

# Задания заключительного этапа Олимпиады школьников Санкт-Петербургского государственного университета 2023/2024 учебного года по комплексу предметов «Планета Земля»

## Раздел «География»

Вопросы универсальные для младшей и старшей группы, для старшей дополнение приведено курсивом.

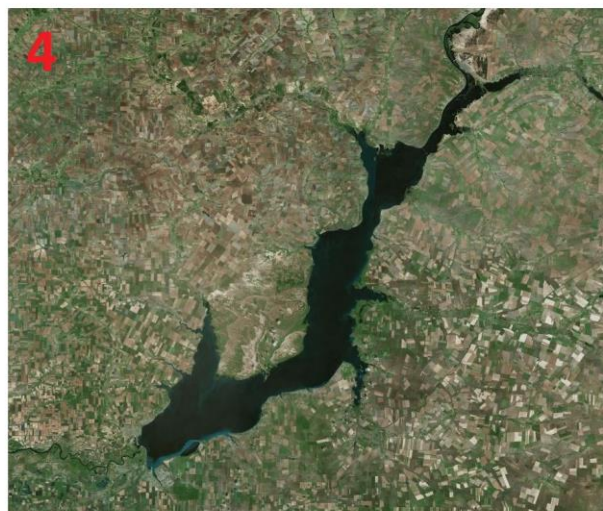
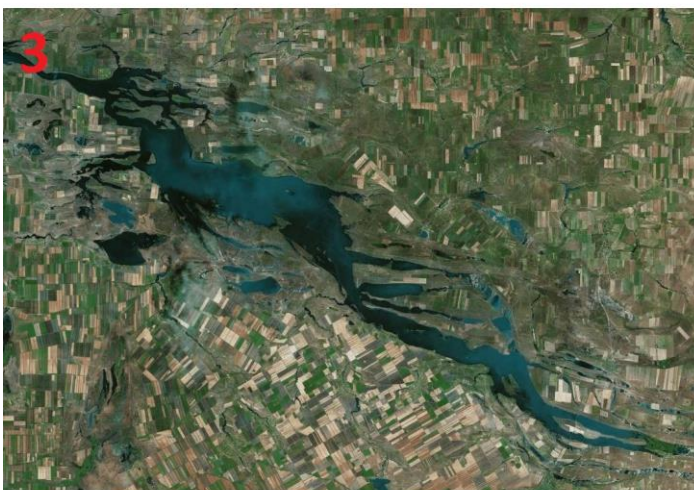
1. Изучив приведённые фрагменты снимков земной поверхности ответьте, какие водоёмы на них запечатлены. *Кроме того, укажите, к какому бассейну они относятся (Северного Ледовитого океана, Атлантического океана, Тихого океана, внутреннего стока)*



Ответ: 1 – озеро Белое, 2 – озеро Эльтон, 3 – озеро Таймыр, 4 – Зейское водохранилище

*Ответ: 1 – озеро Белое (внутреннего стока), 2 – озеро Эльтон (внутреннего стока), 3 – озеро Таймыр (Северный Ледовитый океан), 4 – Зейское водохранилище (Тихий океан)*

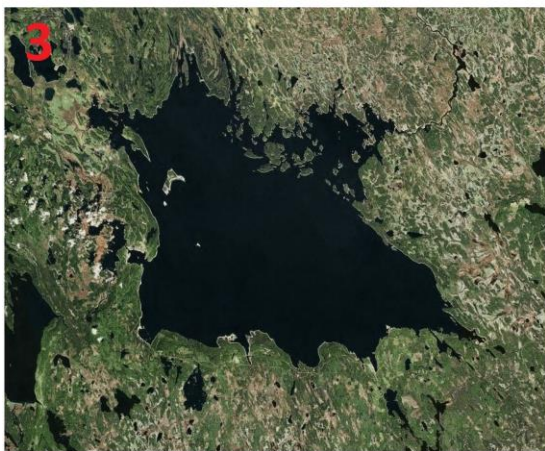
2. Изучив приведённые фрагменты снимков земной поверхности ответьте, какие водоёмы на них запечатлены. Кроме того, укажите, к какому бассейну они относятся (Северного Ледовитого океана, Атлантического океана, Тихого океана, внутреннего стока)



Ответ: 1 – озеро Убсунур/Убсу-нур/Убсунуур/Убсу-нуур, 2 – озеро Ханка, 3 – оз. Маныч-Гудило, 4 – Цимлянское водохранилище

*Ответ: 1 – озеро Убсунур/Убсу-нур/Убсунуур/Убсу-нуур (внутреннего стока), 2 – озеро Ханка (Тихий океан), 3 – оз. Маныч-Гудило (Атлантический океан), 4 – Цимлянское водохранилище (Атлантический океан)*

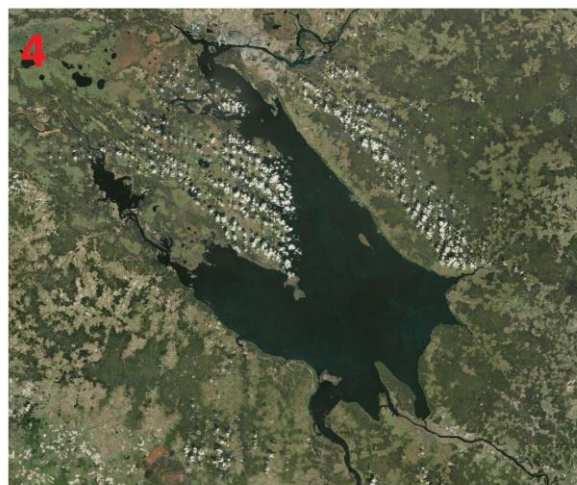
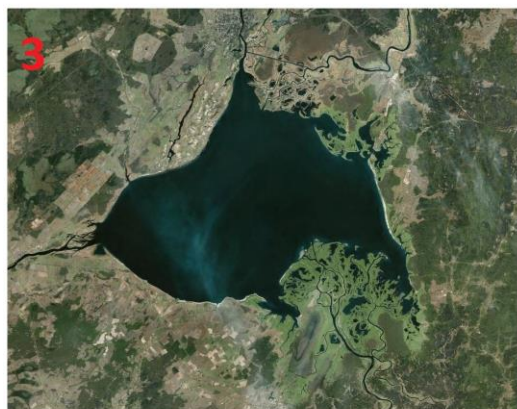
3. Изучив приведённые фрагменты снимков земной поверхности ответьте, какие водоёмы на них запечатлены. Кроме того, укажите, к какому бассейну они относятся (Северного Ледовитого океана, Атлантического океана, Тихого океана, внутреннего стока)



Ответ: 1 – Братское водохранилище, 2 – Телецкое озеро, 3 – озеро Сегозеро, 4 – озеро Водлозеро

Ответ: 1 – Братское водохранилище (Северный Ледовитый океан), 2 – Телецкое озеро (Северный Ледовитый океан), 3 – озеро Сегозеро (Северный Ледовитый океан), 4 – озеро Водлозеро (Атлантический океан)

4. Изучив приведённые фрагменты снимков земной поверхности ответьте, какие водоёмы на них запечатлены. Кроме того, укажите, к какому бассейну они относятся (Северного Ледовитого океана, Атлантического океана, Тихого океана, внутреннего стока)



Ответ: 1 – Красноярское водохранилище, 2 – Вилюйское водохранилище, 3 – озеро Ильмень, 4 – Рыбинское водохранилище

Ответ: 1 – Красноярское водохранилище (Северный Ледовитый океан), 2 – Вилюйское водохранилище (Северный Ледовитый океан), 3 – озеро Ильмень (Атлантический океан), 4 – Рыбинское водохранилище (внутреннего стока)

Вопрос.

