганец	<b>Fe</b> 55,847 Железо	<b>Co</b> 58,9332 Кобальт	<b>Ni</b> 58,71 Никель						
5	5	<b>Cu</b> 63,546 Медь	<b>Zn</b> 65,37 Цинк	<b>Ga</b> 69,72 Галлий	<b>Ge</b> 72,59 Германий	<b>As</b> 74,9216 Мышьяк	<b>Se</b> 78,96 Селен	<b>Br</b> 79,904 Бром	<b>Kr</b> 83,80 Криптон								
6	6	<b>Rb</b> 85,47 Рубидий	<b>Sr</b> 87,62 Стронций	<b>Y</b> 88,905 Иттрий	<b>Zr</b> 91,22 Цирконий	<b>Nb</b> 92,906 Нобий	<b>Mo</b> 95,94 Молибден	<b>Tc</b> [98] Технеций	<b>Ru</b> 101,07 Рутений	<b>Rh</b> 101,905 Родий	<b>Pd</b> 106,4 Палладий						
7	7	<b>Ag</b> 107,868 Серебро	<b>Cd</b> 112,40 Кадмий	<b>In</b> 114,82 Индий	<b>Sn</b> 118,69 Олово	<b>Sb</b> 121,75 Сурьма	<b>Te</b> 127,60 Теллур	<b>I</b> 126,9044 Иод	<b>Xe</b> 131,29 Ксенон								
8	8	<b>Cs</b> 132,905 Цезий	<b>Ba</b> 137,34 Барий	<b>La*</b> 138,91 Лантан	<b>Hf</b> 178,49 Гафний	<b>Ta</b> 180,948 Тантал	<b>W</b> 183,85 Вольфрам	<b>Re</b> 186,2 Рений	<b>Os</b> 190,2 Осмиум	<b>Ir</b> 192,2 Иридий	<b>Pt</b> 195,08 Платина						
9	9	<b>Au</b> 196,967 Золото	<b>Hg</b> 200,59 Ртуть	<b>Tl</b> 204,37 Таллий	<b>Pb</b> 207,19 Свинец	<b>Bi</b> 208,980 Висмут	<b>Po</b> [210]* Полоний	<b>At</b> [210] Астат	<b>Rn</b> [222] Радон								
10	10	<b>Fr</b> [223] Франций	<b>Ra</b> [226] Радий	<b>Ac**</b> [227] Актиний	<b>Rf</b> [261] Риферфордий	<b>Db</b> [262] Дубний	<b>Sg</b> [263] Сейборгий	<b>Bh</b> [264] Бергий	<b>Hs</b> [265] Хассий	<b>Mt</b> [268] Мейтнерий	<b>Ds</b> [271] Дармштадт						
7	11	<b>Rg</b> [272] Ренгений	<b>Cn</b> [285] Коперниций	<b>Nh</b> [286] Нихоний	<b>Fl</b> [288] Флеровий	<b>Mc</b> [289] Мoscовий	<b>Lv</b> [290] Ливерморий	<b>Ts</b> [291] Теннессиум	<b>Og</b> [294] Оганесон								

58	<b>Ce</b> 140,12 Церий	59	<b>Pr</b> 140,907 Прометий	60	<b>Nd</b> 144,24 Неодим	61	<b>Pm</b> [147]* Прометий	62	<b>Sm</b> 150,36 Самарий	63	<b>Eu</b> 151,96 Европий	64	<b>Gd</b> 157,25 Гадолиний	65	<b>Dy</b> 162,50 Диспрозий	66	<b>Tb</b> 158,925 Тербий	67	<b>Ho</b> 164,930 Гольмий	68	<b>Er</b> 167,26 Ербий	69	<b>Tm</b> 168,934 Тульий	70	<b>Yb</b> 173,04 Иттербий	71	<b>Lu</b> 174,97 Лютеций
90	<b>Th</b> 232,038 Торий	91	<b>Pa</b> [231] Протактиний	92	<b>U</b> 238,03 Уран	93	<b>Np</b> [237] Нептуний	94	<b>Pu</b> [244] Плутоний	95	<b>Am</b> [243] Америций	96	<b>Bk</b> [247] Беркелий	97	<b>Cm</b> [247] Кюрий	98	<b>Cf</b> [251] Калифорний	99	<b>Es</b> [252]* Эйнштейний	100	<b>Fm</b> [257] Фермий	101	<b>Md</b> [258] Мейтнерий	102	<b>No</b> [259] Нобелий	103	<b>Lr</b> [260] Лоренсвий





# Содержание

Пояснительная записка .....	3
Кейс 1. КАК СДЕЛАТЬ ВОДУ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ПИТЬЯ? .....	6
Кейс 2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	15
Кейс 3. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА .....	21
Кейс 4. КАК ВЫРАСТИТЬ РАСТЕНИЯ БЕЗ ГРУНТА?.....	27
Кейс 5. КАК ЛЕЧИТЬ БОЛЕЗНЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ?.....	33
Кейс 6. «РОДНИКИ ВЫ МОИ, РОДНИКИ...» .....	40
Кейс 7. ЧАЙ ИЛИ КОФЕ? .....	49
Кейс 8. ЗАЧЕМ НУЖНЫ АДСОРБЕНТЫ? .....	55
Кейс 9. ЧТО ДЕЛАТЬ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ШИНАМИ? .....	63
Кейс 10. УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО .....	70
Методические рекомендации .....	77
Источники цитирования и авторство .....	81
Приложение .....	82





the 1990s, the number of people in the world who are illiterate has increased from 1.2 billion to 1.5 billion.

There are many reasons for this. One is that the population of the world is growing so fast that the number of people who are illiterate is increasing even though the percentage of illiterate people is decreasing.

Another reason is that the quality of education is poor in many countries. Many children who go to school do not learn to read and write.

There are also many people who are illiterate because they are too poor to go to school. They have to work to help support their families.

It is important to reduce the number of illiterate people in the world. This will help to improve the quality of life for many people.

There are many ways to do this. One way is to improve the quality of education. This can be done by training teachers and providing better textbooks.

Another way is to provide more schools. This will help to get more children into school.

It is also important to provide more opportunities for people to learn to read and write. This can be done through community centers and adult education programs.

By reducing the number of illiterate people, we can help to create a better world for everyone.

There are many ways to do this. One way is to improve the quality of education.

Another way is to provide more schools. This will help to get more children into school.

It is also important to provide more opportunities for people to learn to read and write.

By reducing the number of illiterate people, we can help to create a better world for everyone.

There are many ways to do this. One way is to improve the quality of education.

Another way is to provide more schools. This will help to get more children into school.

It is also important to provide more opportunities for people to learn to read and write.

By reducing the number of illiterate people, we can help to create a better world for everyone.

There are many ways to do this. One way is to improve the quality of education.

Another way is to provide more schools. This will help to get more children into school.

It is also important to provide more opportunities for people to learn to read and write.

By reducing the number of illiterate people, we can help to create a better world for everyone.

There are many ways to do this. One way is to improve the quality of education.

Another way is to provide more schools. This will help to get more children into school.