

Министерство просвещения Российской Федерации

Академия Минпросвещения России

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ

*Приложение для тиражирования,
групповой и индивидуальной работы обучающихся
к пособию по развитию функциональной грамотности
старшекласников*

Москва
2021

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**.

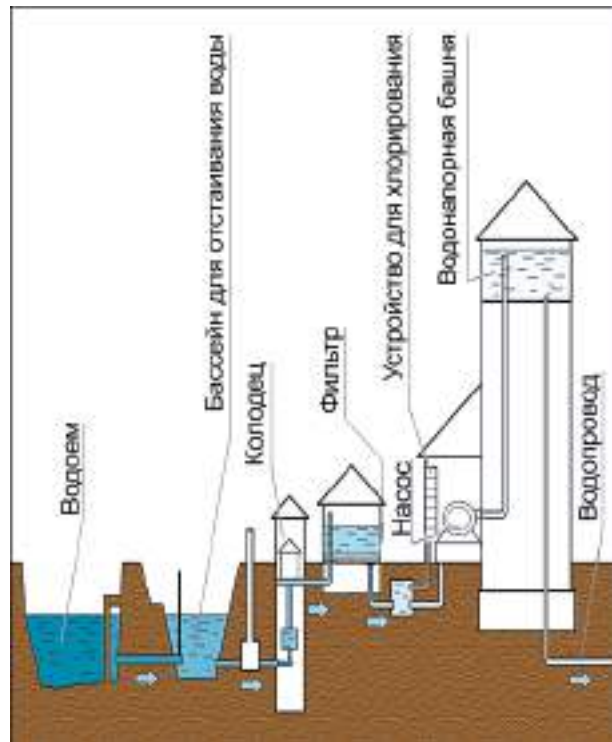
Процессы очистки, обеззараживания и кондиционирования в совокупности называют **водоподготовкой**.

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/л⁴. 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.



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

Задание 5

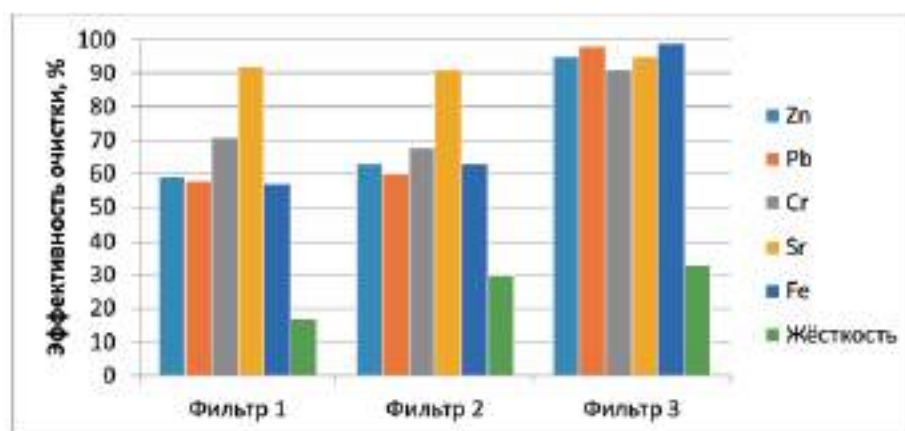
Недостаток фтора в питьевой воде вызывает кариес зубов, а его избыток влияет на развитие флюороза – заболевания, одним из признаков которого является пятнистость эмали зубов. В случае недостаточного количества фтора в воде в питьевую воду добавляют фторсодержащее вещество, например фторид натрия. Если 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 F^- , выскажите предположение, почему для снижения содержания фтора в воде его 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.

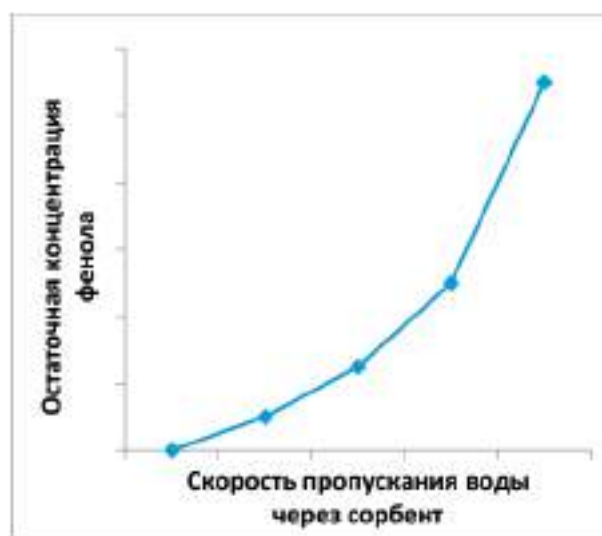
Учёные исследовали зависимость _____ от _____.

- 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. |

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 твёрдых, 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 CaCO_3 . Основу песчаников составляют зерна кварцевого песка – 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.



