

Методические аспекты формирования функциональной грамотности школьников в процессе преподавания химии

Асанова Лидия Ивановна

Москва
28.06.2022

Обеспечить «... вхождение Российской Федерации в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования».

Указ Президента Российской Федерации В.В. Путина от 07.05.2018 г. № 204
«О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201805070038.pdf>

В образовательных организациях необходимо создавать условия, обеспечивающие возможность «формирования функциональной грамотности обучающихся (способности решать учебные задачи и жизненные проблемные ситуации на основе сформированных предметных, метапредметных и универсальных способов деятельности), включающей овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий» (ФГОС ООО, п. 35.2)

Результаты каких международных исследований позволяют оценить качество образования в России?

Важнейшие показатели, которые характеризуют положение России относительно других стран по качеству общего образования - сравнительные международные исследования качества общего образования TIMSS, PIRLS и **PISA**.

<http://www.centeroko>

Какое влияние оказали международные мониторинговые исследования на подходы к оценке качества образования?

В 2019 г. разработана и утверждена **Методология и критерии оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся.**

В 2019 году стартовал проект по оценке качества общего образования. Мониторинг по формату международного исследования PISA будут проводить в школах страны в течение 6 лет.

До 2024 года все регионы России пройдут исследование качества образования по модели PISA.

<https://fioco.ru/metod>



На какой основной вопрос отвечает исследование PISA?

Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся **PISA** (Programme for International Student Assessment) – мониторинговое исследование качества общего образования.

Основной вопрос PISA:

«Обладают ли обучающиеся 15-летнего возраста, получившие обязательное общее образование, знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в современном обществе, т. е. для решения широкого диапазона задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений?»

Исследование PISA ориентировано на **применение знаний**, полученных в школе, **в повседневных ситуациях**.

<http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018.html>

Каковы характерные особенности исследования PISA?

Оценивается **не предметное знание**, а «**грамотность**» как владение определенными компетенциями.

Основные направления исследований PISA:

- читательская грамотность,
- математическая грамотность,
- естественнонаучная грамотность,

а также финансовая грамотность и глобальные компетенции.

Исследование PISA ориентировано на **применение знаний**, полученных в школе, в повседневных ситуациях.

Что понимается под читательской грамотностью?

Читательская грамотность – способность человека понимать и использовать письменные тексты, размышлять о них и заниматься чтением для того, чтобы достигать своих целей, расширять свои знания и возможности, участвовать в социальной жизни.

Задания по читательской грамотности оценивают следующие **компетенции**:

- находить информацию в **нескольких источниках**;
- интегрировать информацию в тексты для получения выводов;
- оценивать качество и достоверность источников;
- оценивать противоречивую **информацию из разных источников**.

Читательская грамотность школьников - основа для достижения высоких результатов в процессе обучения по всем предметам и важная составляющая успешности во взрослой жизни.

Примеры интерактивных заданий PISA

<https://fioco.ru/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87-pisa>

Что понимается под математической грамотностью?

Математическая грамотность – это способность человека мыслить математически, формулировать, **применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах**. Она включает в себя понятия, процедуры и факты, а также инструменты для описания, объяснения и предсказания явлений. Она помогает людям понять роль математики в мире, высказывать хорошо обоснованные суждения и принимать решения, которые должны принимать конструктивные, активные и размышляющие граждане в XXI веке».

Задания по математической грамотности оценивают следующие **компетенции (навыки XXI века)**:

- критическое мышление;
- креативность;
- исследование и изучение;
- саморегуляция, инициативность и настойчивость;
- использование информации;
- системное мышление;
- коммуникация;
- рефлексия.

Примеры заданий PISA по математике http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_ml.html

Что понимается под естественнонаучной грамотностью?

Естественнонаучная грамотность – это способность человека **использовать естественнонаучные знания** для постановки вопросов, освоения новых знаний, объяснения естественнонаучных явлений и формулирования выводов, основанных на научных доказательствах в отношении естественнонаучных проблем; понимать основные особенности естествознания как формы человеческого познания; демонстрировать осведомленность о влиянии естественных наук и технологий на материальную, интеллектуальную и культурную сферы жизни общества; проявлять активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естествознанием.

Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности

http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

Каковы особенности заданий по естественнонаучной грамотности

Задания по естественнонаучной грамотности:

- являются **комплексными**, состоящими из нескольких вопросов, относящихся к определённой ситуации, сюжету;
- могут описывать **экспериментальные работы исследовательского типа**, содержать результаты **реальных научных экспериментов**, предполагать **анализ первичных научных данных**;
- часто имеют **междисциплинарный характер** и основаны на материале из разных предметных областей;
- содержат как текстовую информацию - **«сплошные тексты»**, так и информацию в виде таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем - **«несплошные» тексты**;
- могут требовать привлечения **дополнительной информации** или, напротив, содержать **избыточную информацию** и «лишние данные»;
- в 2022 г. будут проводиться на **компьютерной основе**.
- каждое задание сопровождается **критериями оценивания** их выполнения; для оценки заданий с выбором ответа и с кратким ответом применяется дихотомическая шкала оценивания («1» – верный ответ, «0» – неверный ответ); оценивание заданий с развёрнутым ответом: верный ответ, частично верный ответ, неверный ответ.

Примеры открытых заданий PISA <https://fioco.ru/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%8B-%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87-pisa>

Какие умения (компетенции) надо применять при выполнении заданий по естественнонаучной грамотности?

При выполнении заданий необходимо **применять умения** (компетенции):

- научно объяснять явления,
- понимать особенности естественнонаучного исследования,
- интерпретировать данные и использовать научные доказательства для получения выводов.

В каждом виде компетенций выделяют более узкие умения, на формирование/оценку которых направлен каждый вопрос-задание.

Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности

http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

На содержании каких учебных предметов построены задания по естественнонаучной грамотности?

Содержательное знание:

- «Физические системы» (материал физики и химии);
- «Живые системы» (материал биологии);
- «Науки о Земле и Вселенной» (материал географии, геологии, астрономии).

Процедурное знание (знание методов, используемых для получения научного знания, и стандартных исследовательских процедур).

Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности

http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

В какие контексты помещены задания по естественнонаучной грамотности?

Описана **реальная жизненная проблемная ситуация**, которая помещена в определенный контекст:

- здоровье;
- природные ресурсы;
- окружающая среда;
- опасности и риски;
- связь науки и технологий.

Каждая из ситуаций может рассматриваться на одном из трёх **уровней**:

- личностном;
- местном/национальном;
- глобальном.

Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности

http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

По каким критериям определяется уровень трудности заданий по естественнонаучной грамотности?

