

**Московская олимпиада школьников по экологии**  
**2024–2025 учебный год**  
**10 класс**

**Задание 1. «Озеро Байкал» (12 баллов)**

*Задание предоставлено партнёром олимпиады – Межрегиональным общественным движением «Друзья заповедных островов» и ЦПМ.*



В Восточной Сибири находится одно из выдающихся природных чудес нашей страны – озеро Байкал. Это глубочайшее озеро мира, в котором заключено немногим менее 20 процентов мировых запасов пресной воды. Байкал внесён в список всемирного наследия ЮНЕСКО, а на его берегах расположены три федеральных заповедника и два национальных парка. В их число входит и самый первый заповедник России – Баргузинский, созданный в 1917 году.

Байкал известен благодаря огромному числу населяющих его эндемиков. В озере обитает не менее 1000 эндемичных видов животных, в том числе целые эндемичные семейства пресноводных губок, ресничных червей и рыб. Нигде кроме Байкала не встречается более 600 видов ракообразных. Рыбы служат основой рациона самого известного эндемика Байкала – байкальской нерпы, единственного в мире исключительно пресноводного вида тюленей. В отличие от многих других эндемиков Байкала, нерпа не является реликтом озера, а проникла в него менее миллиона лет назад из Северного Ледовитого океана. Вплоть до конца XX века на Байкале существовал промысел нерпы, который в настоящее время полностью запрещён, в связи с чем численность этого эндемичного тюленя постепенно растёт. Несмотря на это, учёные-экологи ведут регулярный мониторинг состояния популяции байкальской нерпы. Полностью запрещён промысел и многих других обитателей Байкала, например байкальского омуля – эндемичного вида рыб, ещё совсем недавно привлекавшего на озеро многочисленных рыбаков.

Необыкновенная красота самого озера и окружающей его природы, чистота воды и воздуха привлекают многочисленных туристов, которые посещают национальные парки и заповедники Байкала. Особой популярностью пользуется входящий в состав Прибайкальского национального парка самый крупный остров Байкала – Ольхон, каждый год его посещает порядка 150 тысяч туристов. Поток туристов, приезжающих на Байкал, не ослабевает даже в зимнее время – многих из них привлекает красота уникального прозрачного льда Байкала.

### Вопросы к заданию 1

**1.1.** Почему Байкал отличается повышенным видовым разнообразием гидробионтов?

- Высокое видовое разнообразие определяется благоприятными условиями среды, прежде всего высокой концентрацией кислорода. В отличие от многих других водоемов, фотосинтез у байкальского фитопланктона не прекращается даже в зимнее время.

**Критерии оценивания:** 2 балла за полный ответ, 1 балл за краткий ответ без ошибок.

**1.2.** Почему в нём очень много эндемичных форм?

- Большое количество эндемиков связано с многолетней изоляцией Байкала от других крупных водоемов.

**Критерии оценивания:** 2 балла за полный ответ, 1 балл за краткий ответ без ошибок.

**1.3.** Почему специалисты-экологи с особым вниманием контролируют численность байкальской нерпы, несмотря на то что состояние её популяции в последние годы не внушает опасений?

- Тюлени находятся на вершине пищевой цепи в водной экосистеме, поэтому состояние их популяций может свидетельствовать о состоянии всей экосистемы в целом.

**Критерии оценивания:** 2 балла за полный ответ, 1 балл за краткий ответ без ошибок.

**1.4.** Численность байкальской нерпы в настоящее время достаточно высока. Однако многие специалисты опасаются, что происходящее изменение климата может негативно сказаться на её дальнейшей судьбе. Какая черта биологии байкальской нерпы делает её уязвимой перед климатическими изменениями?

- Размножение байкальской нерпы происходит на льду. Потепление климата может привести к смещению сроков схода ледового покрова, что не может не сказаться на численности нерп.

**Критерии оценивания:** 2 балла за полный ответ, 1 балл за краткий ответ без ошибок.

**1.5.** Почему первый заповедник России – Баргузинский – был создан в 1917 году на восточном берегу Байкала, в труднодоступном и малонаселённом районе Восточной Сибири с минимальным антропогенным воздействием на окружающую среду?