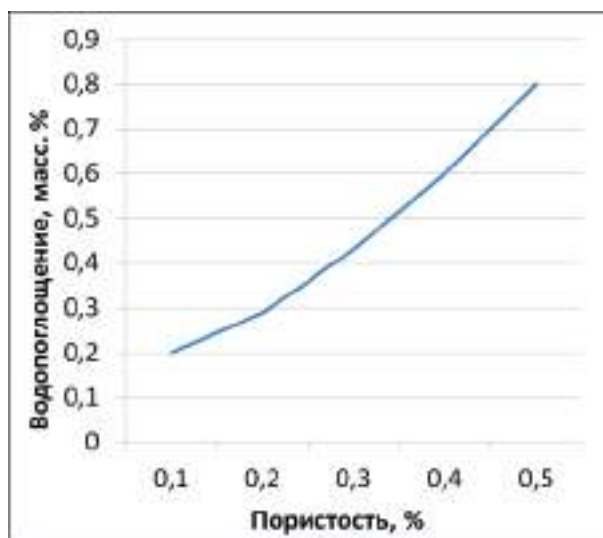
Мрамор представляет собой перекристаллизованный известняк, состоящий в основном из кальцита CaCO_3 . Мрамор содержит довольно большое количество примесей других минералов, часто имеет в составе окаменевшие остатки растений и организмов. Ещё в древней Греции и Риме мрамор ценили за красоту и природный блеск и активно применяли в строительстве и архитектуре.

Кварцит – крепкая и твёрдая горная порода серого или красноватого оттенка, состоящая в основном из кварца 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?

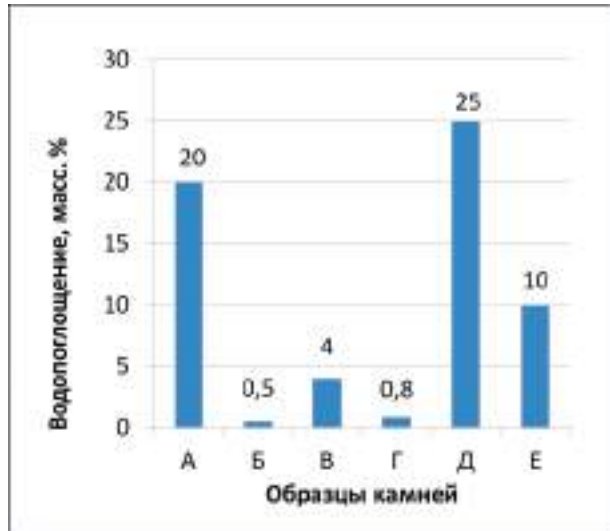
1. Чем выше пористость сланца, тем меньше его плотность.
2. Водопоглощение камней всегда соответствует их пористости.
3. Водопоглощение испытываемых образцов сланцев возрастает с увеличением их пористости.
4. Морозостойкость камней тесно связана с их водопоглощением.

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 фотографии⁵ 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.

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)⁶.

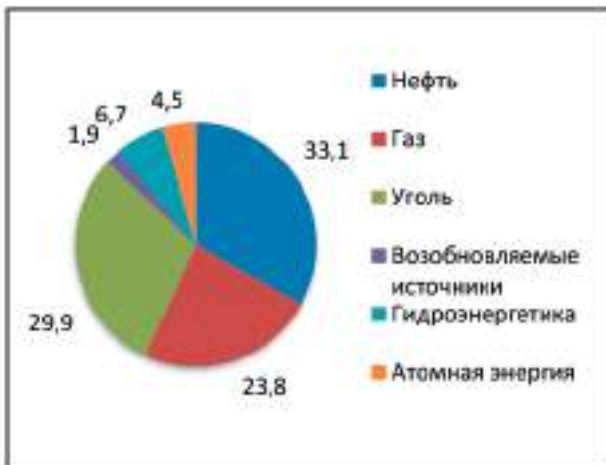


Рис. 1. Источники энергии 2012 г.

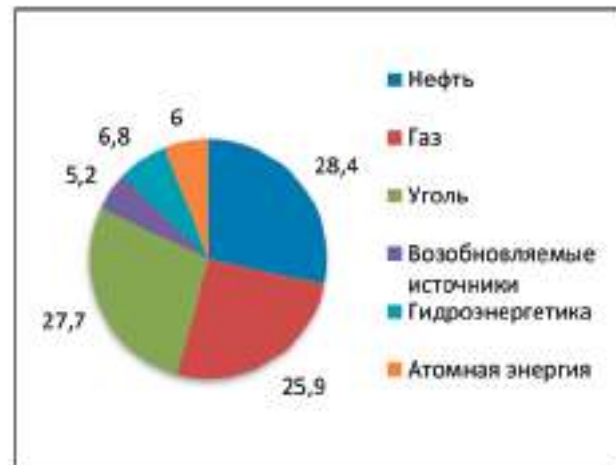


Рис. 2. Источники энергии 2030 г. (прогноз)

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).