- **Низкий:** выполнять **одношаговую** процедуру (распознавать факты, термины, принципы или понятия, или найти единственную точку, содержащую информацию, на графике или в таблице).
- **Средний:** использовать и применять знания для описания или объяснение явлений, интерпретировать или использовать простые наборы данных в виде таблиц или графиков выполняя при этом **два шага или более**.
- **Высокий:** анализировать **сложную информацию** или данные, обобщать или оценивать доказательства, обосновывать, формулировать выводы, учитывая разные источники информации, **разрабатывать план или последовательность шагов**, ведущих к решению проблемы.

Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности

http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html

Какие задания по естественнонаучной грамотности оказываются наиболее сложными?

Сложными являются задания, в которых необходимо:

- анализировать и интерпретировать данные, представленные в виде графиков, таблиц, схем, рисунков;
- делать выводы на основании данных, представленных в задании;
- научно объяснять явления;
- понимать особенности научного исследования (формулировать цель и задачи исследования, выдвигать научные гипотезы и предлагать способы их проверки, определять план исследования, интерпретировать его результаты, анализировать результаты эксперимента, использовать приемы, повышающие надежность получаемых данных);
- сравнивать, обобщать, классифицировать, делать выводы на основании описания ситуации, явления, процесса с естественнонаучным содержанием;
- дать развёрнутый ответ.

**Примеры заданий в формате PISA
для формирования/оценки
естественнонаучной грамотности
при изучении химии**



Пример комплексного задания

«Как очистить воду морей и океанов
от нефтяных загрязнений?»

Введение

Прочитайте Введение. Затем нажмите кнопку СЛЕДУЮЩИЙ ВОПРОС

Нефть известна человечеству с древних времен и является одним из важнейших полезных ископаемых. Путём разделения нефти на отдельные фракции получают жидкое топливо (бензин, керосин, мазут, дизельное горючее), смазочные масла, различные растворители, гудрон, асфальт. Нефть является ценным сырьём для получения органических веществ: пластмасс, синтетических тканей, резины, лекарств, парфюмерных изделий, красителей, пестицидов и т. д.



Значительную часть добываемой нефти приходится перевозить от районов её добычи до мест потребления и переработки, в том числе на огромных судах – нефтеналивных танкерах. В результате случающихся аварий танкеров тысячи тонн нефти выливается в моря и океаны.

Лёгкие компоненты нефти испаряются под действием солнечных лучей, попадают в атмосферу и уносятся ветром. Но основная часть нефти, содержащая более тяжёлые компоненты, растекается по поверхности и образует нефтяную пленку.

Нефтяная плёнка на поверхности воды не пропускает солнечные лучи, нарушает газообмен между океаном и атмосферой, что приводит к уменьшению содержания кислорода в воде. Нефтяная плёнка оказывает вредное воздействие на живые организмы и пагубно влияет на все звенья биологической цепи.

В случае разливов нефти или нефтепродуктов на поверхности акваторий загрязнения должны быть ликвидированы в кратчайшие сроки.

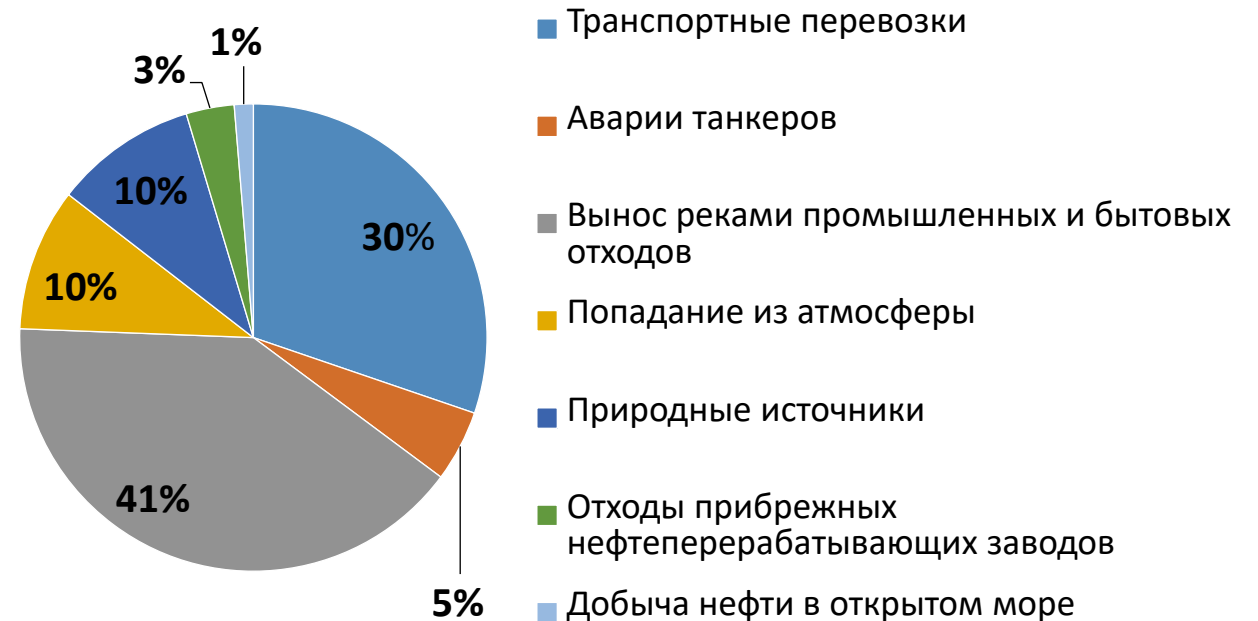
Задание 1

Прочитайте текст, расположенный справа.

Какой (какие) из перечисленных выводов можно сделать на основе анализа данных, представленных на диаграмме?

- Основной вклад в загрязнение Мирового океана нефтью вносят вынос реками промышленных и бытовых отходов и транспортные перевозки.
- Загрязнение Мирового океана нефтью связано лишь с хозяйственной деятельностью человека.
- Танкерные аварии наносят серьёзный экологический ущерб Мировому океану.
- Загрязнение нефтью Мирового океана имеет только антропогенный характер.

На диаграмме показан вклад различных источников в загрязнение Мирового океана нефтью.