Как называются и каким странам принадлежат крупнейшие острова Балтийского моря (1-7)? Как называются крупнейшие заливы Балтийского моря (8-11)?

Ответ.

1 – Аландские о-ва (Финляндия)

2 – о. Готланд (Швеция)

3 – о. Эланд (Швеция)

4 – о. Борнхольм (Дания)

5 – о. Сааремаа (Эстония)

6 – о. Хиуймаа (Эстония)

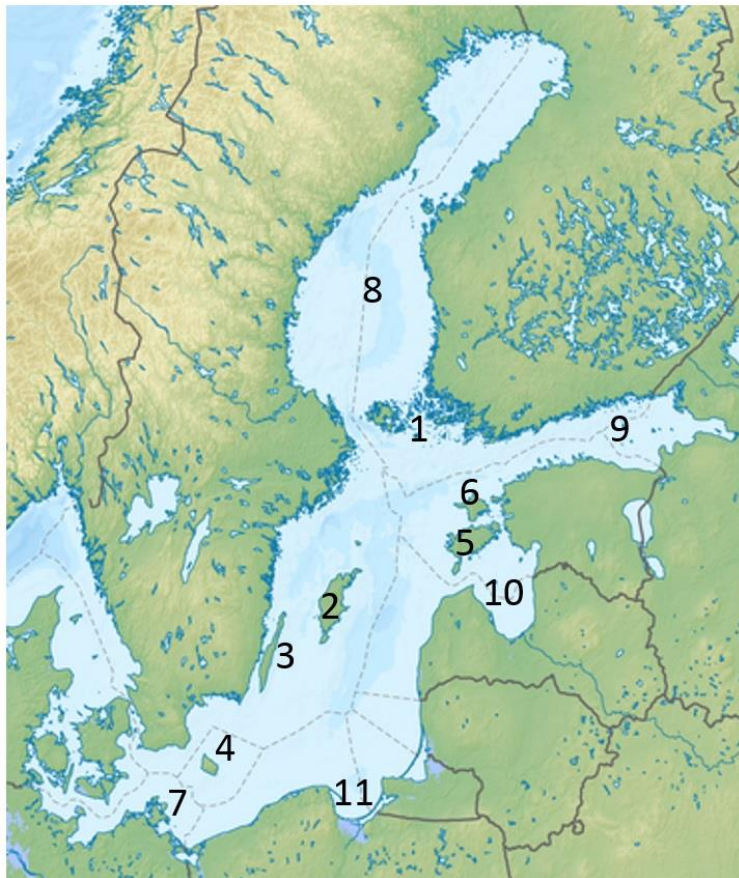
7 – о. Рюген (Германия)

8 – Ботнический залив

9 – Финский залив

10 – Рижский залив

11 – Гданьский залив



Как называется эта страна? Какие связанные с ней географические объекты (полуострова, острова, проливы) пронумерованы на карте (Изображение повернуто на некоторый угол)?

Ответ.

Дания

1 – п-ов Ютландия

2 – пролив Скагеррак

3 – пролив Каттегат

4 – пролив Эресунн (Зунд)

5 – пролив Большой Бельт

6 – пролив Малый Бельт

7 – о. Фюн

8 – о. Лолланн

9 – о. Зеландия

10 – о. Борнхольм



Вопрос

Как называется этот архипелаг и его четыре крупнейших острова? Как назывался архипелаг в первые годы после открытия? Экспедицией под чьим руководством был открыт архипелаг? (Изображение повернуто на некоторый угол)

Ответ.

Северная Земля

1 – о. Октябрьской Революции

2 – о. Большевик

3 – о. Комсомолец

4 – о. Пионер

В первые годы после открытия:

Земля Императора Николая II

Борис Андреевич Вилькицкий



Как называются пронумерованные на карте морские течения? Какое из них самое мощное?

1 – Куро시오

2 – Гольфстрим

3 – Бенгельское

4 – течение Западных Ветров (Антарктическое циркумполярное)

5 – Лабрадорское

6 – Перуанское

7 – Бразильское

8 – Канарское

9 – Северо-Атлантическое

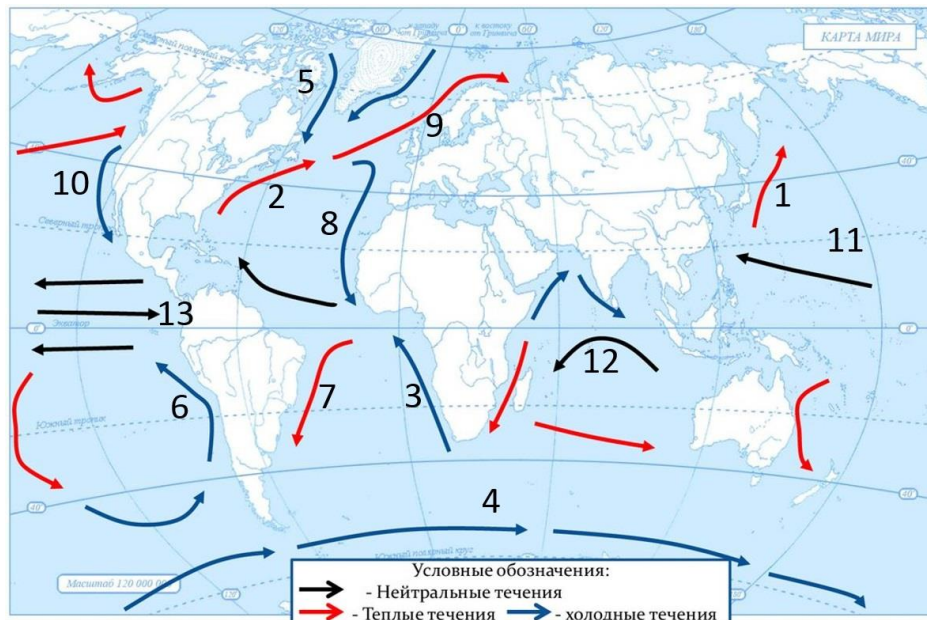
10 – Калифорнийское

11 – Северное Пассатное

12 – Южное Пассатное

13 – Экваториальное (Межпассатное)

Самое мощное – течение Западных Ветров (Антарктическое циркумполярное)





Напишите названия островов, с которыми связаны перечисленные ниже факты (один факт = один остров)

Тайвань – остров, с которым связывают начало основного расселения австронезийцев по островам Тихого и Индийского океанов

2 – Калимантан – остров, где живет больше всего орангутанов

3 - Новая Гвинея – остров, где находится самая высокая гора (Джая) из тех, что имеются на островах Земли