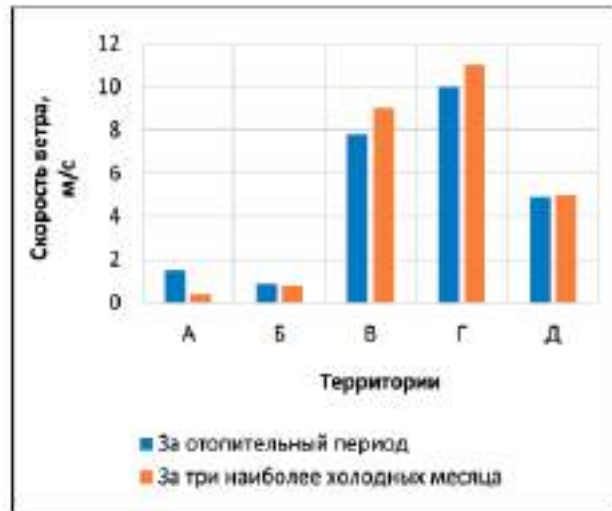
На основании данных диаграммы укажите:

- 1) *какая территория наиболее подходит для размещения ветряной электростанции;*
- 2) *на каких территориях не следует размещать ветряные электростанции.*

Аргументируйте свой ответ.

1. _____

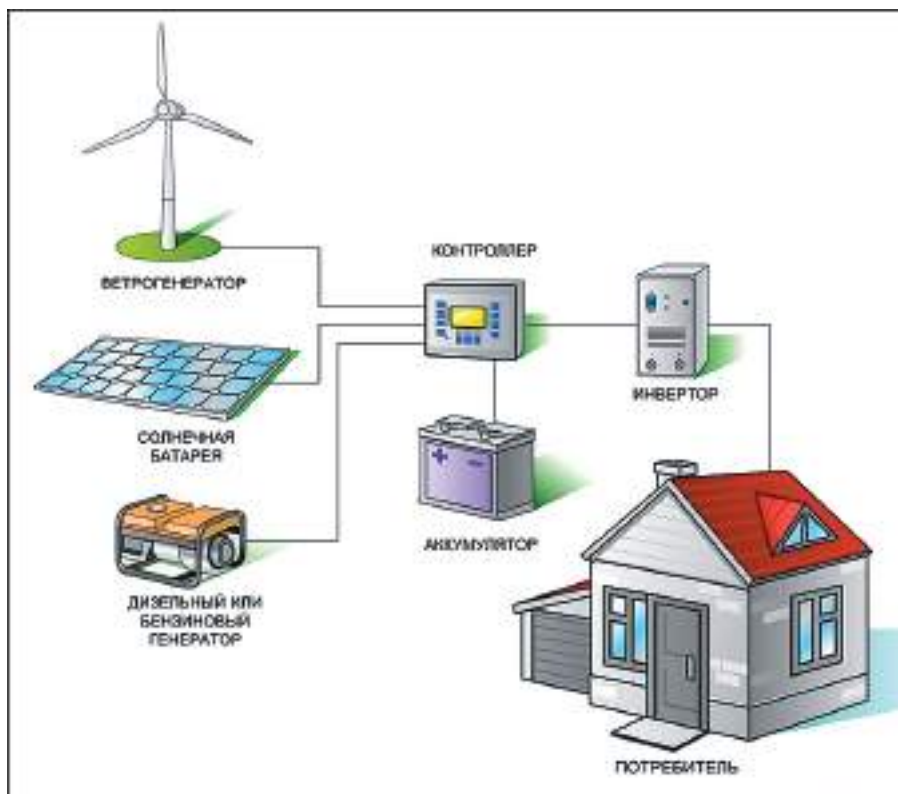
2. _____



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.

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)	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Задание 2

На графике представлены данные о влиянии концентрации питательного раствора на урожайность овощных культур – огурца и томата⁷.

Какие из приведённых выводов соответствуют результатам, представленным на графике?

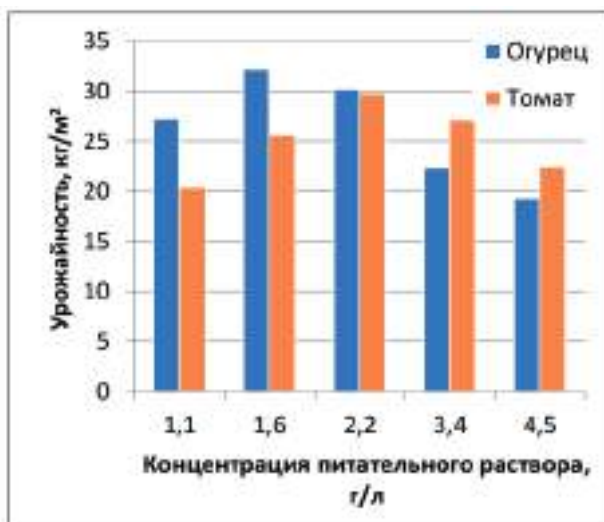
1. В составе питательного раствора должно быть определённое соотношение между содержанием макро- и микроэлементов.

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 pH, который характеризует кислотность среды. Если $pH = 7$, то среда нейтральная, если $pH > 7$ – щелочная, если $pH < 7$ – кислотная. Кислотность питательного раствора существенно влияет на рост растений. Для каждого растения существует оптимальное значение pH среды.