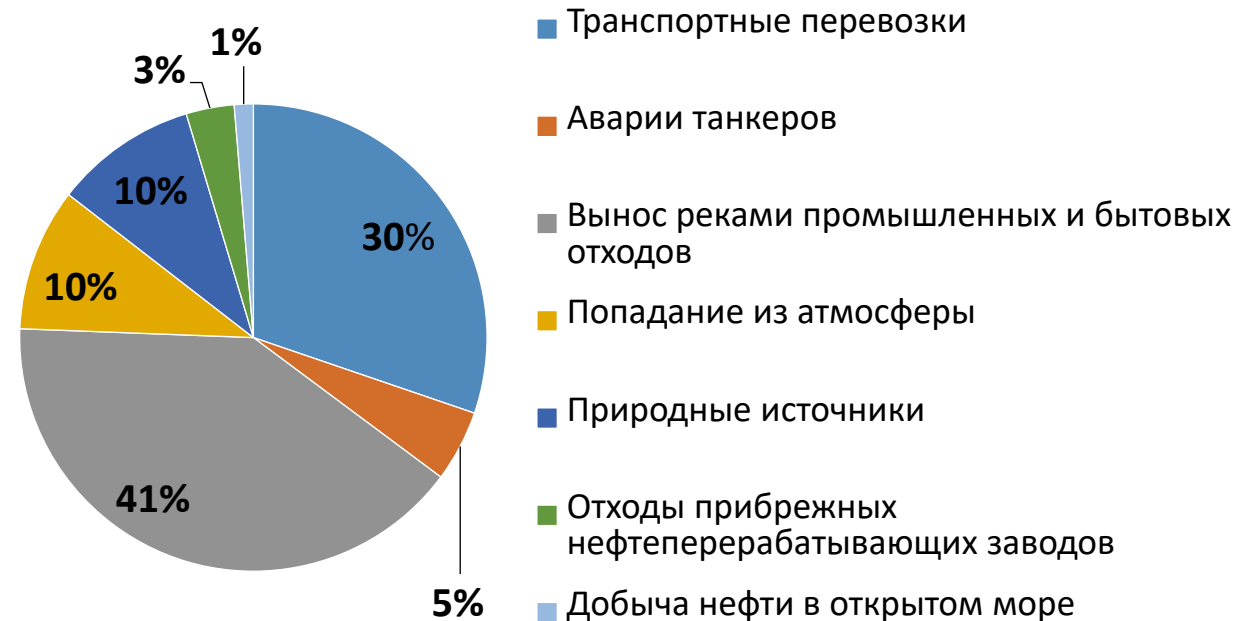
Задание 1

Прочитайте текст, расположенный справа.

Какой (какие) из перечисленных выводов можно сделать на основе анализа данных, представленных на диаграмме?

- ✓ Основной вклад в загрязнение Мирового океана нефтью вносят вынос реками промышленных и бытовых отходов и транспортные перевозки.
- Загрязнение Мирового океана нефтью связано лишь с хозяйственной деятельностью человека.
- Танкерные аварии наносят серьёзный экологический ущерб Мировому океану.
- Загрязнение нефтью Мирового океана имеет только антропогенный характер.

На диаграмме показан вклад различных источников в загрязнение Мирового океана нефтью.



Характеристика задания 1

Содержательная область оценки: физические системы.

Компетентностная область оценки: интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

Контекст: местный/национальный, окружающая среда.

Уровень сложности: средний.

Формат ответа: задание с выбором ответа.

Объект проверки: анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Тип знания: содержательное.

Система оценивания. Содержание критерия.

1 балл. Выбран верный вывод.

0 баллов. Другие ответы.

Задание 2

Прочитайте текст,
расположенный справа.

А) Основываясь на данных,
приведённых в таблице,
укажите образец, который
обладает наименьшей
регенерирующей
способностью.

1	2	3
---	---	---

Б) Поясните свой выбор.

Магеррамов А.М., Азизов А.А.,
Алосманов Р.М. и др.

Удаление тонких нефтяных пленок с
водной поверхности // Молодой
ученый. — 2011. — № 7 (30). — С. 65-
68. — URL:

<https://moluch.ru/archive/30/3451/>

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

Механическим путём нефть собирают при помощи насосов, сначала ограждая место разлива плавучими барьерами. Однако тонкую пленку нефти таким способом собрать не удаётся.

Физико-химический способ основан на использовании *сорбентов* – порошков, впитывающих нефть и тем самым очищающих поверхность воды. Сорбент рассыпают на загрязнённую поверхность, а затем его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку. Переработка зачастую позволяет выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент может быть использован вновь.

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

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

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

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

Задание 2

Прочитайте текст, расположенный справа.

А) Основываясь на данных, приведённых в таблице, укажите образец, который обладает наименьшей регенерирующей способностью.

1	2	3
---	---	---

Б) Поясните свой выбор.

Сорбционная ёмкость образца 3 после четырёх циклов использования уменьшилась практически в 4 раза, а образцов 1 и 2 снизилась в меньшей степени. Таким образом, образец 3 значительно теряет регенерирующую способность после четырёх циклов использования, а образцы 1 и 2 хорошо сохраняют её.

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

Механическим путём нефть собирают при помощи насосов, сначала ограждая место разлива плавучими барьерами. Однако тонкую пленку нефти таким способом собрать не удаётся.

Физико-химический способ основан на использовании *сорбентов* – порошков, впитывающих нефть и тем самым очищающих поверхность воды. Сорбент рассыпают на загрязнённую поверхность, а затем его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку. Переработка зачастую позволяет выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент может быть использован вновь.

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

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

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

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

Характеристика задания 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.

Формат ответа: А) задание с выбором ответа; Б) задание с развёрнутым ответом.

Объект проверки: анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Тип знания: процедурное.

Система оценивания. Содержание критерия.

1 балл. Дана характеристика и проведено сравнение регенерирующей способности образцов трёх сорбентов. В ответе учащегося говорится, что наименьшей регенерирующей способностью обладает образец 3, так как его сорбционная ёмкость после четырёх циклов использования уменьшилась практически в 4 раза, а образцов 1 и 2 снизилась в меньшей степени.

0 баллов. Другие ответы.

Задание 3

Прочитайте текст,
расположенный справа.

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

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

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

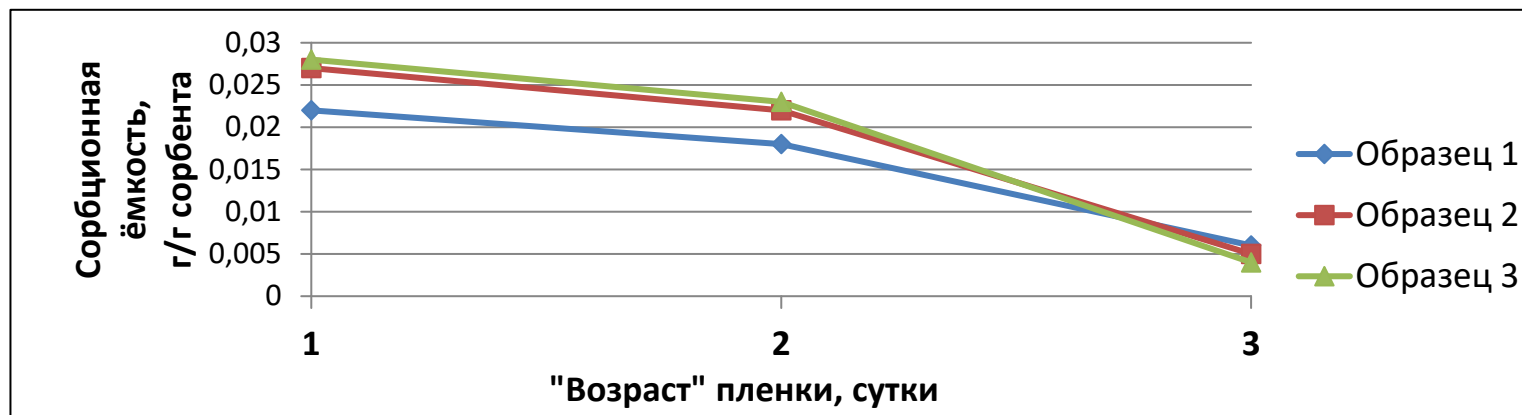
Механическим путём нефть собирают при помощи насосов, сначала ограждая место разлива плавучими барьерами. Однако тонкую пленку нефти таким способом собрать не удаётся.

