Министерство образования, науки и молодёжной политики

Краснодарского края

Государственное бюджетное учреждение

дополнительного образования

Краснодарского края «Центр развития одарённости»

**Методические рекомендации к выполнению контрольной работы**

**№ 3 по экологии для учащихся 7-8 классов заочных курсов «Юниор» очно-заочного обучения (с применением дистанционного образовательных технологий и электронного обучения)**

Составитель:

Гавря Анастасия Вадимовна, магистр ФГБОУ ВО «КубГУ»

Краснодар

2020

**Пояснительная записка**

Дисциплина «Экология» предназначена для школьников 7-8 классов. Курс базируется на знаниях, приобретенных школьниками в процессе освоения таких дисциплин как «География», «Биология», «Обществознание».

Цели и задачи пособия: ознакомление с современной экологией как междисциплинарным комплексом знаний, связывающим основные положения экономики природы: общей экологии, экологии человека, ландшафтной и прикладной экологии, экологии организмов, дать расширенное представление о сложных взаимоотношениях организмов с окружающей средой и между организмами.

В рамках дисциплины ставятся следующие **задачи:** дать представление о биосфере, ее структуре и основных компонентах; выявить влияние абиотических и биотических факторов; рассмотреть концепцию экосистемы и ее функциональной структуры; изучить правовое регулирование в сфере экологии; сформировать экологическое мировоззрение и биосферное мышление.

Школьник, изучивший дисциплину, должен **знать** основные понятия в сфере экологии, экологического права, регулирование взаимоотношений между организмами в среде обитания.

Студенты также должны **уметь** работать с полученными знаниями.

Кроме того, прошедшие обучение по данному курсу должны **владеть навыками** применения на практике полученных знаний и решать олимпиадные задания.

Структура учебно-методического пособия представлена пояснительной запиской и двумя главами. В первой главе изложен основной материал по освоению программы «Экология как наука». Вторая глава представляет собой содержание программы по курсу «Правовые основы природопользования». В программе курса по каждой теме имеется: краткое содержание темы, вопросы для самостоятельной работы, задания, список рекомендуемой основной и дополнительной литературы.

**Содержание**

Введение...…………………………………………………………………………

[Глава 3. Экологические факторы.](#_Toc29816116)

[3.1 Свет, как экологический фактор](#_Toc29816117)

[3.2 Вода, как экологический фактор](#_Toc29816118)

[3.3 Воздух, как экологический фактор](#_Toc29816119)

[3.4 Почва, как экологический фактор](#_Toc29816120)

[3.5 Организменная среда](#_Toc29816121)

Задания

[Заключение](#_Toc29816122)

[Список литературы](#_Toc29816123)

# **Введение**

Экология как наука в современном мире становится все более востребованной отраслью знания. Ее роль растет как в научном, так и в прикладном значении. При этом на практике экология оказывает неоценимую помощь именно в качестве прикладной отрасли знания, помогающей разрешить проблемы разного уровня общественных, правовых, биологических и экологических отношений.

Экология — наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Современная трактовка понятия экология намного шире, чем в первые десятилетия развития этой науки. В настоящее время чаще всего под экологическими вопросами ошибочно понимаются, прежде всего, вопросы охраны окружающей среды. Во многом такое смещение смысла произошло благодаря всё более ощутимым последствиям влияния человека на окружающую среду, однако необходимо разделять понятия ecological («относящееся к науке экологии») и environmental («относящееся к окружающей среде»).

**Экологическое законодательство** является главным фактором, воздействующим на реализацию экологической политики страны. Закон не охраняет природу (окружающую среду), он защищает только права человека. Вопрос заключается в том, каковы правовые приоритеты общества и государства. В целом это зависит от вклада в качество жизни, которое определяется совокупностью экономических, социальных, экологических факторов.

# **Глава 3. Экологические факторы.**

# **3.1 Свет, как экологический фактор**

Всем живым организмам для осуществления процессов жизнедеятельности необходима энергия, поступающая извне. Основным источником ее является солнечная радиация, на которую приходится около 99,9 % в общем балансе энергии Земли.

Если принять солнечную энергию, достигающую Земли, за 100 %, то примерно 19 % ее поглощается при прохождении через атмосферу, 34 % отражается обратно в космическое пространство и 47 % достигает земной поверхности в виде прямой и рассеянной радиации.

Распределение энергии по спектру существенно зависит от массы атмосферы и меняется при различных высотах Солнца. Количество рассеянной радиации (отраженные лучи) возрастает с уменьшением высоты стояния Солнца и увеличением мутности атмосферы.

Видимый свет для фототрофных и гетеротрофных организмов имеет разное экологическое значение.

Зеленым растениям свет нужен для образования хлорофилла, формирования гранальной структуры хлоропластов; он регулирует работу устьичного аппарата, влияет на газообмен и транспирацию, активизирует ряд ферментов, стимулирует биосинтез белков и нуклеиновых кислот. Свет влияет на деление и растяжение клеток, ростовые процессы и на развитие растений, определяет сроки цветения и плодоношения, оказывает формообразующее воздействие. Но самое большое значение имеет свет в осуществлении процесса фотосинтеза. С этим связаны основные адаптации растений по отношению к свету.

У растений возникают различные морфологические и физиологические адаптации к световому режиму местообитаний.

По требованию к условиям освещения принято делить растения на следующие экологические группы:

1) светолюбивые (световые), или гелиофиты, – растения открытых, постоянно хорошо освещаемых местообитаний;

2) тенелюбивые (теневые), или сциофиты, – растения нижних ярусов тенистых лесов, пещер и глубоководные растения; они плохо переносят сильное освещение прямыми солнечными лучами;

3) теневыносливые, или факультативные гелиофиты, – могут переносить большее или меньшее затенение, но хорошо растут и на свету; они легче других растений перестраиваются под влиянием изменяющихся условий освещения.

Можно отметить некоторые общие приспособительные особенности, свойственные растениям каждой экологической группы.

Гелиофиты часто имеют побеги с укороченными междоузлиями, сильно ветвящиеся, нередко розеточные. Листья гелиофитов обычно мелкие или с рассеченной листовой пластинкой, с толстой наружной стенкой клеток эпидермы, нередко с восковым налетом или густым опушением, с большим числом устьиц на единицу площади, часто погруженных, с густой сетью жилок, с хорошо развитыми механическими тканями. У ряда растений листья фотометричные, т. е. повернуты ребром к полуденным лучам или могут менять положение своих частей в зависимости от высоты стояния Солнца.

Сциофиты– это растения, постоянно находящиеся в условиях сильного затенения. При освещенности 0,1–0,2 % могут расти только мхи и селягинеллы.

Листья у сциофитов располагаются горизонтально, нередко хорошо выражена листовая мозаика. Листья темно-зеленые, более крупные и тонкие. Клетки эпидермы крупнее, но с более тонкими наружными стенками и тонкой кутикулой, часто содержат хлоропласты. Клетки мезофилла крупнее, палисадная паренхима однослойная или имеет нетипичное строение и состоит не из цилиндрических, а из трапециевидных клеток. Площадь жилок вдвое меньше, чем у листьев гелиофитов, число устьиц на единицу площади меньше. Хлоропласты крупные, но число их в клетках невелико.