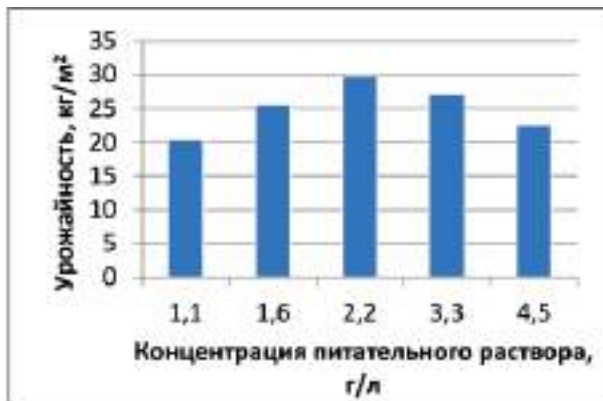
В таблице представлены данные о влиянии реакции среды на рост рассады огурца⁸.

pH раствора	Сырая масса, г		Площадь листьев, см ²
	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 pH 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 раствора⁹.



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 таблице¹⁰.



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

Изучаемый 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

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 недель¹¹.

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

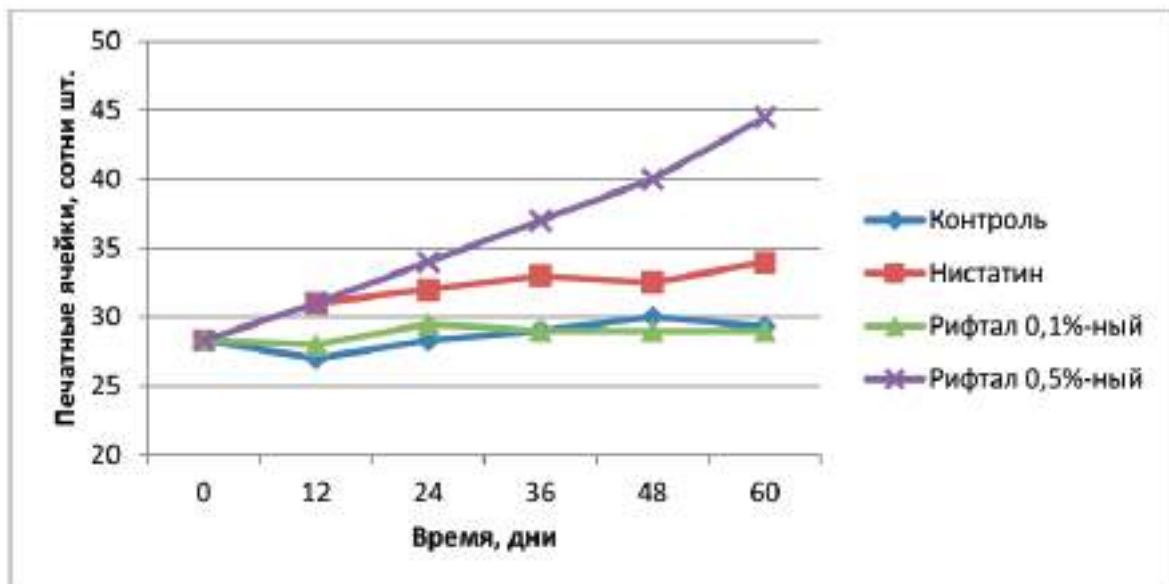
При проведении эксперимента по определению эффективности действия некоторых препаратов на возбудителя аскофероза у пчёл и изучению состояния и развития пчелиных семей каждая из четырёх сформированных групп состояла из трёх семей.

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 графике¹².



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

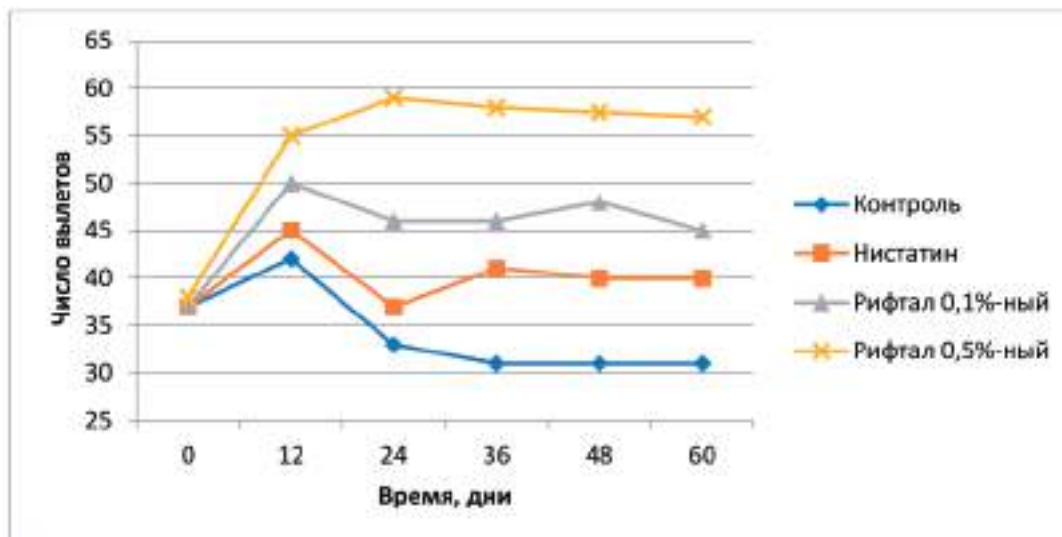
Учёные провели эксперименты по изучению одного из основных показателей эффективности работы пчёл – их *лётной активности*, которую можно определить по числу вылетов пчёл из улья.