- Сибирь издавна была поставщиком меха пушных зверей (пушнины), самым ценным из которых считался соболь. В результате неумеренного промысла численность соболя в Сибири катастрофически сократилась к началу XX века, для ее восстановления был создан Баргузинский заповедник.

**Критерии оценивания:** 2 балла за полный ответ, 1 балл за краткий ответ без ошибок.

**1.6.** С какими проблемами ООПТ Байкала сталкиваются в настоящее время?

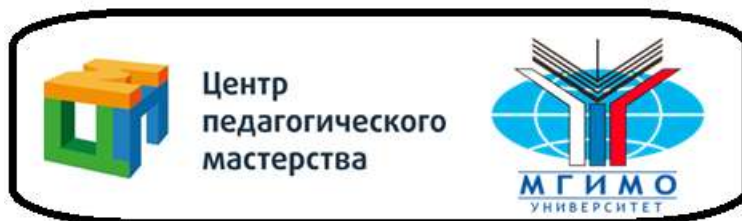
- Главной проблемой большинства ООПТ Байкала в настоящее время стало избыточное число туристов, с которым не справляется имеющаяся инфраструктура.

- Важной проблемой остается и браконьерство, особенно незаконный промысел байкальского омуля и других ценных видов рыб.

**Критерии оценивания:** 2 балла, по 1 баллу за верное положение.

## Задание 2 «Чёрный углерод» (25 баллов)

*Задание предоставлено партнером олимпиады – Московским государственным институтом международных отношений и Центром педагогического мастерства.*



Чёрный углерод – сажа, частицы размером менее 2,5 мкм (13–120 нм) (PM<sub>2.5</sub>), которые образуются в результате неполного сгорания топлива. Он является так называемым короткоживущим климатически значимым загрязнителем (*Short Lived Climate Pollution – SLCP*): остаётся в атмосфере от нескольких дней до нескольких недель, в то время как двуокись углерода способна пребывать в ней более 100 лет. По оценкам Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), воздействие чёрного углерода на климат составляет 55 % воздействия CO<sub>2</sub> и больше, чем воздействие, причинённое другими парниковыми газами, такими как CH<sub>4</sub>, хлорфторуглероды и др. Прямое воздействие чёрного углерода на климат заключается в поглощении солнечной радиации и прогреве атмосферы. Однако, помимо прямого воздействия на климат, также выделяют и косвенное воздействие. Выбросы чёрного углерода значительно способствуют таянию арктического льда. В некоторых областях, таких как Гималаи, воздействие чёрного углерода приводит к увеличению риска наводнений для 78 миллионов человек, живущих в бассейнах рек Ганг и Брахмапутра. В то же время в тех регионах мира, где происходит устойчивое загрязнение атмосферы чёрным углеродом, снижается количество осадков, например, в северном Китае, учащаются засухи. Выбросы чёрного углерода в мире продолжают расти.

## 2.1. Источники чёрного углерода.

С основными группами источников черного углерода можно ознакомиться в представленной диаграмме:



Источники в каждой группе могут быть конкретизированы. Например, отопление жилых и иных помещений может осуществляться разными способами, для отопления могут быть использованы различные энергоносители. Используя информацию об основных группах источников поступления чёрного углерода в атмосферу (данные диаграммы) приведите три основных источника.

- Сжигание твёрдого топлива, в особенности угля в бытовых целях, сжигание биотоплива, в особенности дров в печах.
- Промышленность.
- Выхлопные газы транспортных средств, дорожная пыль (износ шин).

**Критерии оценивания:** 1 балл за полностью полный ответ.

## 2.2. Источники по странам мира.

Вы узнали, что источниками поступления чёрного углерода являются самые разные отрасли хозяйства – от промышленности и энергетики до сельского хозяйства. При этом для разных стран вклад различных источников чёрного углерода в загрязнение атмосферы значительно отличается.

Как вы думаете, какие источники поступления чёрного углерода будут преобладающими для стран Африки?

Какие источники будут преобладать для европейских стран?

- Для стран Африки доминирующей группой источников поступления черного углерода будет сжигание твердого топлива для получения энергии в бытовых целях.
- Для Европейской группы стран выхлопные газы транспортных средств (дизельные двигатели) определяют до 70 % выбросов чёрного углерода.