4 – Ява – самый густонаселенный из крупных островов мира

5 – Суматра – остров, на котором расположен супервулкан Тоба, едва не уничтоживший людей около 75 тыс. лет назад

6 – Бали – остров, являющийся одним из мировых центров туризма

7 – Тимор – сравнительно небольшой остров, разделенный между двумя государствами

8 – Хайнань – остров, который называют «Восточными Гавайями»

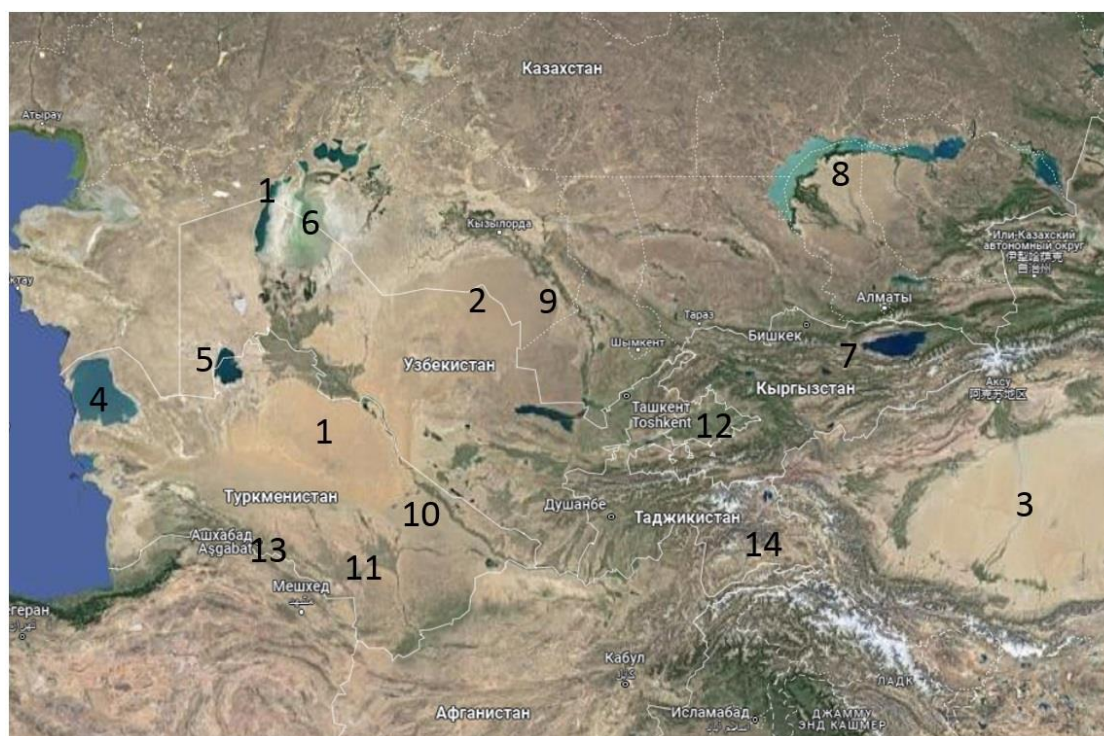
9 – Сулавеси – остров, где обнаружены древнейшие пещерные рисунки первобытного человека (более 45 тыс. лет назад)

10 – Лусон – остров, где в 1991 г. произошло извержение вулкана Пинатубо - одно из сильнейших в XX веке



Напишите названия географических объектов, с которыми связаны перечисленные ниже факты (один факт = один объект)

- 1 – пустыня Каракум – пустыня, название которой переводится как «черные пески»
- 2 – пустыня Кызылкум – пустыня, название которой переводится как «красные пески»
- 3 – пустыня Такла-Макан – одна из крупнейших песчаных пустынь мира
- 4 – залив Кара-Богаз-Гол – крупная лагуна с интенсивным накоплением солей
- 5 – Сарыкамышская котловина – котловина древнего озера, через которое протекал Узбой, ныне – коллектор сточных вод с хлопковых полей
- 6 – бывшее Аральское море – солончак на месте бывшего большого озера
- 7 – оз. Иссык-Куль – крупное горное озеро в глубокой тектонической котловине
- 8 – оз. Балхаш – озеро с различной соленостью западной и восточной частей
- 9 – р. Сырдарья – река, которая доносит часть своих вод до Малого (Северного) Арала
- 10 – р. Амударья – река, которая не доносит своих вод до бывшего Арала
- 11 – сухие дельты рек Теджен и Мургаб
- 12 – Ферганская долина – крупная межгорная впадина в Средней Азии
- 13 – Копетдаг – горная система, ограничивающая с северо-востока Иранское нагорье
- 14 – нагорье Памир – это нагорье, как и Тибетское, называют «крышей мира»



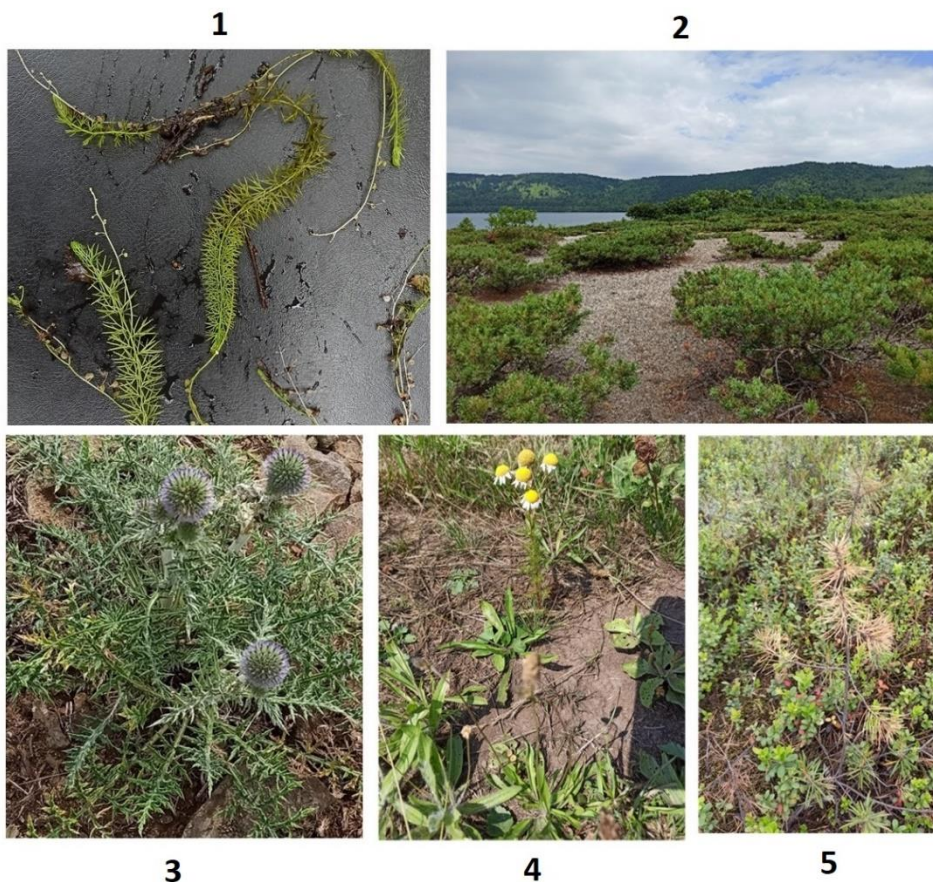
## Раздел «География (экология)»

### Задания по направлению «экология»

Примечание: использованы фотографии автора и Wikimedia commons

#### I. Младшая группа

1. Определите растения, изображенные на photographиях. Посмотрите на рисунки 1-3, что можно сказать о требованиях растений к факторам среды? аргументируйте свое мнение. Рисунок 4 – что можно сказать об особенностях участка, где во множестве представлены эти растения? Аргументируйте свою позицию. Рисунок 5 – как называется подобное состояние хвои? Чем оно может быть вызвано?