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 графике¹³.

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.

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^+ – кислотную ($pH < 7$), при равенстве концентраций ионов H^+ и OH^- – нейтральную ($pH = 7$);

- *жесткость* 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 воды¹⁴ и данные анализа проб воды из родника, расположенного в садоводческом товариществе, до и после очистки.

Показатели	Норматив СанПиН	Вода до очистки	Вода после очистки
Органолептические			
Запах, баллы	Не более 2–3	0 (не ощущается)	0
Цветность, градусы	Не более 30	8 (желтоватый оттенок)	0 (бесцветная)
Химические			
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
Микробиологические			
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?

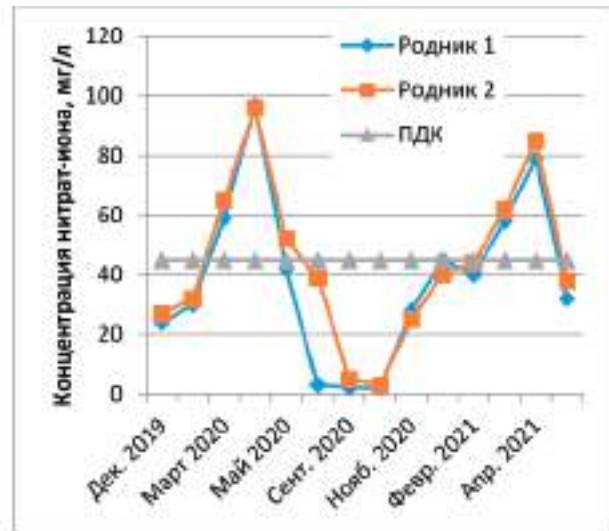
1. В течение всего периода исследований содержание нитратов в воде в обоих родниках соответствовало ПДК.

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.

Жесткость 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.

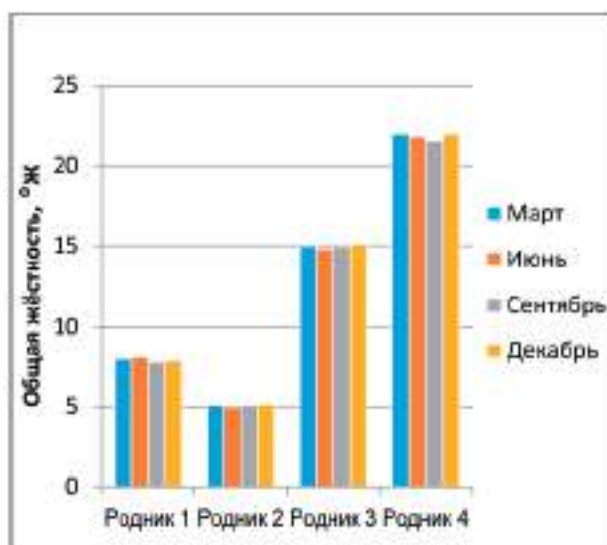


Рис. 1. Жёсткость родниковой воды

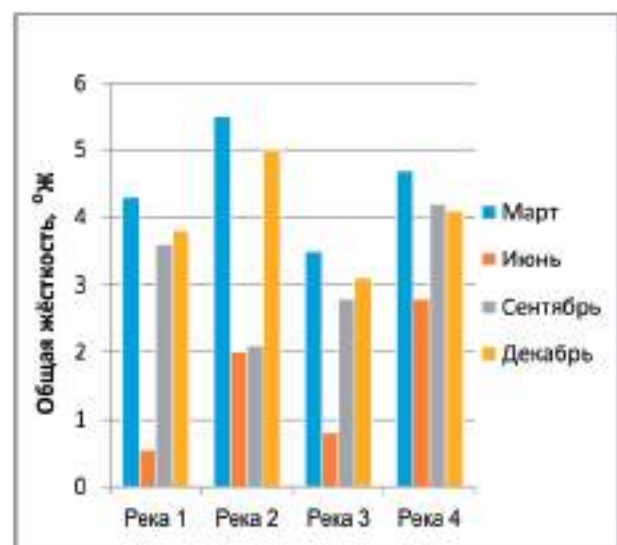


Рис. 2. Жёсткость речной воды

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.

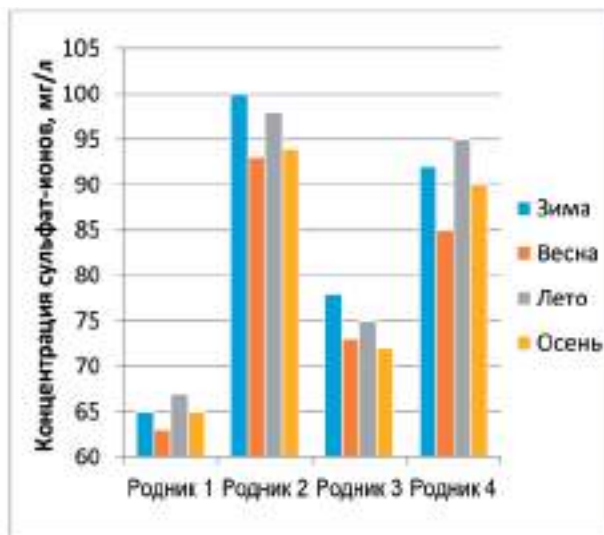
2. Предложите химический способ удаления накипи со стенок чайника в домашних условиях. Обоснуйте ответ. Составьте уравнения соответствующих реакций.