У лиственных теневыносливых древесных пород и кустарников (дуба черешчатого, липы сердцевидной, сирени обыкновенной и др.) листья, расположенные по периферии кроны, имеют структуру, сходную со структурой листьев гелиофитов, и называются световыми, а в глубине кроны – теневые листья с теневой структурой, сходной со структурой листьев сциофитов.

Факультативные гелиофиты, или теневыносливые растения, в зависимости от степени теневыносливости имеют приспособительные особенности, сближающие их то с гелиофитами, то со сциофитами. К этой группе можно отнести некоторые луговые растения, лесные травы и кустарники, растущие и в затененных участках леса, и на лесных полянах, опушках, вырубках.

У деревьев и кустарников теневая или световая структура листа часто определяется условиями освещения предыдущего года, когда закладываются почки: если закладка почек идет на свету, то формируется световая структура, и наоборот.

Если в одном и том же местообитании закономерно периодически изменяется световой режим, растения в разные сезоны могут проявлять себя то как светолюбивые, то как теневыносливые.

Отношение к световому режиму меняется у растений и в онтогенезе. Проростки и ювенильные растения многих луговых видов и древесных пород более теневыносливы, чем взрослые особи.

На севере, где высота стояния солнца меньше, встречается больше растений с вертикальным расположением листьев, а на юге – с горизонтальным. Для получения большей биомассы выгодны также посевы и насаждения, в которых сочетаются растения с разной пространственной ориентацией листьев, причем в верхнем ярусе лучше иметь растения с вертикальным расположением листьев, которые полнее используют свет при низком стоянии солнца, не препятствуют прохождению полуденных лучей к расположенным в нижнем ярусе листьям с горизонтальной ориентацией.

Для животных солнечный свет не является таким необходимым фактором, как для зеленых растений, поскольку все гетеротрофы в конечном счете существуют за счет энергии, накопленной растениями. Тем не менее и в жизни животных световая часть спектра солнечного излучения играет важную роль. Разные виды животных нуждаются в свете определенного спектрального состава, интенсивности и длительности освещения. Отклонения от нормы подавляют их жизнедеятельность и приводят к гибели. Различают виды светолюбивые (фотофилы) и тенелюбивые (фотофобы); эврифотные, выносящие широкий диапазон освещенности, и стенофотные, переносящие узкоограниченные условия освещенности.

Свет для животных необходимое условие видения, зрительной ориентации в пространстве. Рассеянные, отраженные от окружающих предметов лучи, воспринимаемые органами зрения животных, дают им значительную часть информации о внешнем мире. Развитие зрения у животных шло параллельно с развитием нервной системы.

У постоянных обитателей пещер, куда не проникает солнечный свет, глаза могут быть полностью или частично редуцированы, как, например, у слепых жуков жужелиц, протеев среди амфибий и др.

Доказано, что при таких дальних перелетах птицы хотя бы частично ориентируются по солнцу и звездам, т. е. астрономическим источникам света. При вынужденном отклонении от курса они способны к навигации, т. е. к изменению ориентации, чтобы попасть в нужную точку Земли. При неполной облачности ориентация сохраняется, если видна хотя бы часть неба. В сплошной туман птицы не летят или, если он застает их в пути, продолжают лететь вслепую и часто сбиваются с курса.

Реакция организмов на сезонные изменения длины дня получила название фотопериодизма. Его проявление зависит не от интенсивности освещения, а только от ритма чередования темного и светлого периодов суток.

Фотопериодическая реакция живых организмов имеет большое приспособительное значение, так как для подготовки к переживанию неблагоприятных условий или, наоборот, к наиболее интенсивной жизнедеятельности требуется довольно значительное время. Способность реагировать на изменение длины дня обеспечивает заблаговременные физиологические перестройки и пригнанность цикла к сезонным сменам условий. Ритм дня и ночи выступает как сигнал предстоящих изменений климатических факторов, обладающих сильным непосредственным воздействием на живой организм (температуры, влажности и др.). В отличие от других экологических факторов ритм освещения влияет лишь на те особенности физиологии, морфологии и поведения организмов, которые являются сезонными приспособлениями в их жизненном цикле.

Хотя фотопериодизм встречается во всех крупных систематических группах, он свойствен далеко не всем видам. Существует много видов с нейтральной фотопериодической реакцией, у которых физиологические перестройки в цикле развития не зависят от длины дня. У таких видов либо развиты другие способы регулирования жизненного цикла (например, озимость у растений), либо они не нуждаются в точном его регулировании. Например, там, где нет резко выраженных сезонных изменений, большинство видов не обладает фотопериодизмом. Цветение, плодоношение и отмирание листьев у многих тропических деревьев растянуто во времени, и на дереве одновременно встречаются и цветки и плоды.

Различают два типа фотопериодической реакции: короткодневный и длиннодневный. Известно, что длина светового дня, кроме времени года, зависит от географического положения местности. Короткодневные виды живут и произрастают в основном в низких широтах, а длиннодневные – в умеренных и высоких. У видов с обширными ареалами северные особи могут отличаться по типу фотопериодизма от южных. Таким образом, тип фотопериодизма – это экологическая, а не систематическая особенность вида.

Фотопериодизм растений и животных – наследственно закрепленное, генетически обусловленное свойство. Однако фотопериодическая реакция проявляется лишь при определенном воздействии других факторов среды, например в определенном интервале температур.

Изучением закономерностей сезонного развития природы занимается особая прикладная отрасль экологии – фенология (дословный перевод с греческого – наука о явлениях).

Рекомендуется изучение приведенного выше материала, изучение дополнительной литературы.

К выполнению заданий требуется выбор ответа.

**Задания:**

1. (1 балл) Выберите верный ответ:

Верно ли утверждение «иногда у растений меняются требования к световому режиму, когда они оказываются в иных климатических и эдафических условиях»?

А) Да;

Б) Нет.

1. (6 баллов) Выберите верные ответы.

Поставьте соответствия:

1. листья темно-зеленые, более крупные и тонкие;
2. побеги с укороченными междоузлиями, сильно ветвящиеся, розеточные;
3. листья обычно мелкие или с рассеченной листовой пластинкой;
4. клетки эпидермы крупнее, но с более тонкими наружными стенками и тонкой кутикулой, часто содержат хлоропласты.
5. с толстой наружной стенкой клеток эпидермы, с восковым налетом или густым опушением;
6. листья располагаются горизонтально, нередко хорошо выражена листовая мозаика;
7. **Гелиофиты.**
8. **Сциофиты.**

|  |  |
| --- | --- |
| A | B |
|  |  |

3. (1 балл) Дайте определение понятию «СЦИОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_4. (1 балл) Дайте определение понятию «ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ГЕЛИОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_5. (1 балл) Дайте определение понятию «ФЕНОЛОГИЯ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6. (1 балл) Дайте определение понятию «ФОТОФИЛЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_7. (1 балл) Дайте определение понятию «ФОТОФОБЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8. (1 балл) Дайте определение понятию «ФОТОПЕРИОДИЗМ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_9. (1 балл) Какие бывают фотопериодические реакции?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Литература:**

1. Большаков, В. Н. Экология / В. Н. Большаков, В. В. Качак, В. Г. Коберниченко и др. / под ред. Г. В. Тягумова, Ю. Г. Ярошенко. – М. : Логос, 2005. – 504 с.
2. Бродский, А. К. Общая экология / А. К. Бродский. – М. : Академия, 2007. – 256 с.
3. Воронков, Н. А. Экология общая, специальная, прикладная / Н. А. Воронков. – М. : Агар, 2000. – 424 с.
4. Горохов, В. Л. Экология : учеб. пособие / В. Л. Горохов, Л. М. Кузнецов, А. Ю. Шмыков. – СПб. : Герда, 2005. – 688 с.
5. 10. Дажо, Р. Основы экологии. – М. : Прогресс, 1975. – 416 с.