**Критерии оценивания:** 2 балла, по 1 баллу за правильный ответ.

### 2.3. Влияние на климат.

Во многом чёрный углерод воздействует через изменение отражающей способности поверхности, оказывающей прямое влияние на количество поглощаемой и отражаемой солнечной энергии. Данное явление называется альбедо.



На основе механизма данного процесса предположите, почему выбросам чёрного углерода уделяется особое внимание в высокогорных районах?

**Ответ:**

- Вследствие уменьшения альбедо выбросы чёрного углерода в высокогорных районах приводят к увеличению скорости таяния ледников.

**Критерии оценивания:** 1 балл за верный ответ.

К каким последствиям для экосистем (1) и человека (2) это может привести? Приведите три основных последствия и для экосистем, и для поселений человека.

**Примерные направления ответов:**

Для экосистем высокогорий таяние ледников может привести:

- к значительной трансформации среды обитания живых организмов вследствие таяния ледников, что приведет к потере уникального биологического разнообразия горных экосистем, включая потерю или сокращение ареала и численности эндемичных видов.
- к нарушению водного баланса, сокращению стока и изменению сезонного распределения воды, т.к. ледники служат основными источниками водоснабжения для рек, озер и подземных вод.
- к направленным изменениям экосистем – сукцессиям,
- увеличению доли «южных» видов – инвазиям.

Для человеческих поселений в высокогорье таяние ледников может привести к:

- к нехватке водных ресурсов – трудности в обеспечении питьевой водой, ирригацией и гидроэнергетикой.
- к возникновению и усилению стихийных бедствий, таких как оползни, снежные лавины и наводнения.
- к значительным экономическим потерям – разрушение инфраструктуры и потерям в сельском хозяйстве, туризме.

**Критерии оценивания:** по 1 баллу за каждое верное последствие, не более трёх последствий по (1) и (2), всего 6 баллов. Всего за задание 7 баллов.

## 2.4. Последствия для здоровья человека.

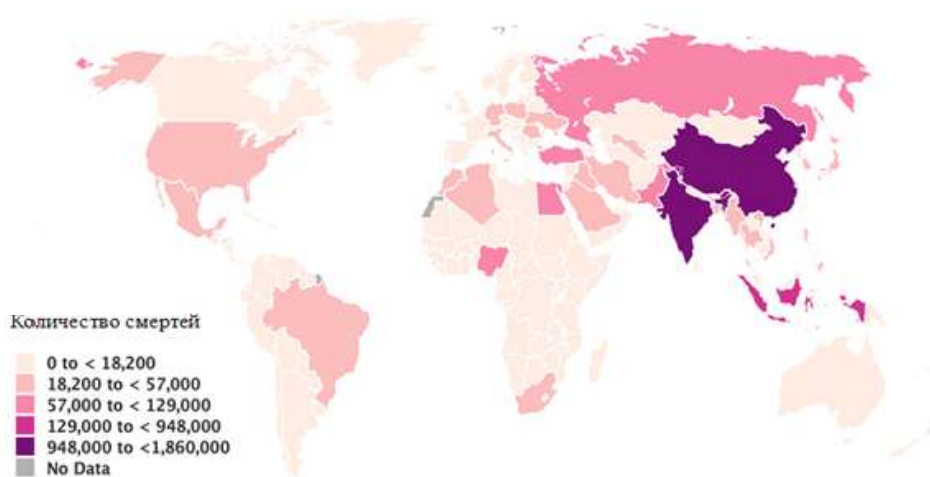
Одно из серьёзнейших последствий роста концентрации чёрного углерода – воздействие на здоровье человека. Частицы сажи и частиц от износа шин автотранспорта размером менее 2,5 мкм во много раз меньше крупинки поваренной соли, поэтому способны проникать глубоко в лёгкие.

Предположите, к каким двум основным негативным последствиям для здоровья человека приводит чёрный углерод.

**Примерное направление ответа:**

- увеличивается количество преждевременных смертей от респираторных заболеваний, особенно среди детского населения;
- повышается смертность и заболеваемость в результате сердечно-сосудистых заболеваний.