Ответы:

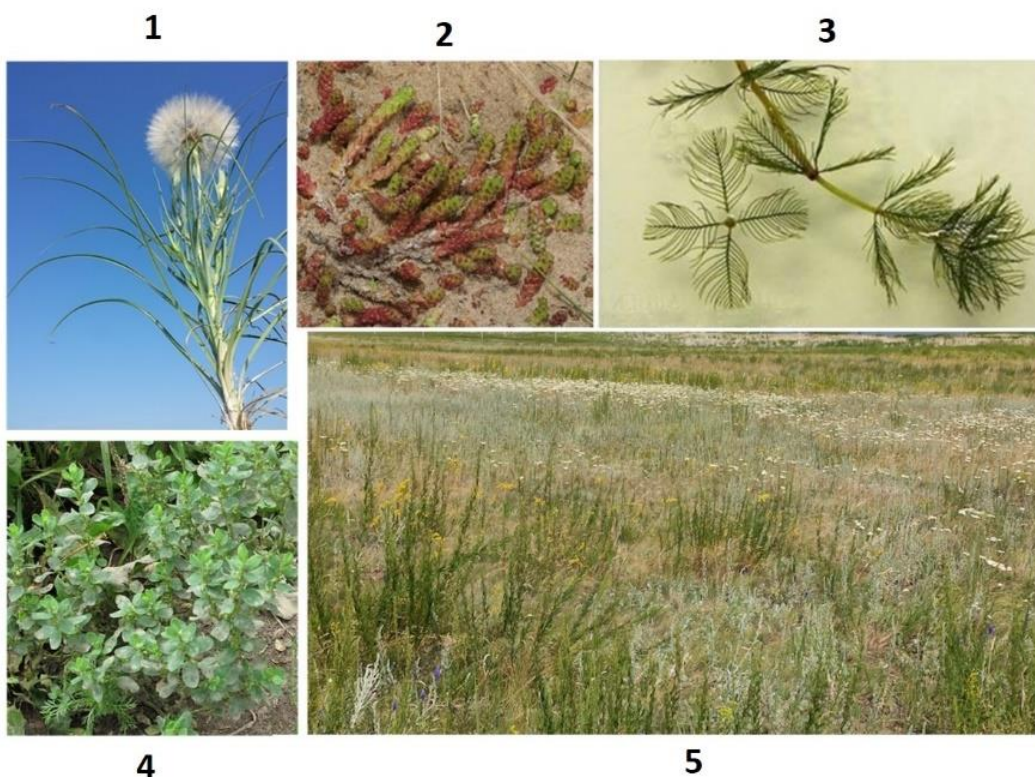
1. Мягкие, глубоко рассеченные листья с очень тонкими долями характерны для погруженных в воду растений. По ловчим пузырькам можно опознать пузырчатку и указать на ее хищничество.
2. Кедровый стланник. Плотная, прижатая к земле крона может свидетельствовать о приспособленности к низкой температуре и сильному ветру. Произрастание на галечном пляже говорит о нетребовательности к богатству почвы, способности расти на каменистом субстрате.
3. Мордовник. Растение с признаками склерофита (глубоко рассеченные листья со свернутыми вдоль центральной жилки долями, светлая окраска, опушение, которое, впрочем, плохо видно на фото); растение приспособлено к дефициту влаги. На краю фотографии видно, что участок каменистый, растение приспособлено к подобному субстрату.

4. На фото присутствуют рудеральные растения, которые школьники могли встречать в городе. Кроме того, видна оголенная почва. Участок подвергся механическому нарушению (вытаптывание, движение техники, снятие слоя почвы, подсыпание грунта).

5. Хлороз хвои сосны. Может быть вызван нарушением водного режима (избыток или недостаток влаги), нарушением баланса макро- и микроэлементов, инфекционными заболеваниями, генетическими отклонениями, воздействием загрязняющих веществ (диоксид серы, некоторые микроэлементы), а также рядом других причин.

Примечания: определение родов и видов растений в этом задании не является обязательным.

2. Определите растения, изображенные на фотографиях 1-4. Посмотрите на рисунки 1-3 – что можно сказать о требованиях растений к факторам среды? аргументируйте свое мнение. Рисунок 4 – что можно сказать об особенностях участка, где во множестве представлены эти растения? Аргументируйте свою позицию. Рисунок 5: фотография сделана на степном участке, подверженном определенному виду антропогенному воздействию. Предположите, какому именно. Аргументируйте свою позицию.



Ответы:

1. Козлобородник. Относительно узкие и жесткие листья, свернутые вдоль, могут свидетельствовать об устойчивости к дефициту влаги. Семена с хохолками, приспособленные к переносу ветром, свидетельствуют в пользу того, что это растение открытых пространств.

2. Очиток. Мясистые короткие листья – признак суккулента, запасующего воду для переживания периодов недостатка влаги.