**Критерии:**

2 задание состоит из соответствия признаков и типа, оценивается в шесть баллов, каждое верное соответствие – 1 балл.

Остальные задания (1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) оцениваются в 1 балл, который учитывается лишь при полном исполнении требований к заданию.

# **3.2 Вода, как экологический фактор**

Протекание всех биохимических процессов в клетках и нормальное функционирование организма в целом возможны только при достаточном обеспечении его водой – необходимым условием жизни. Поддержание водного баланса имеет огромное значение для всех живых организмов.

Проблемы водообеспечения особенно важны для обитателей суши. Особенности поддержания водного баланса зависят от того, в какой экологической обстановке они живут, какой образ жизни ведут, насколько могут использовать различные источники влаги и задерживать воду в теле.

Когда в непосредственной близости от корней запасы воды в почве истощаются, корни растут в направлении большей влажности, так что корневая система растений постоянно находится в движении. У степных и пустынных растений часто можно видеть эфемерные корни, быстро вырастающие в периоды увлажнения почвы, а с наступлением засушливого периода засыхающие.

По типу ветвления различают следующие корневые системы:

1) экстенсивная охватывает большой объем почвы, но сравнительно слабо ветвится, так что почва пронизана корнями негусто. Таковы корневые системы у многих степных и пустынных растений (саксаула, верблюжьей колючки), у деревьев умеренной полосы (сосны обыкновенной, березы повислой), а из трав у люцерны серповидной, василька шероховатого и др.;

2) интенсивная– охватывает сравнительно небольшой объем почвы, но густо пронизывает ее многочисленными сильно ветвящимися корнями, как, например, у степных дерновинных злаков (ковылей, типчака и др.), у ржи, пшеницы. Между этими типами корневых систем есть переходные.

По приспособлениям наземных растений к кратковременным колебаниям условий водоснабжения и испарения различают пойкилогидрические и гомойогидрические виды.

У пойкилогидрических растений содержание воды в тканях непостоянно и сильно зависит от степени увлажнения окружающей среды. Они не могут регулировать транспирацию и легко и быстро теряют и поглощают воду, используя влагу росы, туманов, кратковременных дождей, в сухом состоянии находятся в анабиозе. Способны обитать там, где короткие периоды увлажнения чередуются с длительными периодами сухости.

Пойкилогидричность свойственна цианобактериям, всем водорослям, некоторым грибам, лишайникам, а также ряду высших растений: многим мхам, некоторым папоротникам и даже отдельным цветковым.

Гомойогидрические растения способны поддерживать относительное постоянство обводненности тканей. К ним относят большинство высших наземных растений. Для них характерна крупная центральная вакуоль в клетках. Благодаря этому клетка всегда имеет запас воды и не так сильно зависит от изменчивых внешних условий. Кроме того, побеги покрыты с поверхности эпидермой с малопроницаемой для воды кутикулой, транспирация регулируется устьичным аппаратом, а хорошо развитая корневая система во время вегетации может непрерывно поглощать влагу из почвы. Однако способности растений, не выдерживающих высыхания, регулировать свой водный обмен различны. Среди них выделяют разные по экологии группы.

Гидатофиты – это водные растения, целиком или почти целиком погруженные в воду. Среди них – цветковые, которые вторично перешли к водному образу жизни (элодея, рдесты, водяные лютики, валлиснерия, уруть и др.). Вынутые из воды, эти растения быстро высыхают и погибают.

Листовые пластинки у гидатофитов, как правило, тонкие, без дифференцировки мезофилла, часто рассеченные, что способствует более полному использованию ослабленного в воде солнечного света и усвоению СО2. Нередко выражена разнолистность – гетерофиллия; у многих видов есть плавающие листья, имеющие световую структуру. Поддерживаемые водой побеги часто не имеют механических тканей, в них хорошо развита аэренхима.

Корневая система цветковых гидатофитов сильно редуцирована, иногда отсутствует совсем или утратила свои основные функции (у рясок). Поглощение воды и минеральных солей происходит всей поверхностью тела. Цветоносные побеги, как правило, выносят цветки над водой (реже опыление совершается в воде), а после опыления побеги снова могут погружаться, и созревание плодов происходит под водой (валлиснерия, элодея, рдесты и др.).

Гидрофиты – это растения наземно-водные, частично погруженные в воду, растущие по берегам водоемов, на мелководьях, на болотах. Встречаются в районах с самыми разными климатическими условиями. К ним можно отнести тростник обыкновенный, частуху подорожниковую, вахту трехлистную, калужницу болотную и другие виды. У них лучше, чем у гидатофитов, развиты проводящие и механические ткани. Хорошо выражена аэренхима. В аридных районах при сильной инсоляции их листья имеют световую структуру. У гидрофитов есть эпидерма с устьицами, интенсивность транспирации очень высока, и они могут расти только при постоянном интенсивном поглощении воды.

Гигрофиты – наземные растения, живущие в условиях повышенной влажности воздуха и часто на влажных почвах. Среди них различают теневые и световые. Теневые гигрофиты – это растения нижних ярусов сырых лесов в разных климатических зонах (недотрога, цирцея альпийская, бодяк огородный, многие тропические травы и т. п.). Из-за высокой влажности воздуха у них может быть затруднена транспирация, поэтому для улучшения водного обмена на листьях развиваются гидатоды, или водяные устьица, выделяющие капельно-жидкую воду. Листья часто тонкие, с теневой структурой, со слабо развитой кутикулой, содержат много свободной и малосвязанной воды. Обводненность тканей достигает 80 % и более. При наступлении даже непродолжительной и несильной засухи в тканях создается отрицательный водный баланс, растения завядают и могут погибнуть.

К световым гигрофитам относятся виды открытых местообитаний, растущие на постоянно влажных почвах и во влажном воздухе (папирус, рис, сердечники, подмаренник болотный, росянка и др.). Переходные группы – мезогигрофиты и гигромезофиты.

Мезофиты могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху. Это растения, произрастающие при среднем увлажнении, умеренно теплом режиме и достаточно хорошей обеспеченности минеральным питанием. К мезофитам можно отнести вечнозеленые деревья верхних ярусов тропических лесов, листопадные деревья саванн, древесные породы влажных вечнозеленых субтропических лесов, летнезеленые лиственные породы лесов умеренного пояса, кустарники подлеска, травянистые растения дубравного широкотравья, растения заливных и не слишком сухих суходольных лугов, пустынные эфемеры и эфемероиды, многие сорные и большинство культурных растений. Из приведенного перечня видно, что группа мезофитов очень обширна и неоднородна. По способности регулировать свой водный обмен одни приближаются к гигрофитам (мезогигрофиты), другие – к засухоустойчивым формам (мезоксерофиты).