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?



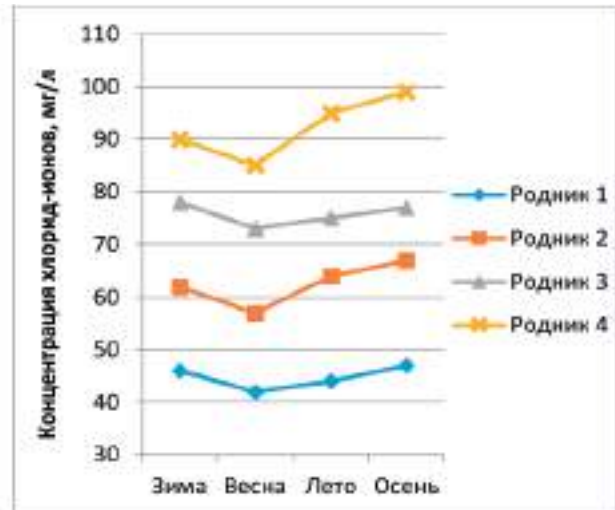
1. Содержание сульфат-ионов в исследуемых родниках отличается незначительно.
2. Во всех исследуемых родниках содержание сульфат-ионов в воде соответствует санитарной норме.
3. Содержание сульфат-ионов в воде исследуемых родников подвержено незначительным сезонным колебаниям.
4. Сульфаты принимают участие 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.

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.



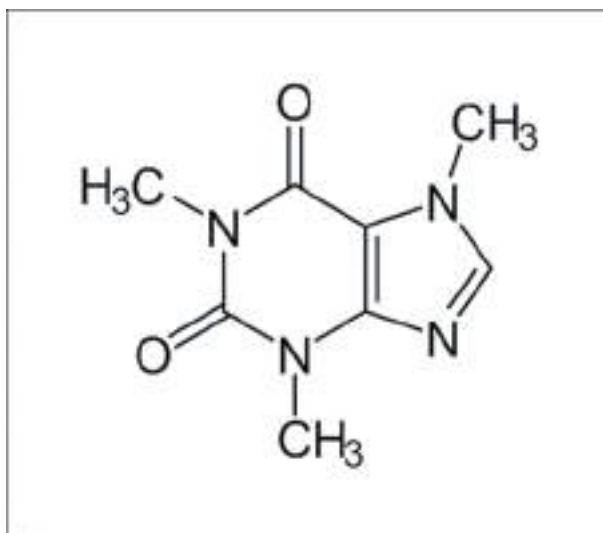
Задание 1

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 напитках¹⁵.



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 таблице¹⁶.

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
Хлорогеновая 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.

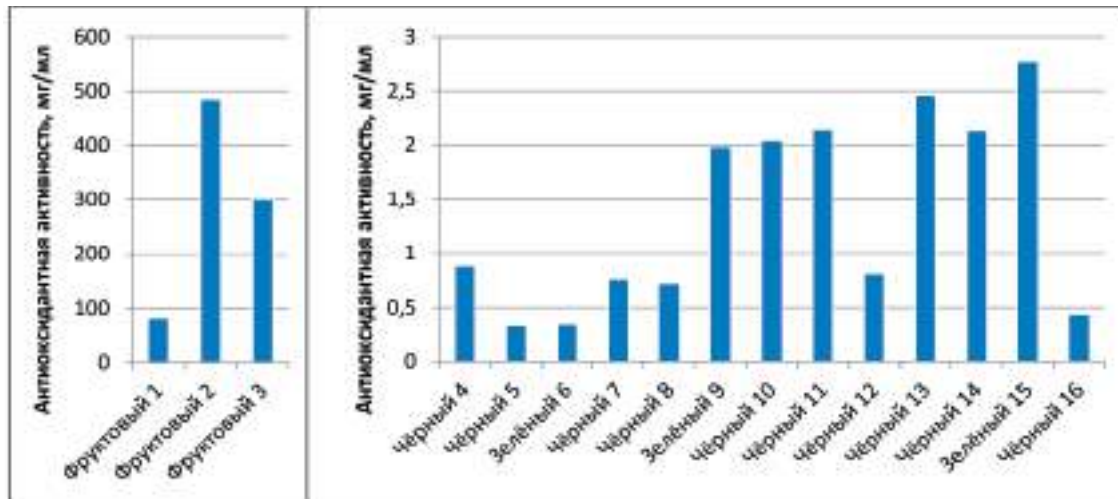
Задание 4

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 диаграммах¹⁷.





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.

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 воды¹⁸.

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 диаграмме¹⁹.

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 диаграмме²⁰.