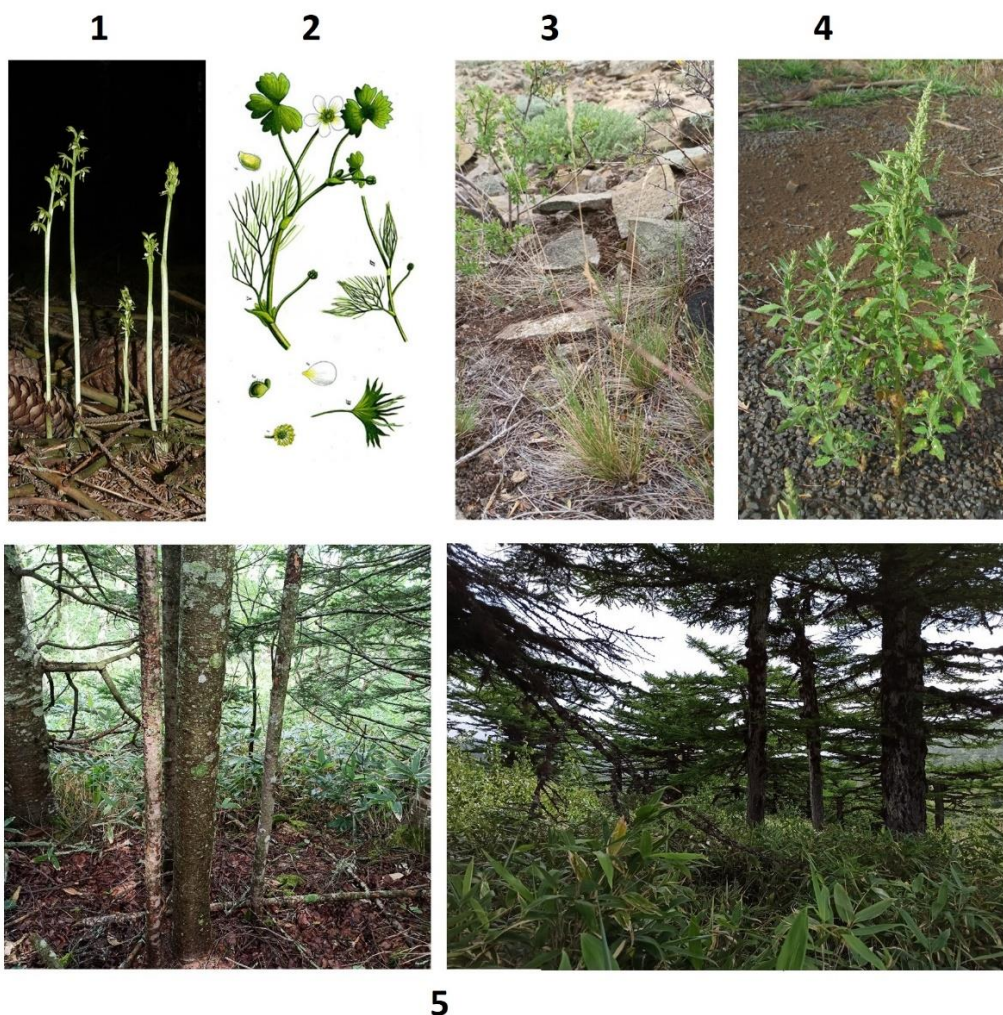
3. Уруть. Глубоко рассеченные листья с очень тонкими долями характерны для погруженных в воду растений.

4. Горец птичий (спорыш). Рудеральный вид, отличающийся большой устойчивостью к вытаптыванию. Школьники видели это растение в городе. Произрастает на нарушенных местах, обилен на участках, подвергающихся вытаптыванию (около дорог/тропинок).

5. Обращает на себя внимание серый цвет. В норме в степных сообществах преобладают злаки (доля разнотравья колеблется), цвет может быть зеленым или желтоватым; на фото обильны растения с серой окраской. Школьники могут вспомнить полынь горькую, отличающуюся серой (или серебристой) окраской, встречающейся на нарушенных местах – на пустырях, вдоль дорог (хотя в СПб ее почти не видно). На переднем плане также зеленая полынь-эстрагон. Обилие полыни свидетельствует в пользу интенсивного выпаса; полынь меньше выедается.

Примечания: определение родов и видов растений в этом задании не является обязательным.

3. Определите растения, изображенные на фотографиях 1-4. Посмотрите на рисунки 1-3 – что можно сказать о требованиях растений к факторам среды? аргументируйте свое мнение. Рисунок 4 – что можно сказать об особенностях участка, где во множестве представлены эти растения? Аргументируйте свою позицию. Рисунок 5: на Южный Курильских островах саза (называемая также курильским бамбуком; злак, который можно видеть на переднем плане на правом нижнем рисунке) в одних хвойных лесах присутствует, в других – отсутствует. Предположите причины. Аргументируйте свою позицию.



5

Ответы:

1. Ладьян. Видно, что у цветущего растения нет зеленых листьев. Растение бесхлорофилльное, паразитическое. Опираясь на внешний вид цветов, можно предположить, что растение относится к орхидным, многие представители которых имеют тесную взаимосвязь с микоризными грибами.

2. Лютик водный. Нижние листья – глубоко рассеченные с очень тонкими долями. Верхние – умеренно рассечены. Можно предположить, что нижняя часть растения погружена в воду, а верхняя возвышается над поверхностью воды.

3. Типчак. Очень узкие листья и тонкие жесткие стебли свидетельствуют о приспособленности к дефициту воды. Цветущее растение произрастает на каменистом субстрате, следовательно, способно расти на почве очень малой мощности.

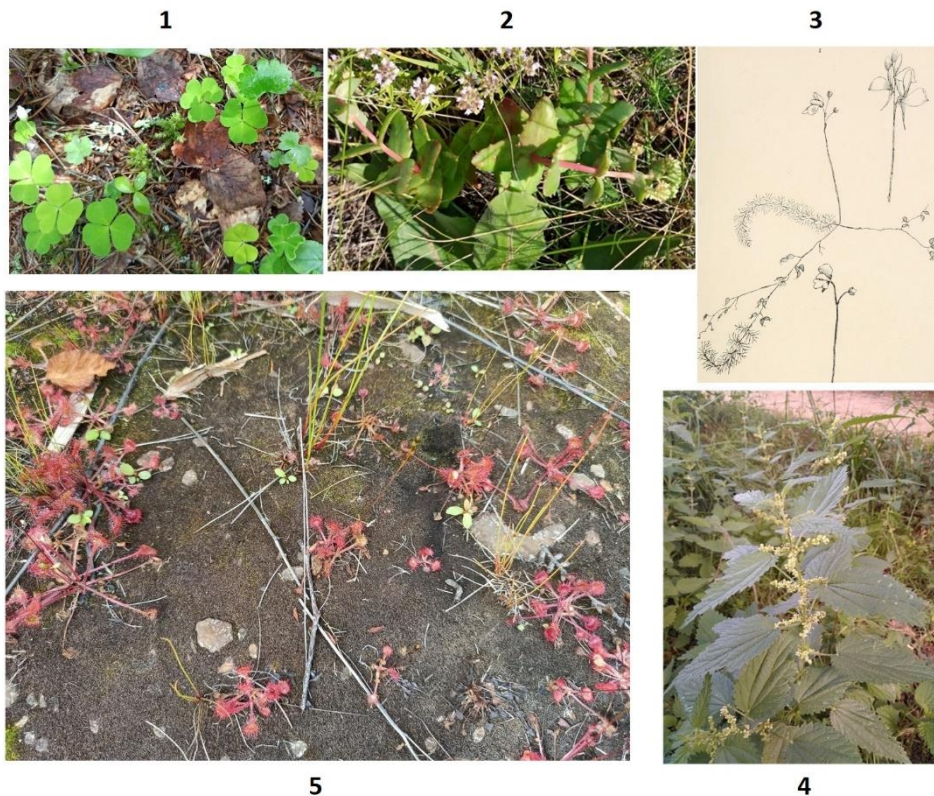
4. Марь белая. Рудеральное растение, которое школьники могли видеть в городе. Произрастает, скорее всего, на механически нарушенном участке (в кадре гравийная отсыпка, вероятно, у дороги).

5. Видно, что на левой фотографии – пихта, на правой – лиственница. В темнохвойных лесах саза угнетена из-за недостаточного освещения, в светлохвойных и лиственных (дуб, береза, ольха и др.) может использовать начало и конец вегетационного периода, т.к. является зимнезеленым растением. Уточнение региона (Дальний Восток) должно навести школьников

на мысль о преобладающих хвойных породах. Школьники также могут предположить влияние сомкнутости древостоя.