Ксерофиты растут в местах с недостаточным увлажнением и имеют приспособления, позволяющие добывать воду при ее недостатке, ограничивать испарение воды или запасать ее на время засухи. Ксерофиты лучше, чем все другие растения, способны регулировать водный обмен, поэтому и во время продолжительной засухи остаются в активном состоянии. Это растения пустынь, степей, жестколистных вечнозеленых лесов и кустарниковых зарослей, песчаных дюн.

Ксерофиты подразделяются на два основных типа: суккуленты и склерофиты.

Суккуленты– сочные растения с сильно развитой водозапасающей паренхимой в разных органах. Стеблевые суккуленты – кактусы, стапелии, кактусовидные молочаи; листовые суккуленты – алоэ, агавы, мезембриантемумы, молодило, очитки; корневые суккуленты – аспарагус. В пустынях Центральной Америки и Южной Африки суккуленты могут определять облик ландшафта. Листья, а в случае их редукции стебли суккулентов имеют толстую кутикулу, часто мощный восковой налет или густое опушение. Устьица погруженные, открываются в щель, где задерживаются водяные пары. Днем они закрыты. Это помогает суккулентам сберегать накопленную влагу, но зато ухудшает газообмен, затрудняет поступление СО2 внутрь растения.

Склерофиты– это растения, наоборот, сухие на вид, часто с узкими и мелкими листьями, иногда свернутыми в трубочку. Листья могут быть также рассеченными, покрытыми волосками или восковым налетом. Хорошо развита склеренхима, поэтому растения без вредных последствий могут терять до 25 % влаги не завядая. В клетках преобладает связанная вода. Сосущая сила корней до нескольких десятков атмосфер, что позволяет успешно добывать воду из почвы. При недостатке воды резко снижают транспирацию. Склерофиты можно подразделить на две группы: эуксерофитов и стипаксерофитов.

К эуксерофитам относятся многие степные растения с розеточными и полурозеточными, сильно опушенными побегами, полукустарнички, некоторые злаки, полынь холодная, эдельвейс эдельвейсовидный и др. Наибольшую биомассу эти растения создают в период, благоприятный для вегетации, а в жару уровень обменных процессов у них очень низок.

Стипаксерофиты– это группа узколистных дерновинных злаков (ковыли, тонконоги, типчак и др.). Характеризуются низкой транспирацией в засушливый период и могут переносить особенно сильное обезвоживание тканей. Свернутые в трубочку листья имеют внутри влажную камеру. Транспирация идет через погруженные в бороздки устьица внутрь этой камеры, что снижает потери влаги.

Среди ряда групп животных можно выделить гигрофилов и ксерофилов, т. е. влаголюбивые и сухолюбивые виды. Промежуточную группу составляют мезофилы. Среди насекомых, например, гигрофильны кровососущие комары, которые активны преимущественно в вечерние и утренние часы, а днем – либо в пасмурную погоду, либо только в тени, под пологом леса, т. е. при повышенной влажности воздуха. Ксерофильны жуки-скакуны, пустынные жуки-чернотелки, пустынная саранча и др.

Способы регуляции водного баланса у животных разнообразнее, чем у растений. Их можно разделить на поведенческие, морфологические и физиологические.

К числу поведенческих приспособлений относятся поиски водопоев, выбор мест обитания, рытье нор и т. п. В норах влажность воздуха приближается к 100 %, даже когда на поверхности очень сухо. Это снижает необходимость испарения через покровы, экономит влагу в организме.

К морфологическим способам поддержания нормального водного баланса относятся образования, способствующие задержанию воды в теле: раковины наземных улиток, ороговевшие покровы рептилий, развитие эпикутикулы у насекомых и т. п. У пустынных жуков-чернотелок срастаются и прирастают к телу надкрылья, вторая пара крыльев редуцируется и между телом и надкрыльями образуется камера, куда выходят дыхальца насекомого. Эта камера открывается наружу лишь небольшой узкой щелью, воздух в ней насыщен водяными парами. Части тела, соприкасающиеся с внешней средой, защищены непроницаемой для воды эпикутикулой.

Физиологические приспособления к регуляции водного обмена – это способность к образованию метаболической влаги, экономии воды при выделении мочи и кала, развитие выносливости к обезвоживанию организма, величина потоотделения и отдачи воды со слизистых.

Выносливость к обезвоживанию, как правило, выше у животных, подвергающихся тепловым перегрузкам. Для человека потеря воды, превышающая 10 % массы тела, смертельна. Верблюды переносят потери воды до 27 %, овцы – до 23, собаки – до 17 %.

Рекомендуется изучение приведенного выше материала, изучение дополнительной литературы.

К выполнению заданий требуется выбор ответа.

**Задания:**

1. (1 балл) Почему обеспечение водой является необходимым условием жизни организмов?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Выберите верный ответ.

К какой группе растений относятся кактусы?

А) суккуленты;

Б) мезофиты;

В) гидрофиты;

Г) гидатофиты.

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ПОЙКИЛОГИДРИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ГОМОЙОГИДРИЧЕСКИЕ РАСТЕНИЯ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ГИДАТОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ГИДРОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ГИГРОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 8. (1 балл) Дайте определение понятию «КСЕРОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 9. (1 балл) Дайте определение понятию «СУККУЛЕНТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**Литература:**

1. Экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А.В. Тотая, А.В. Корсакова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 353 с.
2. Ревелль П., Ревель Ч. Среда нашего обитания: в 4 кн. - М.: Мир, 1994.
3. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах. Ростов н/Д.: Феникс, 2012. 384 с.
4. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Экология и устойчивое развитие. "Будущее, которого мы хотим". Человек и природа. - М.: ГПБУ "Мосприрода" / Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР РАН / Центр экологической политики России, 2017. - 250 с.

**Критерии:**

Задания в 1 балл оцениваются – верно ли выполнено задание или нет.

# **3.3 Воздух, как экологический фактор**

Низкая плотность воздуха определяет его малую подъемную силу и незначительную спорность. Обитатели воздушной среды должны обладать собственной опорной системой, поддерживающей тело: растения – разнообразными механическими тканями, животные – твердым или, значительно реже, гидростатическим скелетом. Кроме того, все обитатели воздушной среды тесно связаны с поверхностью земли, которая служит им для прикрепления и опоры. Жизнь во взвешенном состоянии в воздухе невозможна.

Правда, множество микроорганизмов и животных, споры, семена, плоды и пыльца растений регулярно присутствуют в воздухе и разносятся воздушными течениями, многие животные способны к активному полету, однако у всех этих видов основная функция их жизненного цикла – размножение – осуществляется на поверхности земли. Для большинства из них пребывание в воздухе связано только с расселением или поиском добычи.