**Критерии оценивания:** 2 балла, по 1 баллу за каждое верное последствие.



Количество смертей от  $PM_{2.5}$  в 2019 году (*State of Global Air*)

Перед вами карта распределения количества смертей от  $PM_{2.5}$  в 2019 году по регионам мира. К сожалению, количество смертей от чёрного углерода ежегодно только растёт, что определяет растущую обеспокоенность данной проблемой.

На основе анализа данной карты приведите не менее трёх причин столь высокого уровня смертности от мелкодисперсных частиц в азиатском регионе.

**Примерное направление ответа:**

- ведущей причиной высокого уровня смертности является все нарастающие показатели загрязнения воздуха вследствие использования твердого ископаемого топлива, сжигания биомассы, роста числа дизельного транспорта, увеличения количества автотранспорта;



Критерии оценивания

- одной из причин выступает недостаточный уровень социально – экономического развития страны, что ограничивает наличие инвестиций в область экологизации технологий. Низкие показатели качества жизни ограничивают доступ населения к медицинским услугам;
- рост численности населения происходит быстрее, чем принимаются меры по снижению негативного воздействия мелкодисперсных частиц, что приводит к росту.

**Критерии оценивания:** 3 балла, по 1 баллу за каждую верную причину. Всего за задание 5 баллов.

### 2.5. Пути решения проблемы.

В ваших руках непростая задача – на основе анализа имеющейся информации и экологических знаний предложите возможные пути снижения поступления чёрного углерода по секторам (два решения по каждому сектору).

А) Сельское хозяйство	Ликвидировать открытое сжигание отходов сельского хозяйства путем регулирования и просвещения фермеров. Обеспечить пожаробезопасность в засушливые сезоны года
Б) Энергетика	Снизить количество используемого ископаемого топлива, путём восполнения электроэнергией, вырабатываемой на АЭС, с использованием ВИЭ. Внедрять меры по энергосбережению и энергоэффективности.
В) Отходы	Запретить открытое сжигание отходов Обеспечить защиту полигонов и свалок от возгорания Увеличить долю отходов, направленных на переработку
Г) Транспорт	Увеличить долю общественного транспорта Увеличить долю электротранспорта Снизить количество используемого дизельного топлива Использование дизельного топлива, с наиболее экологичными характеристиками Своевременная уборка и утилизация дорожной пыли
Д) Отопление жилых и иных помещений, в т.ч. в сельской местности	Расширение инфраструктуры электроснабжения (электрoфикация). Использование локальных энергосистем на основе солнечной энергии. Использование при отоплении древесных пород, производящих меньшее количество сажи. Замена кускового угля угольными брикетами для приготовления пищи и отопления. Замена дровяных печей на пеллетные печи и котлы. Отказ от керосиновых ламп.

**Критерии оценивания:** 10 баллов, за каждый пример по 1 баллу.



### Задание 3 «Зарастание полупустынь» (17 баллов)

*Задание предоставлено партнёром олимпиады –  
Российским университетом дружбы народов.*