Физико-химический способ основан на использовании сорбентов – порошков, впитывающих нефть и тем самым очищающих поверхность воды. Сорбент рассыпают на загрязнённую поверхность, а затем его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку. Переработка зачастую позволяет выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент может быть использован вновь.

Важнейшее свойство сорбента – его *сорбционная ёмкость*, определяемая массой вещества, которую сорбент способен поглотить на единицу своей массы.

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

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



Задание 3

Прочитайте текст, расположенный справа.

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

Чем «старше» по возрасту нефтяная плёнка, тем хуже она удаляется с поверхности воды с помощью исследуемых образцов сорбентов.

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

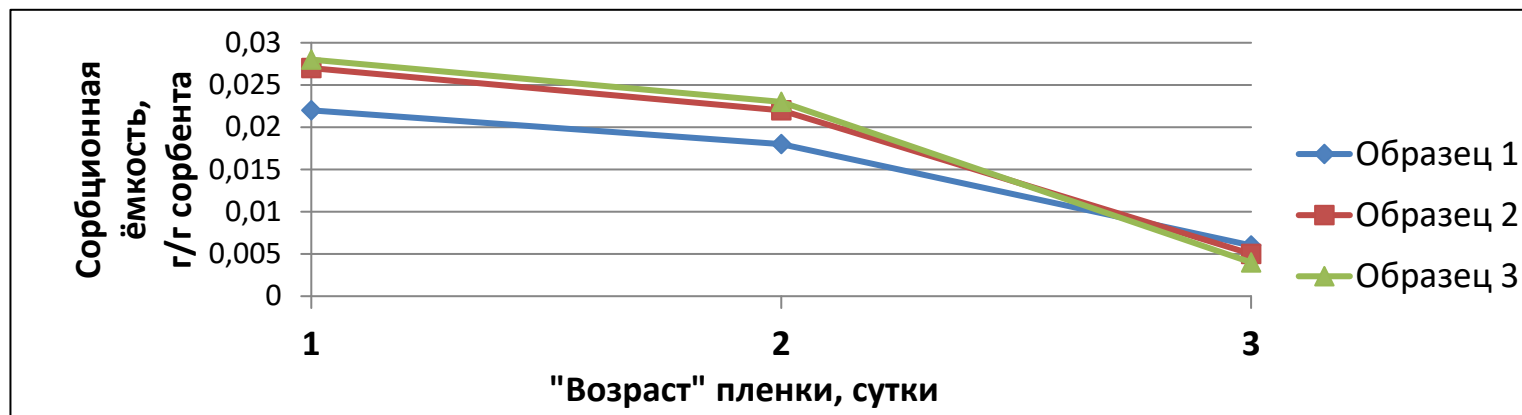
Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

Механическим путём нефть собирают при помощи насосов, сначала ограждая место разлива плавучими барьерами. Однако тонкую пленку нефти таким способом собрать не удаётся.

Физико-химический способ основан на использовании сорбентов – порошков, впитывающих нефть и тем самым очищающих поверхность воды. Сорбент рассыпают на загрязнённую поверхность, а затем его собирают с помощью специальных приспособлений и отправляют на переработку. Переработка зачастую позволяет выделить нефтепродукт, а очищенный от него сорбент может быть использован вновь. Важнейшее свойство сорбента – его *сорбционная ёмкость*, определяемая массой вещества, которую сорбент способен поглотить на единицу своей массы.

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

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



Характеристика задания 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.

Формат ответа: задание с развёрнутым ответом.

Объект проверки: анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Тип знания: процедурное.

Система оценивания. Содержание критерия.

1 балл. Говорится, что чем «старше» по возрасту нефтяная плёнка, тем хуже она удаляется с поверхности воды с помощью исследуемых образцов сорбентов.

0 баллов. Другие ответы.

Задание 4

Прочитайте текст, расположенный справа.

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

Учёные исследовали зависимость

от _____.

- 1) концентрации раствора соли
- 2) температуры
- 3) степени биодеструкции нефти и нефтепродуктов
- 4) кислотности раствора

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

Биологические способы основаны на использовании микроорганизмов, способных подвергать биодеструкции (биоразложению) углеводороды нефти. В настоящее время известно около 70 различных видов таких микроорганизмов.

Учёные подвергали биодеструкции нефть и нефтепродукты под действием штамма *Micrococcus luteus*, изменяя температуру от 10 до 37 °С.

Исследования проводили в присутствии 5%-ного раствора морской соли. Степень деструкции (%) под действием штамма определяли по убыли массы нефти относительно её исходного содержания в образце.

Ерофеевская Л.А. Штамм бактерий *micrococcus luteus* vkm ac-2627d – деструктор нефти и нефтепродуктов. – Патент RU 2687131. – URL: <https://findpatent.ru/patent/268/2687131.html>

Задание 4

Прочитайте текст, расположенный справа.

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

Учёные исследовали зависимость

от _____.

- 1) концентрации раствора соли
- 2) температуры
- 3) степени биодеструкции нефти и нефтепродуктов
- 4) кислотности раствора

Учёные исследовали зависимость степени биодеструкции нефти и нефтепродуктов (3) от температуры (2).

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы.

Биологические способы основаны на использовании микроорганизмов, способных подвергать биодеструкции (биоразложению) углеводороды нефти. В настоящее время известно около 70 различных видов таких микроорганизмов.

Учёные подвергали биодеструкции нефть и нефтепродукты под действием штамма *Micrococcus luteus*, изменяя температуру от 10 до 37 °С.

Исследования проводили в присутствии 5%-ного раствора морской соли. Степень деструкции (%) под действием штамма определяли по убыли массы нефти относительно её исходного содержания в образце.

Характеристика задания 4

Содержательная область оценки: физические системы.

Компетентностная область оценки: понимание особенностей естественнонаучного исследования.