Малая плотность воздуха обусловливает низкую сопротивляемость передвижению. Поэтому многие наземные животные использовали в ходе эволюции экологические выгоды этого свойства воздушной среды, приобретя способность к полету. К активному полету способны 75 % видов всех наземных животных, преимущественно насекомые и птицы, но встречаются летуны и среди млекопитающих и рептилий. Летают наземные животные в основном с помощью мускульных усилий, но некоторые могут и планировать за счет воздушных течений.

Благодаря подвижности воздуха, существующим в нижних слоях атмосферы вертикальным и горизонтальным передвижениям воздушных масс возможен пассивный полет ряда организмов.

Анемофилия – древнейший способ опыления растений. Ветром опыляются все голосеменные, а среди покрытосеменных анемофильные растения составляют примерно 10 % всех видов.

Анемофилия наблюдается в семействах буковых, березовых, ореховых, вязовых, коноплевых, крапивных, казуариновых, маревых, осоковых, злаков, пальм и во многих других. Ветроопыляемые растения имеют целый ряд приспособлений, улучшающих аэродинамические свойства их пыльцы, а также морфологические и биологические особенности, обеспечивающие эффективность опыления.

Жизнь многих растений полностью зависит от ветра, и расселение совершается с его помощью. Такая двойная зависимость наблюдается у елей, сосен, тополей, берез, вязов, ясеней, пушиц, рогозов, саксаулов, джузгунов и др.

У многих видов развита анемохория– расселение с помощью воздушных потоков. Анемохория характерна для спор, семян и плодов растений, цист простейших, мелких насекомых, пауков и т. п. Пассивно переносимые потоками воздуха организмы получили в совокупности название аэропланктона по аналогии с планктонными обитателями водной среды. Специальные адаптации для пассивного полета – очень мелкие размеры тела, увеличение его площади за счет выростов, сильного расчленения, большой относительной поверхности крыльев, использование паутины и т. п. Анемохорные семена и плоды растений обладают также либо очень мелкими размерами (например, семена орхидей), либо разнообразными крыловидными и парашютовидными придатками, увеличивающими их способность к планированию.

Кроме физических свойств воздушной среды, для существования наземных организмов чрезвычайно важны ее химические особенности. Газовый состав воздуха в приземном слое атмосферы довольно однороден в отношении содержания главных компонентов (азот – 78,1 %, кислород – 21,0, аргон – 0,9, углекислый газ – 0,035 % по объему) благодаря высокой диффузионной способности газов и постоянному перемешиванию конвекционными и ветровыми потоками. Однако различные примеси газообразных, капельно-жидких и твердых (пылевых) частиц, попадающих в атмосферу из локальных источников, могут иметь существенное экологическое значение.

Низкое содержание углекислого газа тормозит процесс фотосинтеза. В условиях закрытого грунта можно повысить скорость фотосинтеза, увеличив концентрацию углекислого газа; этим пользуются в практике тепличного и оранжерейного хозяйства. Однако излишние количества СО2 приводят к отравлению растений.

Азот воздуха для большинства обитателей наземной среды представляет инертный газ, но ряд прокариотических организмов (клубеньковые бактерии, азотобактер, клостридии, сине-зеленые водоросли и др.) обладает способностью связывать его и вовлекать в биологический круговорот.

Местные примеси, поступающие в воздух, также могут существенно влиять на живые организмы. Это особенно относится к ядовитым газообразным веществам – метану, оксиду серы, оксиду углерода, оксиду азота, сероводороду, соединениям хлора, а также к частицам пыли, сажи и т. п., засоряющим воздух в промышленных районах. Основной современный источник химического и физического загрязнения атмосферы антропогенный: работа различных промышленных предприятий и транспорта, эрозия почв и т. п.

Устойчивость растений к примесям в воздушной среде учитывают при подборе видов для озеленения населенных пунктов. Чувствительны к задымлению, например, обыкновенная ель и сосна, клен, липа, береза. Наиболее устойчивы туя, тополь канадский, клен американский, бузина и некоторые другие.

Рекомендуется изучение приведенного выше материала, изучение дополнительной литературы.

К выполнению заданий требуется выбор ответа и написание определений.

**Задания:**

1. (1 балл) Дайте определение понятию «АНЕМОФИЛИЯ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «АНЕМОХОРИЯ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_3. (1 балл) Дайте ответ.

Какой опорной системой обладают растения – обитатели воздушной среды?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. (1 балл) Дайте ответ.

Какой опорной системой обладают животные – обитатели воздушной среды?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте ответ.

Какие структурные единицы пребывают в воздухе и разносятся воздушными течениями?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте ответ.

Какая функция у животных-обитателей воздушной среды происходит исключительно на земле?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте ответ.

Для чего учитывается устойчивость растений к примесям в воздушной среде?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте ответ.

Какие обитатели наземной среды связывают азот и вовлекают его в биологический круговорот?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9. (2 балла) Дайте ответ.

Перечислите наиболее устойчивые виды растений к примесям в воздухе?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Литература:**

1. Небел Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир: в 2 т. - М.: Мир, 1993.
2. Одум Ю. Экология: в 2-х т. / Пер. с англ. - М.: Мир, 1986. Т. 1. - 328 с.; Т. 2. - 376 с.
3. Медведева М.В. Справочный материал для начинающего эколога. - М.: Икар, 2009. - 110 с.
4. Ревелль П., Ревель Ч. Среда нашего обитания: в 4 кн. - М.: Мир, 1994.
5. Анисимов В.И., Битюков Н.А. Основы экологии. Учебное пособие по курсу общей экологии. Сочи, 2010. 430 с.
6. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах. Ростов н/Д.: Феникс, 2012. 384 с.

**Критерии:**

Задания, оцениваемые в 1 балл судятся по правильности ответа.

Задания, оцениваемые в 2 балла, выше по сложности, следовательно, оцениваются правильность и грамотность ответа (1 балл) и полнота (2 балла).

# **3.4 Почва, как экологический фактор**

Свойства грунта и рельеф местности также влияют на условия жизни наземных организмов, в первую очередь растений. Свойства земной поверхности, оказывающие экологическое воздействие на ее обитателей, объединяют названием эдафические факторы среды (от греч. «эдафос» – основание, почва).

Характер корневой системы растений зависит от гидротермического режима, аэрации, сложения, состава и структуры почвы. Например, корневые системы древесных пород (березы, лиственницы) в районах с многолетней мерзлотой располагаются на небольшой глубине и распростерты вширь. Там, где нет многолетней мерзлоты, корневые системы этих же растений менее распростерты и проникают вглубь. У многих степных растений корни могут доставать воду с большой глубины, в то же время у них много и поверхностных корней в гумусированном горизонте почвы, откуда растения поглощают элементы минерального питания. На переувлажненной, плохо аэрированной почве в мангровых зарослях многие виды имеют специальные дыхательные корни – пневматофоры.

Можно выделить целый ряд экологических групп растений по отношению к разным свойствам почв.

Так, по реакции на кислотность почвы различают: 1) ацидофильные виды – растут на кислых почвах с рН менее 6,7 (растения сфагновых болот, белоус); 2) нейтрофильные – тяготеют к почвам с рН 6,7–7,0 (большинство культурных растений); 3) базифильные– растут при рН более 7,0 (мордовник, лесная ветреница); 4) индифферентные – могут произрастать на почвах с разным значением рН (ландыш, овсяница овечья).