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 использования²¹.

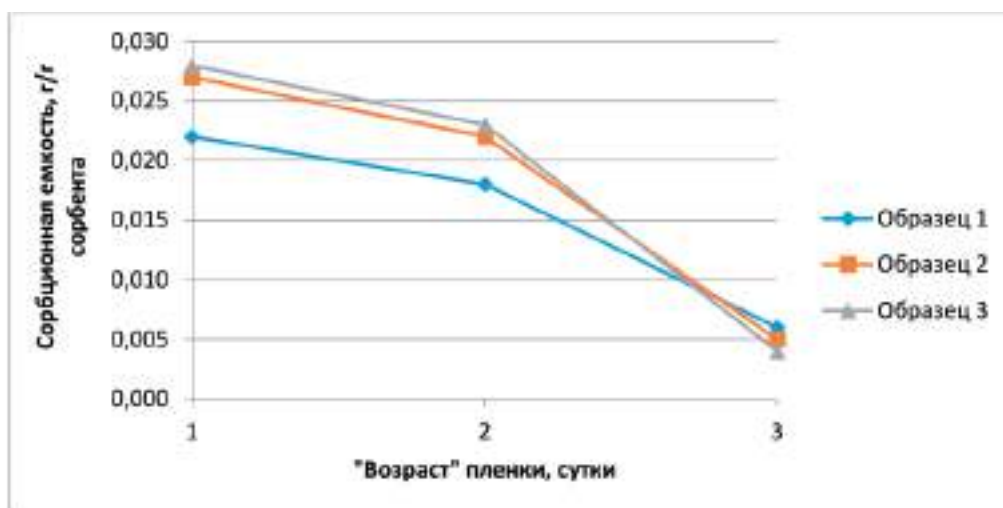
Цикл использования	Сорбционная емкость, г нефти / г сорбента		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
1	0,450	0,490	0,421
2	0,444	0,406	0,383
3	0,444	0,370	0,251
4	0,350	0,341	0,110

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 воды²².

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.



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 ними²³.

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 шин²⁴.



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)²⁵.

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.

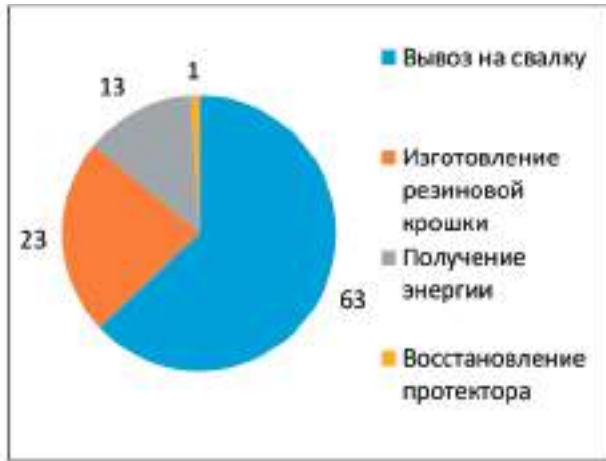


Рис. 1. Способы обращения с изношенными шинами в России, %

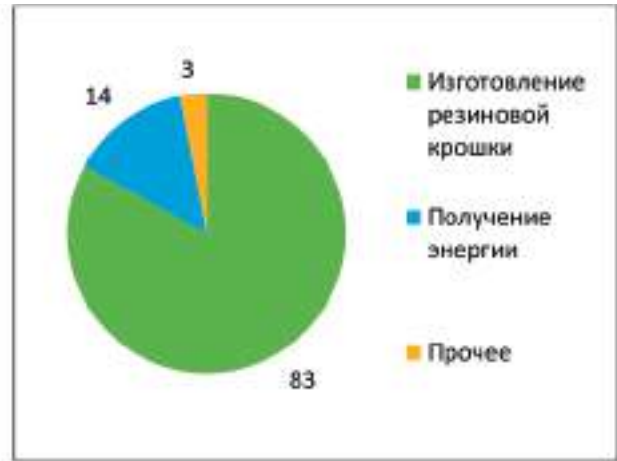


Рис. 2. Методы переработки изношенных шин в России, %

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

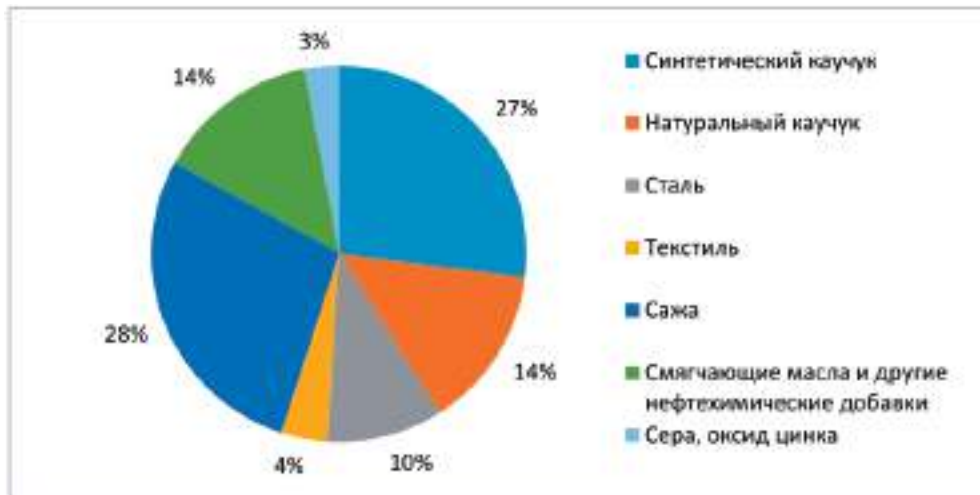
Механическое измельчение изношенных шин можно проводить как при положительных температурах, так и с применением криогенных технологий²⁶, т. е. при низких температурах. Для этого резину охлаждают до температуры $-60...-120$ °С, используя, например, жидкий азот, температура кипения которого составляет -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.