Примечания: определение родов и видов растений в этом задании не является обязательным.

4. Определите растения, изображенные на фотографиях. Посмотрите на рисунки 1-3 – что можно сказать о требованиях растений к факторам среды? аргументируйте свое мнение. Рисунок 4 – что можно сказать об особенностях участка, где во множестве представлены эти растения? Аргументируйте свою позицию. Рисунок 5: рослянка часто описывается как растение верховых болот. Однако ее можно встретить и за их пределами. Какими особенностями рослянки, на ваш взгляд, это определяется? Аргументируйте свою позицию.



Ответы:

1. Кислица. Низкое растение со сравнительно тонкими листьями, расположенными горизонтально; если школьники опознают кислицу, могут вспомнить и о поверхностной корневой системе, расположенной в подстилке; тенелюбивое (теневыносливое) и влаголюбивое растение.

2. Очиток (заячья капуста). Растение с признаками суккулента (мясистые относительно небольшие листья с блестящей поверхностью); растение приспособлено к дефициту влаги.

3. Мягкие, глубоко рассеченные листья с очень тонкими долями характерны для погруженных в воду растений. По ловчим пузырькам можно опознать пузырчатку и указать на ее хищничество.

4. Крапива. Растение, требовательное к богатству почвы, к содержанию азота. Часто встречается в нарушенных местообитаниях. Школьники могли обратить внимание, что крапива разрастается около помоек, выгребных ям, туалетов.

5. Росянка встречается на бедных элементами питания субстратах (в т.ч. каменистых и песчаных). Вероятно, важным фактором является отсутствие более высоких растений, образующих плотный покров.

Примечания: определение родов и видов растений в этом задании не является обязательным.

5. Определите растения, изображенные на фотографиях. Посмотрите на рисунки 1-3, что можно сказать о требованиях растений к факторам среды? аргументируйте свое мнение. Рисунок 4 – что можно сказать об особенностях участка, где во множестве представлены эти растения? Аргументируйте свою позицию. Рисунок 5: на Южный Курильских островах саза (называемая также курильским бамбуком; злак, который можно видеть на переднем плане на центральном нижнем рисунке) часто образует сплошной покров, но вблизи берега моря исчезает. Каковы могут быть причины? Аргументируйте свою позицию.



Ответы:

1. Петров крест. Видно, что у цветущего растения нет зеленых листьев. Растение бесхлорофилльное, паразитическое.

2. Лютик водный. Нижние листья – глубоко рассеченные с очень тонкими долями. Верхние – умеренно рассечены. Можно предположить, что нижняя часть растения погружена в воду, а верхняя возвышается над поверхностью воды.



3. Горноколосник. Растение с признаками суккулента – мясистые листья, густо покрывающие стебель. Растение приспособлено к дефициту влаги.
  4. Пастушья сумка. Школьники могли видеть ее в городе вдоль дорог, на пустырях и т.п. растение нарушенных местообитаний.
  5. Саза является зимнезеленым растением, успешная зимовка зависит от снежного покрова. Высота снежного покрова влияет на высоту зарослей сазы. Вблизи береговой линии ветер чаще сдувает снег. Школьники могут также предположить влияние повышенного содержания солей около береговой линии.
- Примечания: определение родов и видов растений в этом задании не является обязательным.

## Раздел «География (геология)»

### 6-8 класс

#### ВОПРОС 1

Приблизительно в 100 г. до н. э. римский историк и писатель Тацит писал: «...как легко можно видеть, это есть не что иное, как сок растений, так как в нем иногда встречаются зверьки и насекомые, заключенные в некогда еще живой сок. Очевидно, что страны на берегу Суевского моря покрыты были пышными лесами, выделявшими из себя бальзам и амбру. Лучи низкого солнца изгоняли этот сок, и жидкость капала в море, откуда она бурями выносилась на противоположный берег». Охарактеризуйте по возможности подробнее тот объект, которому посвятил Тацит свои строки. Какое море он называл Суевским? Какие современные научные дисциплины занимаются решением проблем, обсуждавшихся 2100 лет назад Тацитом? (Балтийское море; формирование янтаря; палео(био)география, палеоэкология, палеонтология)

#### ВОПРОС 2

Эта страна – Аргентина – названа благодаря химическому элементу, который искали в ней испанские завоеватели. Первое путешествие к далеким берегам было достаточно удачным, потому что попутный ветер гнал корабли вперед. Столицу будущего государства, в котором они ожидали встретить несметные сокровища сказочной страны Эльдорадо, назвали очень оптимистично – «Хороший (попутный) ветер», который на современной карте называется Буэнос-Айрес. Залив, на берегу которого он находится, назван именем того же химического элемента, но по-испански – Ла-Плата. Однако на тот момент к сожалению испанцев, то, что они принимали за чрезвычайно ценный для них химический элемент – серебро, оказалось иным химическим элементом – платиной. На тот момент ее ценность не была известна, и такое ее название является пренебрежительным, в русском переводе – серебришко.

1. Аргентина
2. Буэнос-Айрес
3. Ла-Плата/ серебро (тут моя ошибка, любое из слов - зачет)
4. Платина
5. Серебришко, или любое уменьшительное к серебру

#### Вопрос 3

Прочтите текст. Под номерами пропущены некоторые слова (они могут повторяться), напишите их.

Корпус горного компаса укреплен на прямоугольной пластине. Внутри корпуса помещен 1 – круг, разделенный на 360 градусов. Деления на лимбе от 0 до 360 нанесены в порядке, 2 часовой стрелки. Это позволяет отсчитывать азимут по северному концу стрелки. Корпус устанавливается таким образом, чтобы линия, соединяющая север-юг, была параллельна 3 стороне пластинки компаса. В центре расположена игла, на которой размещается обычная магнитная стрелка. Стрелка свободно вращается на игле. Хорошо намагниченная и правильно отрегулированная стрелка быстро успокаивается и принимает горизонтальное неподвижное положение, обращая северным концом к 4 полюсу. Ее северный конец покрыт синей (иногда – черной или даже белой) краской, южная стрелка – всегда красная (или бесцветная). Кроме 1, служащего для замеров азимутов, имеется шкала инклинометра (отвеса), применяющегося при измерении углов наклона (пластов, склонов и т.д.). Шкала для инклинометра обычно наносится под основным лимбом в виде полукруга с делениями от 0 до 90 градусов, в противоположные стороны от середины полуокружности. Отвес свободно колеблется только при вертикальном положении пластины компаса. Шкала инклинометра, как и шкала лимба, ориентированы относительно длинной стороны пластинки компаса. При 5 положении пластинки компаса и совмещении ее длинной стороны с линией горизонта зубец отвеса укажет 0 градусов. При положении длинной стороны параллельно напластованию наклонно залегающих пород возможно вычислить угол их 6.