По отношению к валовому составу почвы различают: 1) олиготрофные растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов (сосна обыкновенная); 2) эвтрофные, нуждающиеся в большом количестве зольных элементов (дуб, сныть обыкновенная, пролесник многолетний); 3) мезотрофные, требующие умеренного количества зольных элементов (ель обыкновенная).

Нитрофилы– растения, предпочитающие почвы, богатые азотом (крапива двудомная).

Растения засоленных почв составляют группу галофитов (солерос, сарсазан, кокпек).

Некоторые виды растений приурочены к разным субстратам: петрофиты растут на каменистых почвах, а псаммофиты заселяют сыпучие пески.

Рельеф местности и характер грунта влияют на специфику передвижения животных. Например, копытные, страусы, дрофы, живущие на открытых пространствах, нуждаются в твердом грунте для усиления отталкивания при быстром беге. У ящериц, обитающих на сыпучих песках, пальцы окаймлены бахромкой из роговых чешуй, которая увеличивает поверхность опоры. Для наземных обитателей, роющих норы, плотные грунты неблагоприятны. Характер почвы в ряде случаев влияет на распределение наземных животных, роющих норы, зарывающихся в грунт для спасения от жары или хищников, либо откладывающих в почву яйца и т. д.

Сложность почвенной среды создает большое разнообразие условий для самых разных функциональных групп: аэробов и анаэробов, потребителей органических и минеральных соединений. Для распределения микроорганизмов в почве характерна мелкая очаговость, поскольку даже на протяжении нескольких миллиметров могут сменяться разные экологические зоны.

Для мелких почвенных животных, которых объединяют под названием микрофауна (простейшие, коловратки, тихоходки, нематоды и др.), почва – это система микроводоемов. По существу, это водные организмы. Они живут в почвенных порах, заполненных гравитационной или капиллярной водой, а часть жизни могут, как и микроорганизмы, находиться в адсорбированном состоянии на поверхности частиц в тонких прослойках пленочной влаги.

Для дышащих воздухом несколько более крупных животных почва предстает как система мелких пещер. Таких животных объединяют под названием мезофауна. Размеры представителей мезофауны почв – от десятых долей до 2–3 мм. К этой группе относятся в основном членистоногие: многочисленные группы клещей, первичнобескрылые насекомые (коллемболы, протуры, двухвостки), мелкие виды крылатых насекомых, многоножки симфилы и др. У них нет специальных приспособлений к рытью. Они ползают по стенкам почвенных полостей при помощи конечностей или червеобразно извиваясь. Насыщенный водяными парами почвенный воздух позволяет дышать через покровы. Многие виды не имеют трахейной системы. Такие животные очень чувствительны к высыханию. Основным средством спасения от колебания влажности воздуха для них является передвижение вглубь.

Более крупных почвенных животных, с размерами тела от 2 до 20 мм, называют представителями макрофауны. Это личинки насекомых, многоножки, энхитреиды, дождевые черви и др. Для них почва – плотная среда, оказывающая значительное механическое сопротивление при движении. Эти относительно крупные формы передвигаются в почве либо расширяя естественные скважины путем раздвигания почвенных частиц, либо роя новые ходы. Оба способа передвижения накладывают отпечаток на внешнее строение животных.

Роющие животные могут уходить из слоев, где возникает неблагоприятная обстановка. В засуху и к зиме они концентрируются в более глубоких слоях, обычно в нескольких десятках сантиметров от поверхности.

Мегафауна почв – это крупные землерои, в основном из числа млекопитающих. Ряд видов проводит в почве всю жизнь (слепыши, слепушонки, цокоры, кроты Евразии, златокроты

Африки, сумчатые кроты Австралии и др.). Они прокладывают в почве целые системы ходов и нор. Внешний облик и анатомические особенности этих животных отражают их приспособленность к роющему подземному образу жизни. У них недоразвиты глаза, компактное, вальковатое тело с короткой шеей, короткий густой мех, сильные копательные конечности с крепкими когтями. Слепыши и слепушонки разрыхляют землю резцами. К мегафауне почвы следует отнести и крупных олигохет, в особенности представителей семейства Megascolecidae, обитающих в тропиках и Южном полушарии. Самый крупный из них австралийский Megascolides australis достигает в длину 2,5 и даже 3 м.

Кроме постоянных обитателей почвы, среди крупных животных можно выделить большую экологическую группу обитателей нор (суслики, сурки, тушканчики, кролики, барсуки и т. п.). Они кормятся на поверхности, но размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются от опасности в почве. Целый ряд других животных использует их норы, находя в них благоприятный микроклимат и укрытие от врагов. Норники обладают чертами строения, характерными для наземных животных, но имеют ряд приспособлений, связанных с роющим образом жизни.

По целому ряду экологических особенностей почва является средой, промежуточной между водной и наземной. С водной средой почву сближают ее температурный режим, пониженное содержание кислорода в почвенном воздухе, насыщенность его водяными парами и наличие воды в других формах, присутствие солей и органических веществ в почвенных растворах, возможность двигаться в трех измерениях.

С воздушной средой почву сближают наличие почвенного воздуха, угроза иссушения в верхних горизонтах, довольно резкие изменения температурного режима поверхностных слоев.

Промежуточные экологические свойства почвы как среды обитания животных позволяют предполагать, что почва играла особую роль в эволюции животного мира. Для многих групп, в частности членистоногих, почва послужила средой, через которую первоначально водные обитатели смогли перейти к наземному образу жизни и завоевать сушу. Этот путь эволюции членистоногих доказан трудами М. С. Гилярова (1912–1985).

Рекомендуется изучение приведенного выше материала, изучение дополнительной литературы.

К выполнению заданий требуется выбор ответа и написание определений.

**Задания:**

1. (1 балл) Дайте определение понятию «МИКРОФАУНА» в отношении почва – среда обитания?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. (1 балл) Дайте определение понятию «МЕГАФАУНА» в отношении почва – среда обитания?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. (1 балл) Дайте определение понятию «МЕЗОФАУНА» в отношении почва – среда обитания?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. (1 балл) Дайте определение понятию «ГАЛОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. (1 балл) Дайте определение понятию «ПЕТРОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. (1 балл) Дайте определение понятию «ПСАММОФИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7. (1 балл) Дайте определение понятию «НИТРОФИЛЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

8. (1 балл) Дайте определение понятию «ОЛИГОТРОФНЫЕ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9. (1 балл) Дайте определение понятию «ЭВТРОФНЫЕ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Литература:**

1. Снакин В.В. Экология и природопользование в России: энциклопедический словарь. - М.: Academia, 2008. - 816 с.
2. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под ред. Проф. Э.В. Гирусова. М., 2012. 519 с.
3. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Экология и устойчивое развитие. "Будущее, которого мы хотим". Человек и природа. - М.: ГПБУ "Мосприрода" / Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР РАН / Центр экологической политики России, 2017. - 250 с.
4. Захаров В.М., Трофимов И.Е. Экология сегодня. Экология как мировоззрение. Человек и природа. М. Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы / Центр устойчивого развития и здоровья среды ИБР РАН. 2015. - 102 с.
5. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах. Ростов н/Д.: Феникс, 2012. 384 с.
6. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник для студентов вузов. Изд. 7-е. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 575 с.