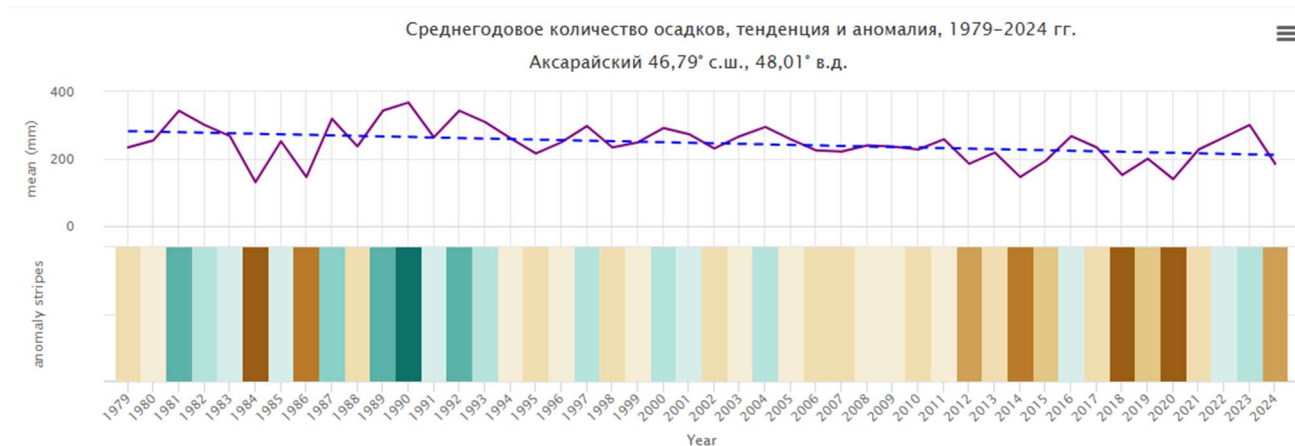
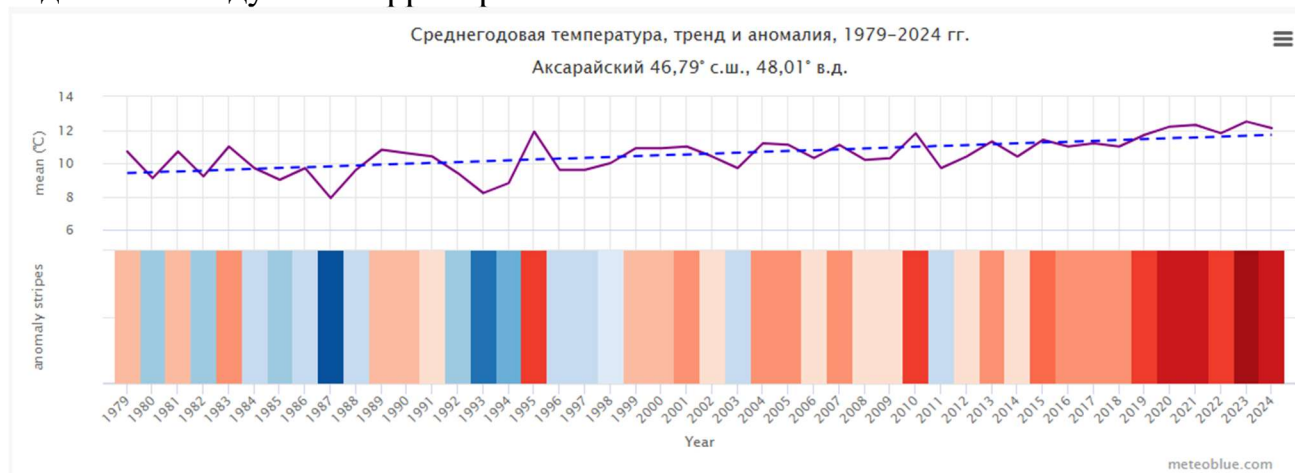
В России на юге Астраханской области и в Калмыкии распространены экосистемы, относящиеся к подзоне пустынных степей (полупустынь). Они располагаются на песчаных отложениях, сформировавшихся во времена подъёма уровня Каспийского моря. Годовая сумма осадков невелика, составляет около 150 мм (для сравнения в Москве – 650 мм). Влага в основном выпадает летом в виде ливней и быстро испаряется. Средние июльские температуры воздуха составляют +24°–26° С, абсолютный максимум температуры +40° С. Почвенно-растительный покров здесь практически однороден. В этой части формируются зональные бурые пустынно-степные почвы, в местах незакреплённых песков почвенный покров отсутствует. Массивы подвижных сыпучих полужакреплённых и закреплённых песков чередуются с песчаными и супесчаными равнинами и солончаками. На равнинах формируются растительные ассоциации с преобладанием полынно-злаковой растительности, участки подвижных песков закрепляются травянистыми растениями. Некоторые растения произрастают только на слабозакреплённых песках. В весенний период с обильным увлажнением вегетируют растения-эфемеры, к началу лета они уже отмирают. На песках обитает ряд специфически приспособленных видов рептилий. Также в этих экосистемах есть крупные травоядные животные – сайгаки. Они часто становились объектом браконьерства, поэтому их численность значительно сократилась. Территория Прикаспийской низменности заселена слабо, население тяготеет к речным долинам. Основными занятиями населения являются скотоводство и бахчеводство в долине Волги. На территории низменности расположены зимние пастбища, так называемые «Черные земли», названные так в связи с отсутствием сплошного снежного покрова.