1. Лимб
2. Обратном движению
3. Длинной
4. Северному магнитному
5. Вертикальном
6. падения

#### Вопрос 4

Заполните пропущенные слова в тексте из книги Р.Ф. Геккера «Палеоэкология»:

«Первоочередными задачами палеоэкологии являются: а) выяснение образа жизни вымерших ~~животных и растений~~ для более полного и глубокого понимания самих организмов и определения того влияния, которое они могли оказывать на других животных, растения или на ~~неорганическую среду~~, и 2) восстановление условий жизни тех или иных форм или целых сообществ геологического прошлого. Материалом для работ, направленных на разрешение этих вопросов для геологического прошлого, являются окаменелые ~~остатки организмов~~, заключающие их ~~горные породы~~, запечатлевшие особенности среды обитания организмов, а также зафиксированное в геологическом разрезе распределение тех и других в толще земной коры. Образ жизни и условия обитания организмов взаимосвязаны...

Выяснение условий и особенностей захоронения остатков ископаемых организмов особенно важно для палеонтологов, изучающих остатки наземных животных и растений, так как часто они захороняются не на местах их обитания. Эти вопросы начали разрабатываться для наземных позвоночных И.А. Ефремовым. Им было введено новое название — тафономия — для раздела знаний о закономерностях захоронения и образования местонахождений

остатков ископаемых животных и растений. Тафономия чрезвычайно важна для палеоэколога, в то же самое время тафономия не представляет части палеоэкологии; предметом тафономии являются мертвые организмы и вопросы их захоронения, в то время как палеоэкология рассматривает древние организмы в их жизненных отношениях...

Палеоэкологические и литологические исследования должны идти рука об руку, ... так как в смежной области они будут в состоянии найти ключ к разрешению ряда вопросов своей области — соответственно, вопросов образа и условий жизни организмов и условий образования осадков. Само собою разумеется, что палеоэколог, как и литолог, должны быть и хорошими геологами...

«Первоочередными задачами палеоэкологии являются:

а) выяснение образа жизни вымерших 1 для более полного и глубокого понимания самих организмов и определения того влияния, которое они могли оказывать на других животных, растения или на 2, и

б) восстановление условий жизни тех или иных форм или целых сообществ геологического прошлого. Материалом для работ, направленных на разрешение этих вопросов для геологического прошлого, являются окаменелые 3, заключающие их 4, запечатлевшие особенности среды обитания организмов, а также зафиксированное в геологическом разрезе распределение тех и других в толще земной коры. Образ жизни и условия обитания организмов взаимосвязаны...

Выяснение условий и особенностей захоронения остатков ископаемых организмов особенно важно для палеонтологов, изучающих остатки наземных животных и растений, так как часто они захороняются не на местах их обитания. Эти вопросы начали разрабатываться для наземных позвоночных И.А. Ефремовым. Им было введено новое название — 5— для раздела знаний о закономерностях захоронения и образования местонахождений остатков ископаемых животных и растений. 5 чрезвычайно важна для палеоэколога, в то же самое время тафономия не представляет части палеоэкологии; предметом 5 являются мертвые организмы и вопросы их захоронения, в то время как палеоэкология рассматривает древние организмы в их жизненных отношениях...

Палеоэкологические и литологические исследования должны идти рука об руку, ... так как в смежной области они будут в состоянии найти ключ к разрешению ряда вопросов своей области — соответственно, вопросов образа и условий жизни организмов и условий образования 6. Само собою разумеется, что палеоэколог, как и литолог, должны быть и хорошими геологами...».

1. Животных и растений
2. Неорганическую среду
3. Остатки организмов
4. Горные породы
5. Тафономия
6. осадков

## Раздел «Физика»

### 6-8 класс

**Задача 1.** Оцените массу Земли и ее среднюю плотность при условии, что известен ее средний радиус и среднее значение ускорения свободного падения на поверхности.

Гравитационная постоянная  $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / \text{кг} \cdot \text{с}^2$ .

*Средний радиус Земли (6370 км) и среднее значение  $g$  на поверхности Земли (9.81 м/с<sup>2</sup>) участники олимпиады должны знать.*

**Решение.** Ускорение свободного падения  $g = G \frac{M}{R^2}$ . Следовательно, масса Земли

$$M = \frac{gR^2}{G} = \frac{9.81 \cdot (6.37)^2 \cdot 10^{12}}{6.67 \cdot 10^{-11}} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг} . \text{ Поскольку объём шара } V = \frac{4}{3} \pi R^3, \text{ плотность}$$

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{3}{4} \frac{g}{\pi R G} = \frac{3 \cdot 9.81}{4 \cdot 3.14 \cdot 6.37 \cdot 10^6 \cdot 6.67 \cdot 10^{-11}} \approx 5515 \text{ кг} / \text{м}^3$$

**Задача 2.** Оцените, насколько сила тяжести в самолёте, летящем на высоте 10 км, меньше значения силы тяжести в точке на поверхности Земли, над которой он пролетает? Влиянием вращения Земли, отличием формы Земли от шара и движением самолёта пренебречь.

**Решение.** При оговорённых условиях сила тяжести, действующая на тело произвольной массы, равна силе гравитационного притяжения Земли, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния от центра Земли, а отличие ускорения свободного падения на борту самолёта ( $g_1$ ) и на поверхности Земли ( $g_0$ ) определяется только высотой полёта. Для оценки могут использоваться среднее значение силы тяжести на поверхности Земли и средний радиус Земли.

Изменение силы тяжести при подъёме на высоту 10 км (10000 м), составит

$$\begin{aligned} \delta g &= g_0 - g_1 = g_0 \left( 1 - \frac{g_1}{g_0} \right) = g_0 \left( 1 - \frac{R^2}{(R+h)^2} \right) = g_0 \left( 1 - \frac{1}{(1+h/R)^2} \right) = \\ &= 9.81 \cdot \left( 1 - \frac{1}{\left( 1 + \frac{10}{6370} \right)^2} \right) \approx 0.03 \text{ м} / \text{с}^2 \end{aligned}$$

**Задача 3.** Оцените, насколько сила тяжести в спутнике, летящем на высоте 250 км, меньше значения силы тяжести в точке на поверхности Земли, над которой он пролетает? Влиянием вращения Земли и отличием формы Земли от шара пренебречь.

**Решение.** При оговорённых условиях сила тяжести, действующая на тело произвольной массы, равна силе гравитационного притяжения Земли, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния от центра Земли, а отличие ускорения свободного падения на борту спутника ( $g_1$ ) и на поверхности Земли ( $g_0$ ) определяется только высотой полёта. Для оценки могут использоваться среднее значение силы тяжести на поверхности Земли и средний радиус Земли.

Изменение силы тяжести при подъёме на высоту 250 км, составит

$$\begin{aligned} \delta g &= g_0 - g_1 = g_0 \left( 1 - \frac{g_1}{g_0} \right) = g_0 \left( 1 - \frac{R^2}{(R+h)^2} \right) = g_0 \left( 1 - \frac{1}{(1+h/R)^2} \right) = \\ &= 9.81 \cdot \left( 1 - \frac{1}{\left( 1 + \frac{250}{6370} \right)^2} \right) \approx 0.73 \text{ м/с}^2 \end{aligned}$$

**Задача 4.** Определите высоту, на которой сила тяжести будет в 2 раза меньше, чем на поверхности Земли. Влиянием вращения Земли и отличием формы Земли от шара пренебречь.