**Критерии:**

Задания, оцениваемые в 1 балл судятся по правильности ответа.

# **3.5 Организменная среда**

В течение всей жизни или части жизненного цикла многие виды гетеротрофных организмов обитают в других живых организмах, тела которых служат для них средой, значительно отличающейся от внешней по своим свойствам. Использование одними живыми организмами других в качестве среды обитания —древнее и широко распространенное явление в природе. Установлено, что прокариотические организмы (бактерии, актиномиценты, сине-зеленые водоросли) имеют сожителей. У большого числа одноклеточных эукариотических форм (красные, зеленые и диатомовые водоросли, амебы, радиолярии и др.) обнаружены внутриклеточные паразиты и симбионты. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. Чем выше организация хозяев, чем больше степень дифференцированности их тканей и органов, тем более разнообразные условия они могут предоставить своим сожителям. Так, английский ученый А. Е. Шитли писал, что каждая птица — это, по сути, настоящий летающий зоопарк. Разнообразие мельчайших существ, живущих на птицах, поистине ошеломляюще.

Паразитизм — явление столь всеобщее, что единственные живые существа, не подверженные нападению паразитов, это те паразиты, которые представляют собой последнее звено длинной цепи питания. Однако, чем ниже на эволюционной лестнице находится та или иная группа живых организмов, тем больше она включает видов паразитов. Некоторые группы низших животных, особенно это касается плоских червей, нематод и некоторых членистоногих, состоят исключительно из паразитических форм. У позвоночных паразитизм как способ существования встречается крайне редко. В царстве растений паразиты широко распространены среди грибов.

Для животных и растений, ведущих паразитический образ жизни, организм, на котором или в котором они поселяются (хозяин), является специфической средой обитания. Большая часть паразитов практически полностью утратила связь с внешним миром, и все стадии их развития происходят в организме хозяев, например, малярийный плазмодий и др.

Между паразитами и хозяевами в процессе эволюции возникли сложные взаимоотношения. Различные их оттенки отражают пути возникновения паразитизма.

Первый путь — простое «квартирантство». Нередко более мелкий организм поселяется в жилище более крупного или вблизи него и со временем переходит на тело хозяина, а затем и внутрь, переключаясь на питание за счет его жизни или соков и таким образом причиняя ему вред. Квартирант может превратиться в конечном итоге в паразита, а тело хозяина становится для него средой обитания.

Второй путь перехода к паразитизму — через хищничество. Так, хищник при нападении на крупную добычу, которую не может уничтожить и съесть сразу, при определенных условиях проникнув внутрь тела хозяина и найдя там благоприятную среду — обилие пищи, может превратиться в паразита. Организм хозяина для паразита становится средой обитания.

Третий путь — случайное проникновение будущего паразита в организм хозяина. Например, крупные животные могут заглатывать с пищей мелкие формы, некоторые из них не погибают, а, приспосабливаясь к новым условиям, превращаются в паразитов. В природе сохранилось немало примеров перехода этих трех путей от квартирантства, хищничества и случайного паразитирования к подлинному паразитизму. Вместе с тем сегодня трудно сказать, когда на Земле появился первый паразит, от какой группы животных или растений он произошел.

Паразитов обычно делят на две группы: эктопаразитов и эндопаразитов. Эктопаразиты — это наружные паразиты, обитающие на поверхности тела хозяина (клещи, пиявки, блохи). У растений-эктопаразитов большая часть тела находится вне хозяина, а в него внедряются и вступают в контакт с живыми клетками лишь органы чужеядного питания — присоски или гаустории (повилика европейская — Cuscuta europaea и др.). Эндопаразиты — внутренние паразиты, живущие внутри тела хозяина. Это большинство гельминтов, бактерии, вирусы, паразитические простейшие. У растений-эндопаразитов почти все тело помещается внутри тканей хозяина, наружу выходят лишь органы размножения. У многих паразитических грибов тело находится в межклетниках высшего растения, а в клетки внедряются гаустории. Паразитические низшие грибы и бактерии живут внутри клеток растения-хозяина.

Отличают и стационарный паразитизм, когда паразит на длительное время, часто на всю жизнь, связывает себя с хозяином. Стационарные паразиты могут быть приурочены к одному хозяину (постоянные)— вши, пухоеды, чесоточные зудни, или развитие их протекает со сменой хозяев (периодические) — многие ленточные черви, сосальщики. Так, малярийный плазмодий определенную часть жизни проводит в малярийном комаре — окончательный хозяин. Промежуточным хозяином является человек. Окончательным хозяином служит тот организм, в котором обитает половозрелая форма паразита, а промежуточным — в котором паразит проходит личиночную, неполовозрелую стадию.

Клещевой энцефалит—заболевание, поражающее центральную нервную систему человека. Оно вызывается вирусом, переносчики и хранители вируса— иксодовые клещи. Излюбленные места обитания клещей — южная часть таежных лесов на всем протяжении европейской и азиатской частей России.

Имеются и временные паразиты. Они не всю свою жизнь связывают с хозяином, а часть ее проводят свободно. К ним относят кровососущих двукрылых и многих клопов.

Таким образом, еще раз обращаем внимание, что паразитов больше всего среди микроорганизмов и сравнительно примитивных многоклеточных, а подверженность паразитизму наиболее развита у позвоночных животных и цветковых растений.

Паразиты обитают в специфических условиях внутренней среды хозяина. С одной стороны, это дает им ряд экологических преимуществ, а с другой — затрудняет осуществление их жизненного цикла по сравнению со свободноживущими видами.

Одним из важных преимуществ паразитов является обильное их снабжение пищей за счет содержимого клеток, соков и тканей тела хозяина или содержимого кишечника. Обильная и легкодоступная пища служит условием быстрого роста паразитов. Так, в кишечном тракте позвоночных паразиты достигают больших размеров по сравнению с их свободноживущими родственниками.

В связи с паразитическим образом жизни у растений редуцируется ряд физиологических функций и соответствующих органов. Например, отсутствуют или сильно редуцированы корни. Потеря способности к фотосинтезу привела к отсутствию хлорофилла. Так, у некоторых заразих удается обнаружить лишь его следы. По мере усиления паразитических свойств в эволюционном ряду растений-паразитов сокращается ферментный аппарат. Остаются лишь специализированные ферменты, позволяющие паразитировать на узком круге хозяев.

Среда обитания паразитов ограничена как во времени (жизнью хозяина), так и в пространстве. Поэтому основные адаптации направлены на возможность распространения в этой среде, передачи от одного хозяина к другому. Так, для паразита растений очень важно обеспечить контакт с хозяином, начиная с прорастания семян. Семена многих паразитических видов не прорастают в почве до тех пор, пока не окажутся вблизи корней растений-хозяев, от которых в почву поступают выделения, стимулирующие прорастание семян паразита и определяющие направления роста его гаусторий. Проростки некоторых паразитов (повилик, заразих) производят винтообразные движения «в поисках» корня или стебля растения-хозяина.