Контекст: местный/национальный, окружающая среда.

Уровень сложности: средний.

Формат ответа: задание с развёрнутым ответом.

Объект проверки: распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе.

Тип знания: процедурное.

Система оценивания. Содержание критерия.

1 балл. Выбрана последовательность 3, 2:

Учёные исследовали зависимость степени биодеструкции нефти и нефтепродуктов (3) от температуры (2).

0 баллов. Другие ответы.

Задание 5

Прочитайте текст, расположенный справа.

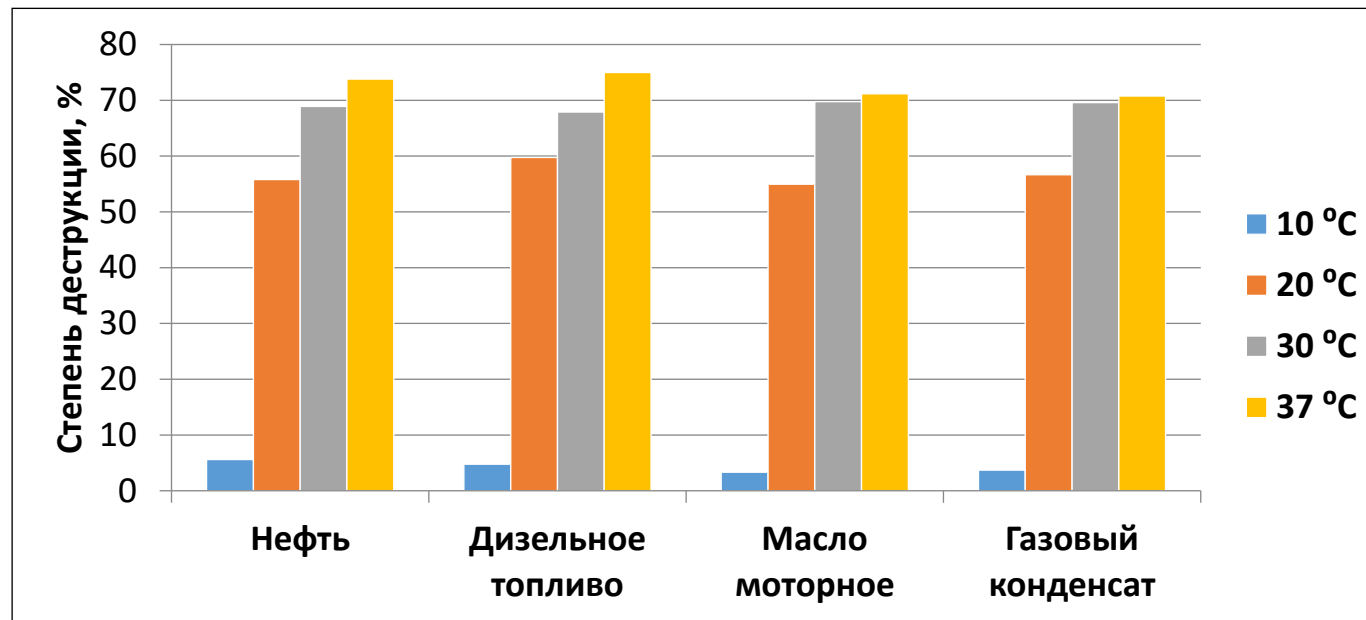
Оцените эффективность использования штамма *Micrococcus luteus* для удаления загрязнений нефтью и нефтепродуктами в морях северных широт.

- Штамм эффективен
- Штамм не эффективен

Обоснуйте свой ответ, используя данные, представленные на диаграмме.

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы. Биологические способы основаны на использовании микроорганизмов, способных подвергать биодеструкции (биоразложению) углеводороды нефти. В настоящее время известно около 70 различных видов таких микроорганизмов.

В процессе исследования биодеструкции нефти и нефтепродуктов под действием штамма *Micrococcus luteus* при различных температурах были получены результаты, которые отражены на диаграмме.



Задание 5

Прочитайте текст, расположенный справа.

Оцените эффективность использования штамма *Micrococcus luteus* для удаления загрязнений нефтью и нефтепродуктами в морях северных широт.

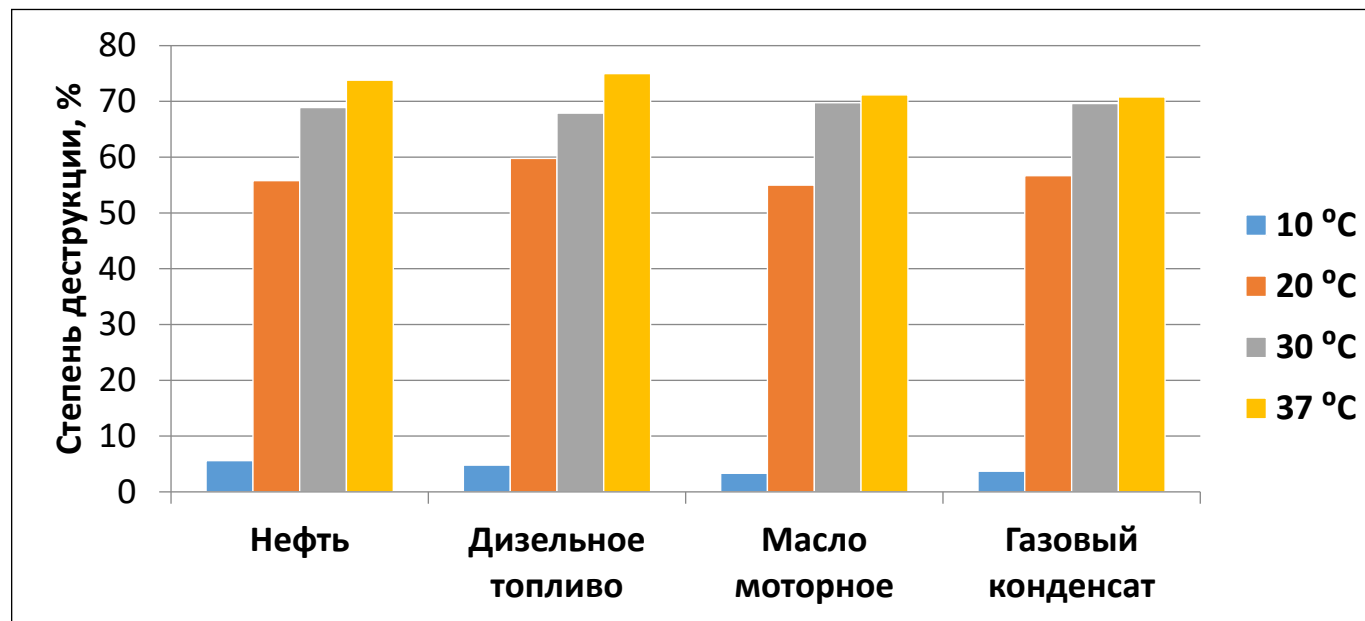
- ☐ Штамм эффективен
- ☒ Штамм не эффективен

Обоснуйте свой ответ, используя данные, представленные на диаграмме.