**Решение.** При оговорённых условиях сила тяжести, действующая на тело произвольной массы, равна силе гравитационного притяжения Земли, которая обратно пропорциональна квадрату расстояния от центра Земли. Последнее складывается из среднего радиуса Земли  $R$  и высоты  $h$ . Таким образом, ускорение свободного падения на поверхности Земли  $g_0 = G \frac{M}{R^2}$ ,

на высоте  $h - g_1 = G \frac{M}{(R+h)^2}$ . Если  $g_1 = \frac{1}{2} g_0$ , то  $G \frac{M}{R^2} = 2G \frac{M}{(R+h)^2}$ , откуда  $\frac{R+h}{R} = \sqrt{2}$ ,

$$h = R(\sqrt{2} - 1) \approx 6370 \cdot 0.414 \approx 2640 \text{ км}$$

**Задача 5.** Греческий учёный Эратосфен, смотритель Александрийской библиотеки, в III веке до н.э. довольно точно для своего времени оценил размер Земли. Он использовал экспериментально установленный факт, что в день летнего солнцестояния в городе Асуан на Ниле Солнце освещает дно самых глубоких колодцев, то есть его лучи падают на Землю практически вертикально (Асуан стоит почти на тропике Рака). В тот же самый день в Александрии, расположенной севернее, в дельте Нила, предметы отбрасывают тень, то есть солнечные лучи отклоняются от вертикали на угол, оценённый Эратосфеном в 1/50 часть окружности. Расстояние от Асуана до Александрии, по рассказам караванщиков, оценивалось в 5000 стадий. Какое значение радиуса Земли получил Эратосфен, и чему он равен в километрах, если считать, что Эратосфен пользовался египетским стадием, длина которого составляет 172.5 м? Поясните решение рисунком.

**Решение.** Поскольку расстояние от Земли до Солнца много больше размеров Земли (почти в 12000 раз), можно считать, что солнечные лучи приходят к Земле параллельно. Тогда угол между солнечным лучом и вертикалью в Александрии будет равен углу, проведённому из центра Земли, который опирается на дугу окружности между Асуаном и Александрией. Следовательно, последняя составляет  $1/50$  часть окружности Земли, длина которой равна

$2\pi R$ , где  $R$  – радиус Земли.  $\frac{2\pi R}{50} = 5000 \text{ стадий}$ . Откуда радиус Земли

$$R = \frac{5000 \cdot 50}{2\pi} \approx 40000 \text{ стадий} = 6900 \text{ км}.$$

---

**Задача 6.** Придворный мастер сделал для принцессы хрустальный трон, который выдерживает нагрузку  $250 \text{ Н}$ . Сможет ли земная принцесса воспользоваться новым тронном, если её масса  $60 \text{ кг}$ ? А марсианская принцесса той же массы? Трон устанавливается в тронном зале на первом этаже дворца. Масса Марса  $M_M$  составляет  $0.11$  массы Земли  $M_E$ , радиус Марса  $R_M$  –  $0.53$  радиуса Земли  $R_E$ .

**Решение.**

Вес земной принцессы  $P = mg = 60 \cdot 9.81 \approx 590 \text{ Н}$ . Очевидно, мастер ошибся в расчётах и его накажут – трон не выдержит принцессу на Земле. Однако, возможно, трон удастся отправить в качестве дипломатического подарка на Марс, и он порадует марсианскую принцессу. Ведь

ускорение свободного падения на Марсе  $g_M = G \frac{M_M}{R_M^2} = G \frac{0.11 \cdot M_E}{(0.53 \cdot R_E)^2} \approx 0.39 \cdot G \frac{M_E}{R_E^2} = 0.39g$ , а

вес марсианской принцессы  $P_M = mg_M = 0.39 \cdot P \approx 230 \text{ Н} < 250 \text{ Н}$ .

## Раздел «Химия (геохимия)»

### 6-8 класс

1. Определите элемент по свойствам

1. Редкий щелочной металл серебристо-белого цвета. Его соли окрашивают пламя в карминово-красный цвет, это является качественным признаком для его определения. Первый по важности стратегический элемент. Из него изготавливают аноды химических источников тока

2. Щелочной металл. Характерны ионные связи и лёгкая растворимость солей. Накапливается на

Испарительном геохимическом барьере. Характерна миграция в биосфере с Cl.

3. Очень маленький щелочноземельный металл. Входит в состав минерала, разновидность которого является драгоценным камнем насыщенного зелёного цвета. В атомной технике используется как замедлитель и отражатель нейтронов.

4. Один из самых распространённых в природе элементов земной коры. Щелочноземельный металл. В докембрийский и пермский периоды накапливался в карбонатных осадочных толщах. Элемент мантии.

5. Единственный металл, который при комнатной температуре находится в жидком состоянии. Известен с древних времён. Получали обжигом его основного минерала – киновари.

А. Литий

Б. Натрий

В. Бериллий

Г. Магний

Д. Ртуть

2. Назовите планету

1. Масса этой планеты превышает массу Земли в 17,2 раза и является третьей по массе среди планет Солнечной системы, а по экваториальному диаметру эта планета занимает четвёртое место, превосходя Землю в 3,9 раза. В атмосфере этой планеты бушуют самые сильные ветры среди планет Солнечной системы.

2. Вторая по размерам планета в Солнечной системе после Юпитера. Планета классифицируется как газовая планета-гигант.



3. Наименьшая планета Солнечной системы и самая близкая к Солнцу. Названа в честь древнеримского бога торговли
4. Шестая по размеру планета Солнечной системы принадлежащая к семейству планет земной группы. Она имеет самый длинный период вращения вокруг своей оси (около 243 земных суток) среди всех планет Солнечной системы и вращается в направлении, противоположном направлению вращения большинства планет
5. Седьмая по размеру планета Солнечной системы; масса планеты составляет 10,7 % массы Земли. Названа в честь древнеримского бога войны.

- А. Нептун
- Б. Сатурн
- В. Меркурий
- Г. Венера
- Д. Марс

3. Назовите космическое тело

1. Относительно небольшое небесное тело Солнечной системы, движущееся по орбите вокруг Солнца.
2. Небольшое небесное тело, обращающееся вокруг Солнца по весьма вытянутой орбите в виде конического сечения.
3. Твёрдое тело космического происхождения, упавшее на поверхность Земли или другого крупного небесного тела.
4. Массивное самосветящееся небесное тело, состоящее из газа и плазмы, в котором происходят, происходили или будут происходить термоядерные реакции
5. Класс астрономических объектов, являющихся одним из самых ярких в видимой Вселенной.

- А. Астероид
- Б. Комета
- В. Метеорит
- Г. Звезда
- Д. Квазар

4. Определите, распространённость элементов (по убыванию) в каком природном объекте здесь представлена

А. Fe, O, Si, Mg и т.д.

Б. H, He, O, C, N и т.д.

В. O, Si, Al, Fe, Ca, Na и т.д.

Г. O, H, Cl, Na, Mg и т.д.

Д. N, O, Ar, C и т.д.

1. Распространённость элементов на Земле
2. Распространённость элементов в Космосе
3. Распространённость элементов в Земной коре
4. Распространённость элементов в гидросфере Земли
5. Распространённость элементов в атмосфере Земли