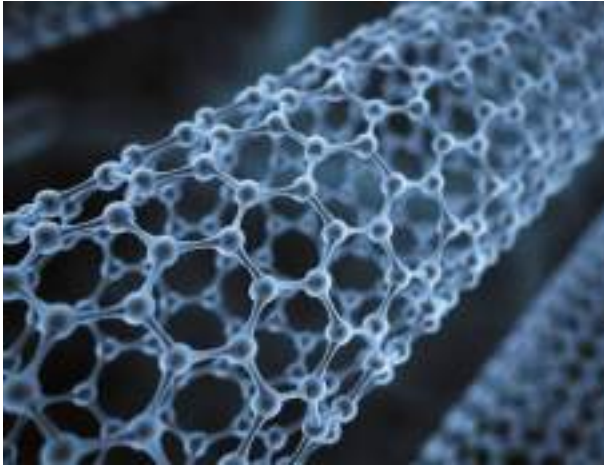
На диаграмме представлен типичный состав шин легкового автомобиля²⁷.



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

Кейс 10.

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 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.

Задание 1

Для нанотрубок характерна низкая плотность – 1,4 г/см³ для однослойных и 1,8 г/см³ для многослойных. В таблице представлены важнейшие физико-механические свойства некоторых материалов, содержащих углерод²⁸.

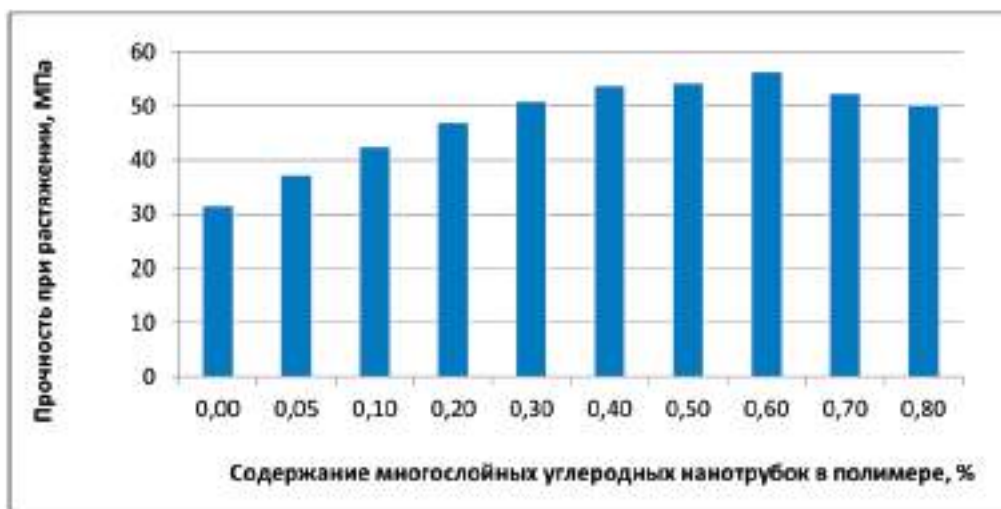
Прочность на растяжение определяется предельным значением силы, при которой происходит разрыв материала, *модуль упругости* характеризует способность материала упруго деформироваться при приложении к нему силы. *Удельная прочность* – это предел прочности материала, отнесённый к его плотности. *Удельный 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 ³	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 диаграмме²⁹.



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 – триэтанололамином (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 таблице³⁰.

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.

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 диаграмме²⁹.

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.

Содержание

Кейс 1. КАК СДЕЛАТЬ ВОДУ ПРИГОДНОЙ ДЛЯ ПИТЬЯ?	2
Кейс 2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	6
Кейс 3. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА	10
Кейс 4. КАК ВЫРАСТИТЬ РАСТЕНИЯ БЕЗ ГРУНТА?	13
Кейс 5. КАК ЛЕЧИТЬ БОЛЕЗНЬ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ?	17
Кейс 6. «РОДНИКИ ВЫ МОИ, РОДНИКИ...»	21
Кейс 7. ЧАЙ ИЛИ КОФЕ?	26
Кейс 8. ЗАЧЕМ НУЖНЫ АДСОРБЕНТЫ?	30
Кейс 9. ЧТО ДЕЛАТЬ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ШИНАМИ?	35
Кейс 10. УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ – МАТЕРИАЛЫ БУДУЩЕГО	39