Важная адаптация паразитов — синхронизация их жизненных циклов с сезонным развитием растений-хозяев, позволяющая осуществить заражение хозяина в нужный момент. Это явление широко известно для многих паразитических грибов. Некоторые паразиты способны к временной приостановке развития, начинающегося в «неподходящий» момент. Например, слишком рано появившиеся проростки повилики прекращают рост, иногда на несколько недель, до тех пор, пока рядом не разовьются проростки травянистых растений — возможных хозяев. Существенными адаптациями паразитов являются повышенная способность к размножению, выработка сложных жизненных циклов, использование переносчиков и промежуточных хозяев.

У ряда паразитов приспособления к умножению потомства проявляются и в виде партеногенеза, полиэмбрионии (клетки одного делящегося яйца дают начало множеству зародышей), бесполого размножения (почкование у пузырчатых стадий ленточных червей). Это приводит к чередованию поколений — полового и партеногенетического или полового и бесполых.

В ряде случаев паразиты сами становятся средой обитания других видов — возникает явление сверхпаразитизма, или гиперпаразитизма.

В ряде случаев организм хозяина отвечает на вторжение паразита разрастанием окружающих его тканей, образованием своеобразной капсулы, которая изолирует паразита. Такие образования у растений называют галлами, а у животных — зооцецидиями. Нередко подобная изоляция приводит к гибели паразита. Чаще же, например, защитная роль зооцецидиев ограничивается локализацией причиняемого вреда в определенном участке тела хозяина, а сами паразиты используют их как дополнительные защитные образования. Особенно наглядно это выражено в возникновении галлов у растений.

Рекомендуется изучение приведенного выше материала, изучение дополнительной литературы.

К выполнению заданий требуется выбор ответа и написание определений.

**Задания:**

1. (1 балл) Дайте определение понятию «ЭНДОПАРАЗИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2. (1 балл) Дайте определение понятию «ЭКТОПАРАЗИТЫ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 3. (1 балл) Дайте определение понятию «ГИПЕРПАРАЗИТИЗМ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 4. (1 балл) Дайте определение термину «ПАРАЗИТИЗМ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_5. (1 балл) Дайте определение понятию «КВАРТИРАНСТВО»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_6. (1 балл) Дайте определение понятию «ХИЩНИЧЕСТВО»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_7. (1 балл) Дайте определение понятию «СТАЦИОНАРНЫЙ ПАРАЗИТИЗМ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8. (1 балл) Дайте определение понятию «ВРЕМЕННЫЙ ПАРАЗИТИЗМ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_9. (1 балл) Дайте определение понятию «ГАЛЛЫ» и «ЗООЦЕДИИ»?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Критерии:**

Правильный ответ - 1 балл.

Максимум за работу – 9 баллов.

**Литература:**

1. Н. Н. Моисеев. Экология человечества. – Москва: «МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ», 1988.
2. Учебный справочник школьника. – М.: 1996. – 1664 с.
3. http://www.philsci.univ.kiev.ua/biblio/chel-l-1.html
4. http://school-collection.edu.ru/catalog/
5. http://planetadisser.com/see/dis\_141366.html

# **Заключение**

Появление на Земле Человека означало новый огромный шаг в эволюции планеты. Его активность многократно ускоряет все эволюционные процессы, темпы которых быстро растут по мере развития производственных сил, по мере технической вооруженности цивилизации. Дальнейшее неконтролируемое, ненаправляемое развитие деятельности людей таит в себе опасности, которые нам трудно предвидеть. Именно поэтому однажды необходимо наступит время, когда дальнейшая эволюция планеты, а, следовательно, и человеческого общества должны будут направляться Разумом. Биосфера станет постепенно превращаться в сферу Разума (по В. И. Вернадскому).

Таким образом, только активная работа во всех отраслях человеческой деятельности по формированию нового отношения к природе, разработка рационального природопользования, природосберегающей технологии будущего смогут решать экологические проблемы сегодняшнего дня и перейти к гармоничному сотрудничеству с природой, так называемому «экологическому императиву».

Для осуществления разумного управления состоянием биосферы необходимо не только знать устройство и механизмы этой сложной и огромной системы, но и иметь возможность влиять на ее процессы в желаемом направлении. И каждый момент внести свой непосильный вклад в природоохранную деятельность человечества.

Даже совершенное знание биосферных механизмов и ясное понимание того, что надо делать, не дадут реальных плодов при отсутствии определенного уровня и культуры общества. Здесь ключевым моментом является формирование новой социальной и экологической нравственности.

Разработка совершенного экологического законодательства и создание эффективных механизмов его реализации являются непременным элементом построения общества, находящегося в гармонии с Природой.

В эпоху ноосферы может вступить лишь высокообразованное общество, понимающе свои цели, способное соизмерять свои потребности с теми возможностями, которые дает ему природа.

Осознание общих целей и трудностей, стоящих на пути, неизбежно будет рождать ощущение общепланетарного единства людей. Нам необходимо научиться чувствовать себя членами одной семьи, судьба которого зависит от каждого из нас. Осознание единства человечества – одна из основ экологической нравственности и гуманизма.

# **Список литературы**

1. Медведева М.В. Справочный материал для начинающего эколога. - М.: Икар, 2009. - 110 с.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 639 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. - М.: Россия молодая, 1994. - 366 с.
4. Снакин В.В. Экология и природопользование в России: энциклопедический словарь. - М.: Academia, 2008. - 816 с.
5. Анисимов В.И., Битюков Н.А. Основы экологии. Учебное пособие по курсу общей экологии. Сочи, 2010. 430 с.
6. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник для студентов вузов. Изд. 7-е. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 575 с.
7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология в вопросах и ответах. Ростов н/Д.: Феникс, 2012. 384 с.
8. Экология и экономика природопользования: Учебник для вузов / Под ред. Проф. Э.В. Гирусова. М., 2012. 519 с.
9. Третьякова Н А Основы экологии учеб пособие для вузов / Н А Третьякова; под научн. редакц. М.Г. Шишова. – М.: Изд. Юрайт, 2017; Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та – 111 с.
10. Павлова Е. И. Общая экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Е. И. Павлова, В.К. Новиков. – М.: Из-во Юрайт, 2017. – 190 с.
11. Кузнецов Л.М. Экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Л.М. Кузнецов, А.С. Николаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 280 с.
12. Экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / А.В. Тотая, А.В. Корсакова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 353 с.
13. Д.А. Кривошеин, Л.А. Муравей, Н.Н. Роева, О.С. Шорина, Н.Д. Эриашвили, Ю.Г. Юровицкий, В.А. Яковлев
Экология и безопасность жизнедеятельности
Учебное пособие для вузов / Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. - 447 с.
14. Н.В. Сирина, Е.В. Потапова, Е.М. Якимова
Экологический аудит
Учебное пособие. – Иркутск: изд-во Иркут. ун-та, 2010. – 109 с.
15. И.Ф. Рассашко, О.В. Ковалева, А.В. Крук
Общая экология
Тексты лекций для студентов специальности 1-33 01 02 «Геоэкология». – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2010. – 252 с.
16. О.А. Барабанова, И.Н. Безкоровайная, Е.Б. Бухарова [и др.]
Экология: курс лекций
Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 325 с.
17. М.В. Горшков
Экологический мониторинг
Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.