Степень биодеструкции нефти под действием штамма *Micrococcus luteus* при низких температурах незначительна. Поэтому в морях северных широт, где низкая температура воды в течение всего года, этот штамм не эффективен для удаления загрязнения воды нефтью и нефтепродуктами.

Для очистки поверхности акваторий от нефти применяют механические, физико-химические и биологические способы. Биологические способы основаны на использовании микроорганизмов, способных подвергать биодеструкции (биоразложению) углеводороды нефти. В настоящее время известно около 70 различных видов таких микроорганизмов.

В процессе исследования биодеструкции нефти и нефтепродуктов под действием штамма *Micrococcus luteus* при различных температурах были получены результаты, которые отражены на диаграмме.



Ерофеевская Л.А. Штамм бактерий *micrococcus luteus* vkm ac-2627d – деструктор нефти и нефтепродуктов. – Патент RU 2687131. – URL: <https://findpatent.ru/patent/268/2687131.html>

Характеристика задания 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.

Формат ответа: задание с развёрнутым ответом.

Объект проверки: анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы.

Тип знания: процедурное.

Система оценивания. Содержание критерия.

1 балл. Дана характеристика и проведено сравнение регенерирующей способности образцов всех трёх сорбентов. В ответе учащегося говорится, что степень биодеструкции нефти под действием штамма *Micrococcus luteus* при низких температурах незначительна. Поэтому в морях северных широт, где низкая температура воды в течение всего года, этот штамм не эффективен для удаления загрязнения воды нефтью и нефтепродуктами.

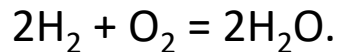
0 баллов. Другие ответы.

Блок заданий «Водородная энергетика»



Всё расширяющееся использование ископаемого топлива – нефти, угля и природного газа – привело к повышению содержания углекислого газа в атмосфере Земли. Это, в свою очередь, по мнению большинства специалистов, причина глобального потепления, грозящего человечеству трудно предсказуемыми, но очень опасными последствиями. К тому же использование органического топлива обуславливает загрязнение воздуха выхлопами автомобилей, загрязнению почвы золой, получившейся при сгорании угля. Поэтому представляет значительный интерес использование газообразного водорода в качестве энергоносителя. Этой проблемой учёные и инженеры занимаются больше 50 лет. Многие из них считают, что водород может заменить традиционные виды топлива. Такую замену называют *водородной энергетикой*.

В водородной энергетике выработка энергии происходит за счёт экологически безопасного сгорания водорода в кислороде воздуха с образованием воды в соответствии с уравнением:



Важно, что удельная теплота сгорания водорода значительно превышает теплоту сгорания углеводородных топлив.

Поскольку свободного газообразного водорода на Земле не существует, водородная энергетика включает также получение водорода, его хранение в газообразном и сжиженном состоянии или в виде искусственно полученных химических соединений и транспортировку газа к потребителю. Всё это сложные научно-технические проблемы, далёкие от окончательного решения. Поэтому водородная энергетика пока не получила широкого распространения.

Блок заданий «Водородная энергетика»

Вопрос 1. На диаграммах показана структура мирового производства (рис. 1) и потребления (рис. 2) водорода.

Рис. 1. Структура мирового производства водорода

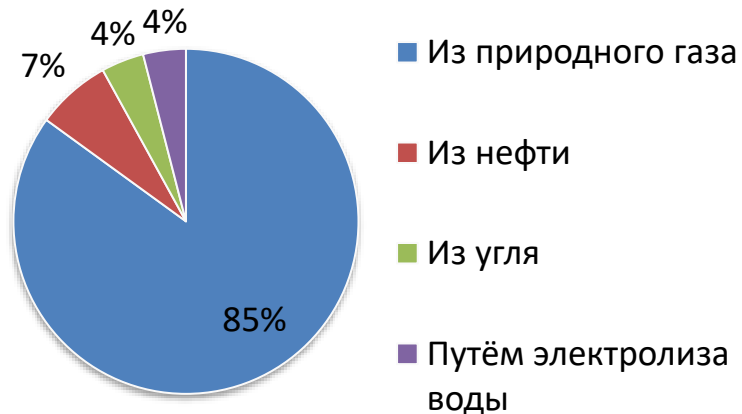
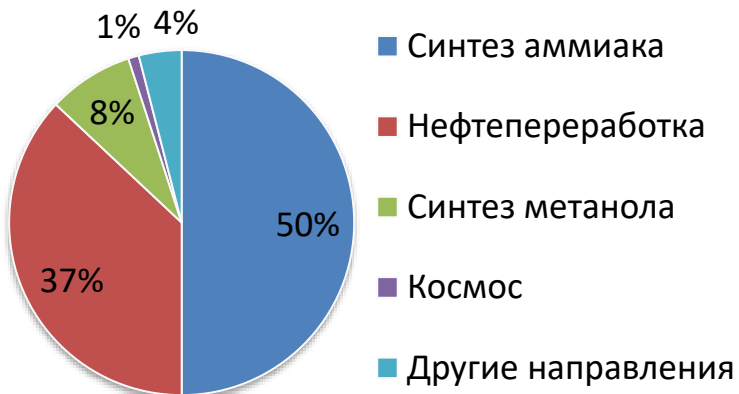


Рис. 2. Структура мирового потребления водорода



Какой (какие) из перечисленных выводов можно сделать на основании анализа данных, представленных на диаграммах?

- 1) Бóльшую часть водорода получают путём химической переработки природного газа.
- 2) Водород широко используется в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания.
- 3) Электролиз воды – эффективный метод получения водорода.
- 4) Более половины получаемого водорода используется в качестве химического сырья.
- 5) Основным потребителем водорода как ракетного топлива является космонавтика.

Блок заданий «Водородная энергетика»

Вопрос 4. Хранение и транспортировка водорода сопряжены с определёнными сложностями, вызванными различными причинами.

Ниже дана характеристика некоторых свойств водорода.

При нормальных условиях водород H_2 :

- газ без цвета, вкуса и запаха;
- является самым лёгким из всех газов, легче воздуха в 14,5 раз;
- обладает самой высокой теплопроводностью среди газообразных веществ;
- температура кипения водорода $-252,76\text{ }^{\circ}\text{C}$, трудно сжижается;
- удельная теплота сгорания (количество энергии, которое выделяется при сгорании вещества массой 1 кг) составляет 120,9 МДж/кг;
- малорастворим в воде;
- хорошо растворим во многих металлах и их сплавах, способен проникать в резину, пластики, стекло и диффундировать через них;
- вызывает хрупкость и ломкость металлов и сплавов;
- смеси водорода с воздухом чрезвычайно взрывоопасны.