В последние десятилетия учёные отмечают повсеместное зарастание песчаных участков степной растительностью, закрепление подвижных песков в Прикаспии.

### 3.1. Причины зарастания песчаных участков.

Как вы узнали из текста, наметилась тенденция зарастания песчаных участков растительностью. Это может быть связано с несколькими причинами.

Рассмотрите графики изменения температур и осадков за период с 1979 по 2024 годы на исследуемой территории.



Верхний график показывает температурную аномалию для каждого года с 1979 г. по настоящее время. Аномалия показывает, насколько было теплее или холоднее, чем 30-летний климатический средний показатель 1980–2010 годов. Таким образом, красные годы были теплее, а синие – холоднее нормы.

Нижний график показывает аномалию осадков для каждого года с 1979 г. по настоящее время. Аномалия показывает, было ли в году больше или меньше осадков, чем 30-летнее климатическое среднее значение 1980–2010 годов. Таким образом, зеленые годы были более влажными, а коричневые – более сухими, чем обычно.

На основе анализа представленных данных оцените изменение климата за последние десятилетия в данном регионе с точки зрения температуры и влажности.

Могло ли это привести к зарастанию полупустынь?

**Ответ:**

- Средние температуры в регионе увеличиваются, становится больше аномально тёплых годов. Количество осадков в регионе уменьшается, становится больше аномально сухих годов.
- Вывод: климатические изменения не могли повлиять на процесс зарастания. Наоборот, они могли привести к опустыниванию территорий.

**Критерии оценивания:** 2 балла, 1 балл за каждый верный ответ.

**3.2.** В таблице представлено изменение поголовья крупного рогатого скота (КРС) в Астраханской области в период с 1990 по 2017 год.

Год	1990	2000	2005	2007	2012	2017
КРС (тыс. голов)	373,1	153,5	187,6	220,0	273,3	288,7

Могло ли повлиять изменение поголовья КРС на процессы зарастания песчаных участков, если учитывать, что выпас скота в Астраханской области производится на естественных пастбищах?

Какие ещё сельскохозяйственные животные могли повлиять на процесс зарастания песков?

В какой отрезок времени это влияние было наиболее заметно?

**Ответ:**

- Уменьшение поголовья КРС, выпасаемого на естественных пастбищах, могло повлиять на зарастание песков, поскольку уменьшилась вытаптывание и выедание растительности скотом.
- Сильно вытаптывают и выедают пастбища овцы.
- Особенно ярко влияние проявлялось в последние годы XX столетия при резком снижении поголовья КРС.

**Критерии оценивания:** 3 балла, 1 балл за каждый верный ответ.

**3.3.** В степях Прикаспия обитают антилопы сайгаки – травоядные млекопитающие, хорошо приспособленные к жизни в засушливых условиях.



Сейчас сайгак занесён в Международную Красную книгу в статусе вида, находящегося под угрозой исчезновения. Однако браконьерская охота на сайгака не прекращается. Особенно сильно сайгаки пострадали после распада СССР и упадка экономики государств региона. Каким образом этот факт мог повлиять на зарастание песчаных участков?

**Ответ:** Уменьшение поголовья сайгаков, как и в случае с домашним скотом, ослабило вытаптывание и выедание растений песчаных экосистем. Сильно это проявилось также в конце XX – начале XXI века.

**Критерии оценивания:** 1 балл за верный ответ.

**3.4.** Подобные изменения экосистем никогда не остаются без последствий. При этом могут возникать целые цепочки изменений природных комплексов, приводящих к изменению в жизни и хозяйстве человека.

Подумайте, какие положительные последствия зарастания песков можно выделить для природных систем (1) и для человека и его хозяйства (2).

Приведите два основных положительных последствия для 1 и 2 пункта.

**Ответ:**

Для природных систем при зарастании песков:

- увеличивается биомасса растений – основа пищевых цепочек. Как следствие – возможно увеличение звеньев пищевых цепочек, их разнообразия;
- прекращается активное перевевание песков – увеличивается стабильность экосистем.

Для человека и его хозяйства:

- увеличивается ресурс для скотоводства на природных пастбищах;
- уменьшается вероятность пылевых бурь.