Назовите свойства водорода, которые осложняют его транспортировку и хранение. Аргументируйте ответ.

Блок заданий «Биоэтанол»



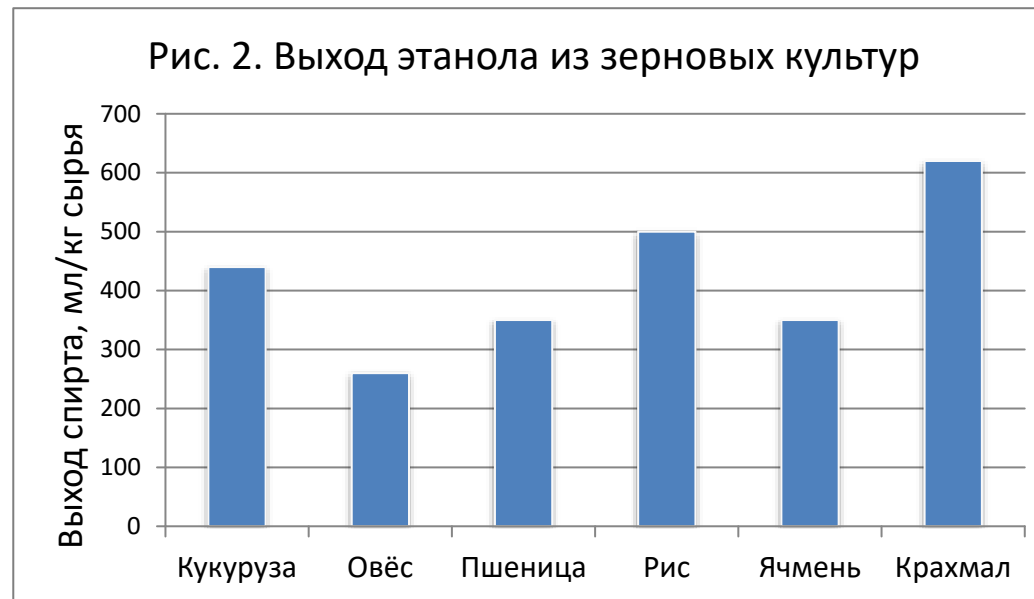
Из-за истощения запасов легкодоступной нефти и неуклонного роста цен на нефть ещё в прошлом столетии возникла необходимость разработки технологий использования возобновляемых источников энергии. Наряду с такими возобновляемыми источниками энергии, как солнечная энергия, энергия ветра и геотермальная энергия и др. особое внимание привлекает использование для получения топлива растительного сырья.

Дровами в качестве топлива человечество пользуется уже несколько тысячелетий, но нельзя ли получить из биомассы растений жидкое горючее, пригодное для автомобилей?

Один из видов такого горючего – этиловый спирт, этанол C_2H_5OH . Он может быть получен из углеводов, содержащихся в некоторых сельскохозяйственных культурах в высокой концентрации. В средних широтах к таким культурам относятся пшеница, кукуруза и картофель. В тропических странах, например в Бразилии, наиболее эффективно использование сахарного тростника. Сахар и крахмал перерабатывают в этанол, который получил название «биоэтанол». Его можно применять как топливо для автомобильных двигателей либо самостоятельно, либо как добавку к бензину.

Блок заданий «Биоэтанол»

Вопрос 1. Биоэтанол может быть получен из различного растительного сырья. На диаграммах показано содержание крахмала в злаковых культурах (рис. 1) и выход спирта (мл/кг растительного сырья) из этих злаковых культур в сравнении с крахмалом (рис. 2).

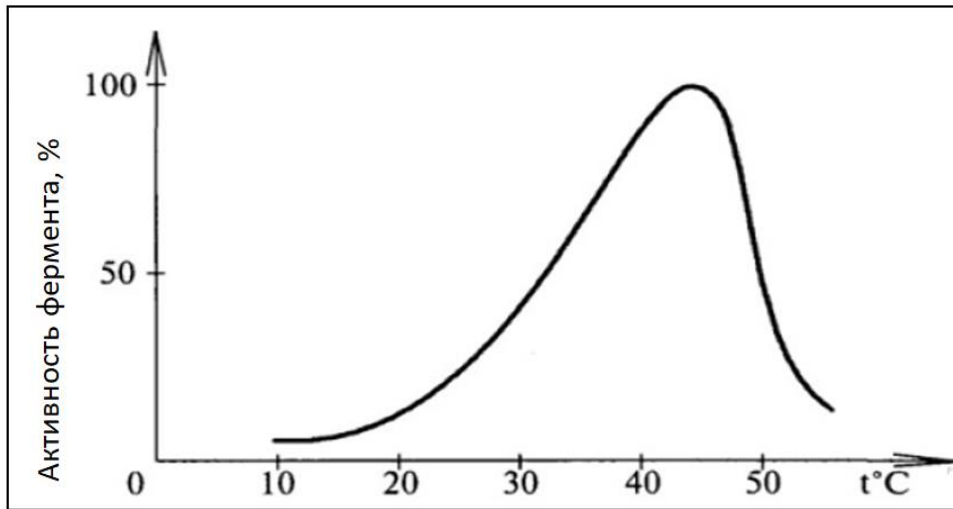


Какой вывод(ы) можно сделать на основе анализа диаграмм?

- 1) Выход этанола не зависит от вида зерновой культуры.*
- 2) На выход этанола влияют особенности технологического процесса.*
- 3) Чем больше содержание крахмала в исследуемом растительном сырье, тем выше выход этанола.*
- 4) С высоким выходом биоэтанол может быть получен из целлюлозы.*

Блок заданий «Биоэтанол»

Вопрос 4. Учёные исследовали каталитическую активность некоторого фермента в процессе гидролиза крахмала при различных температурах. Результаты эксперимента представлены на графике.



Объясните характер изменения каталитической активности фермента при повышении температуры от 10 до 50 °C.

Блок заданий «Вторая жизнь автомобильных шин»



В современном мире неуклонно 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. К тому же резина огнеопасна и 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 утилизации 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.