**Критерии оценивания:** 4 балла, по 1 баллу за каждый пункт.

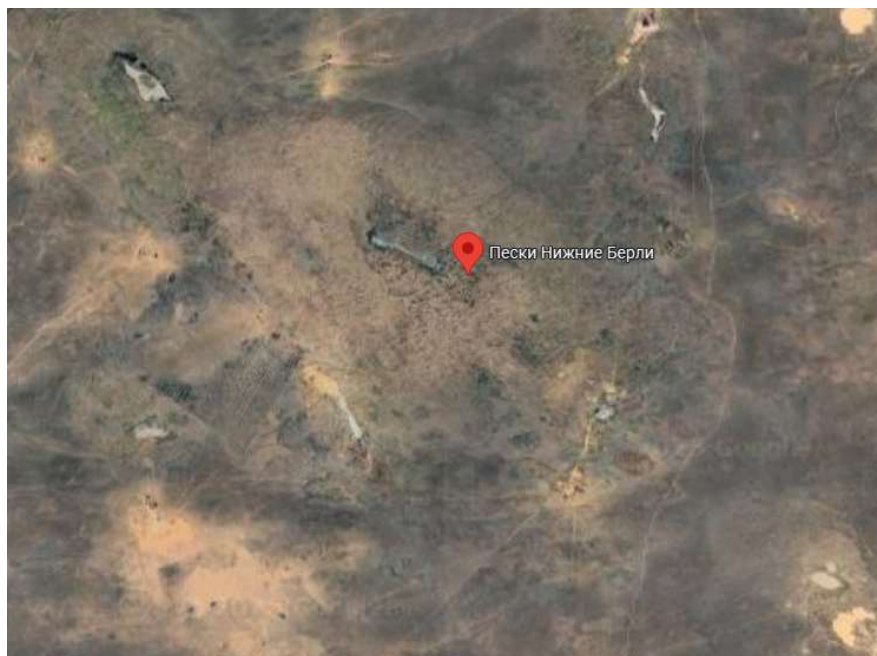
**3.5.** У подобных изменений экосистем есть и отрицательные последствия. Подумайте, какие виды растений и животных пострадают от зарастания песков? Какая группа животных может значительно сократить разнообразие? Какая группа животных, формирующая природный очаг чумы, может испытать рост численности?

**Ответ:**

- для видов, специально приспособленных для жизни на открытых песках, их зарастание приведет к сокращению численности или полному исчезновению на данной территории;
- особенно уязвимы окажутся рептилии;
- у грызунов, обитающих на закрепленных песках, может быть рост численности. В таком случае возможна активизация природных очагов чумы в регионе.

**Критерии оценивания:** 3 балла, по 1 баллу за верный ответ на каждый вопрос.

**3.6.** На территории Астраханской области в 1998 году был создан государственный природный заказник «Пески Берли» площадью 3046 гектаров. Целью создания заказника была охрана редких видов рептилий, а также специфических мест их обитания. Однако за прошедшее с момента создания заказника время настоящие песчаные барханы остались только на окраинах и за пределами заказника, где происходит выпас овец.



Обоснуйте необходимость поддержания участков слабо закреплённых и незакреплённых песков и предложите для этого две меры.

**Ответ:**

Обоснование – участки слабо закреплённых и незакреплённых песков создают разнообразие экосистем, которое также как и видовое разнообразие, необходимо поддерживать в природе.

Возможные меры, помимо создания особо охраняемых природных территорий:

- восстановление численности сайгаков, возможно, реинтродукция их;
- разрешение умеренного выпаса скота на песчаных массивах с полным контролем со стороны природоохранных организаций.

**Критерии оценивания:** 3 балла, по 1 баллу за верное обоснование и две предложенные меры.

**3.7.** Подумайте, в каких целях могут быть использованы человеком колоритные пейзажи барханов, сформированных жёлтыми песками, населённые удивительными животными.

**Ответ:**

Такие территории будут привлекательны для экологического туризма, для учёных и любителей природы, съёмки документальных, научно-популярных и художественных фильмов.

**Критерии оценивания:** 1 балл за любой разумный ответ.

***Максимальная оценка за всю работу – 54 балла.***