Блок заданий «Вторая жизнь автомобильных шин»

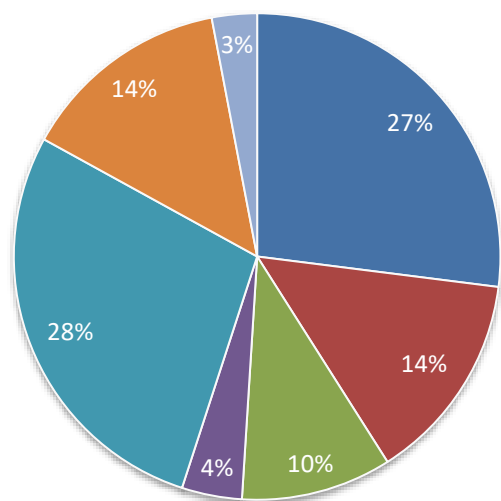
Вопрос 1. Срок разложения вывозимых на свалки изношенных шин составляет не менее 100 лет. Находящиеся на свалке шины длительное время загрязняют окружающую среду. Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью. В таблице приведены данные о выбросах некоторых веществ в атмосферу при сгорании угля и изношенных шин.

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	9300–20500
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.

Блок заданий «Вторая жизнь автомобильных шин»

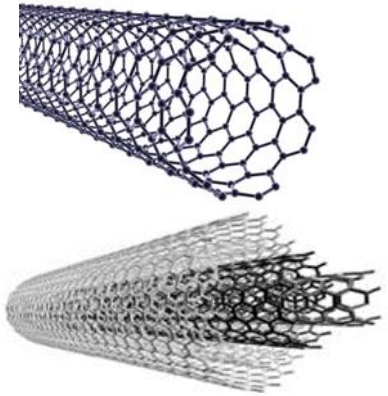
Вопрос 6. Сжигание изношенных шин с целью получения энергии на протяжении не одного десятка лет используется во многих странах мира. Однако при сгорании шин образуется чрезвычайно много всевозможных токсичных соединений, в том числе канцерогенных, а также соединений, вызывающих появление кислотных дождей. Для безопасной работы таких установок необходима система глубокой очистки выбросов, что требует значительных капиталовложений. На диаграмме представлен типичный состав шин легкового автомобиля.



- Синтетический каучук
- Натуральный каучук
- Сталь
- Текстиль
- Сажа
- Смягчающие масла и другие нефтехимические добавки

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

Блок заданий «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 десятых долей 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 слоев 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.

Блок заданий «Углеродные нанотрубки – материалы будущего»

Вопрос 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 для изготовления 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) _____

Как применять задания по естественнонаучной грамотности в учебном процессе?

- Задания могут быть использованы как с формирующей, так и с диагностической целью. **Важно правильно организовать учебный процесс.**
- С **формирующей целью** отдельные задания можно применять как на разных этапах урока, так и во внеурочное время. При этом допускается как **индивидуальное**, так и **групповое** выполнение заданий с последующим обсуждением самих заданий и результатов их выполнения, в том числе совместно с учителем.
- С **диагностической целью** сюжетные блоки заданий могут использоваться самостоятельно или являться частью контрольных работ. В этом случае предполагается **индивидуальная** работа учащихся, а результаты выполнения заданий позволят оценить сформированность определённых знаний, умений, компетенций в соответствии с предложенными критериями.

Вопросы...



- Надо ли всем учителям в обязательном порядке заниматься разработкой заданий по естественнонаучной грамотности?
- Как быть с заданиями традиционными, то есть с чисто предметным (физическим, химическим, биологическим и др.) содержанием?

Традиционные задания...

«**Формирование именно системных знаний и умений по предмету** и их отработка в процессе выполнения разнообразных заданий позволяет в дальнейшем выводить подготовку школьников на более высокий уровень обобщения материала, в том числе относящегося к другим предметам. Попытка сформировать сложные познавательные действия без опоры на системно-научные знания может дать результат, но он предполагает подготовку потребителя и переработчика готовой информации, а не аналитика, конструктора и изобретателя, владеющего системными знаниями и способного к разработке и созданию продукта собственной мыслительной деятельности.

Для реализации указанных целей **требуется систематическая работа учителя по формированию химической знаниевой основы».**

<http://doc.fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti/metodicheskiye-rekomendatsii.pdf>

Рекомендации...

1. Необходима согласованная работа учителей по всем естественнонаучным предметам.
2. Целесообразно использовать задания, построенные на материале **реальных научных исследований**. Задания должны содержать информацию в виде **графиков, таблиц, схем, рисунков**. Выполнение этих заданий должно предусматривать преобразование данных из одной формы в другую, их интерпретацию, анализ, и формулирование выводов на основе анализа.
3. Обсуждать с учениками **методы научного исследования** различных вопросов, описывать и оценивать способы, направленные на обеспечение надёжности данных и достоверности результатов.
4. Обязательно включать в учебный процесс **реальные экспериментальные работы**, выполнение которых должно сопровождаться анализом целей, задач, применяемых методов, обсуждением полученных результатов.
5. Использовать задания, контекст которых связан с **жизненным опытом школьников**, затрагивает проблемы местного, национального или глобального характера, а выполнение заданий требует применения естественнонаучных знаний в **незнакомых ситуациях**, отличных от типичных, отработанных в образовательном процессе.
6. Применять задания **межпредметного характера**, сконструированные на материале различных учебных дисциплин.
7. Использовать задания с **развёрнутым ответом**, так как они способствуют развитию речевых навыков, формированию умений ясно, логично и грамотно излагать свои мысли, строить аргументированные высказывания, адекватно использовать языковые средства, в том числе в письменной форме.
8. Не отказываться от использования **традиционных заданий** с чисто предметным (физическим, химическим, биологическим и т. д.) содержанием.

Где содержится информация о международных исследованиях качества образования? Где содержатся задания для формирования и оценки естественнонаучной грамотности?

1. Об исследовании PISA // ФГБУ Федеральный институт оценки качества образования. – URL: <https://fioco.ru/ru/osoko/msi/pisa>
2. Проведение исследования PISA-2018 в России. Оценка естественнонаучной грамотности // Центр оценки качества образования. – URL: http://www.centeroko.ru/pisa18/pisa2018_sl.html
3. 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.
4. Открытый банк заданий для оценки естественнонаучной грамотности (VII–IX классы). – URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>
5. Примеры заданий по естествознанию / сост.: Г. С. Ковалева, Н. Г. Кошеленко; Международная оценка образовательных достижений учащихся (PISA). – Москва: Центр оценки качества образования ИСМО РАО, 2007. – URL: http://www.ivege.ru/uploads/files/ocenka/pisa/PISA2006_ExampleUnitsScience.pdf
6. Пентин А. Ю., Никишова Е. А., Никифоров Г. Г. Естественнонаучная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 1. – Москва: Просвещение, 2021.
7. Ковалева Г.С., Пентин А.Ю., Заграничная Н.А. и др. Естественнонаучная грамотность: сборник эталонных заданий. Выпуск 2. – Москва: Просвещение, 2021.
8. Асанова Л. И. и др. Естественнонаучная грамотность: пособие по развитию функциональной грамотности старшеклассников. – Москва: Академия Минпросвещения России, 2021.

Спасибо за внимание!

asanovali@yandex.ru