

ФГБОУ ВПО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра биологии, экологии и природопользования

Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова, Ж.А. Антонова

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ



Ульяновск

2018

УДК 574 (075.8)

ББК Е 081.1я73

Р 24

Учение о биосфере: учебно-методическое пособие /Е.В. Рассадина, Е.Г. Климентова, Ж.А. Антонова. – Ульяновск: УлГУ, 2018. – 380 с.

Рецензенты:

Митрофанова Н.А.- доцент кафедры лесного хозяйства УлГУ, кандидат биологических наук.

Мухитова М.Э. – доцент кафедры биологии, ветеринарной генетики, паразитологии и экологии ФГБОУ ВО «УлГАУ им. П.А. Столыпина», кандидат биологических наук.

Авторы:

Рассадина Е.В. – доцент кафедры биологии, экологии и природопользования УлГУ, кандидат биологических наук.

Климентова Е.Г. – доцент кафедры биологии, экологии и природопользования УлГУ, кандидат биологических наук.

Антонова Ж.А. – доцент кафедры биологии, экологии и природопользования УлГУ, кандидат биологических наук.

В учебно-методическом пособии изложены теоретические основы и методология учения о биосфере. Входящие в пособие примеры семинарских занятий содержат современные методы активного обучения. Реализует общий (базовый) уровень обучения и методологии биосферологии и решает задачи формирования у студентов практических экологических знаний, освоения методов анализа антропогенной нагрузки на разных уровнях рассмотрения – глобальном, региональном и локальном. В пособие включена информация, расширяющая и углубляющая содержательные блоки (дополнительная информация по разделам).

Пособие предлагается использовать при проведении лекционных и семинарских занятий в высших учебных заведениях у студентов специальностей и направлений специалитета, бакалавриата и магистратуры биолого-экологической направленности, а также для студентов других специальностей и направлений бакалавриата и магистратуры в рамках изучаемого ими учебного курса «Учение о биосфере».

Пособие предназначено для студентов специальностей и направлений бакалавриата и магистратуры «экология и природопользование», «биология», «химия», «лесное дело» высших учебных заведений.

Издается по решению учебно-методического совета ИМЭиФК Ульяновского государственного университета

УДК 574 (075.8)

ББК Е 081.1я73

© Ульяновский государственный университет, 2018

Содержание

Введение	4
I Лекционный курс	6
Лекция 1 Введение в учение о биосфере	6
Лекция 2 Учение В. И. Вернадского о биосфере	19
Лекция 3. Эволюция биосферы	47
Лекция 4. Энергетика биосферы	59
Лекция 5. Круговороты веществ в биосфере	76
Лекция 6. Ноосфера как этап развития биосферы	124
II Практикум	159
Практическая работа № 1 Современный экологический кризис и стратегии выживания человечества	159
Практическая работа № 2 Социологический опрос как одна из форм информирования населения о состоянии окружающей среды	201
Практическая работа № 3 Демографическая проблема	232
Практическая работа №4 Биоценозы, экосистемы как единицы биосферы	241
Практическая работа №5 Биосфера и человечество	252
Практическая работа № 6 Оценка экологического состояния воздуха	263
Практическая работа № 7 Рациональное использование и охрана водных ресурсов	274
Практическая работа № 8 Экологическая роль почв. Почва - главный ресурс агроэкосистем	299
Приложение 1 Биогенная миграция атомов	311
Приложение 2 Сравнительная характеристика отечественных и зарубежных показателей состава и свойств воды, предназначенной для питьевого использования (органолептические, обобщенные показатели, неорганические вещества, показатели радиоактивности)	314
Приложение 3 Микробиологические и паразитологические показатели воды, предназначенной для питьевого использования	316
Приложение 4 Загрязнение почв	317
Глоссарий	320
Тесты	341
Примерный перечень контрольных вопросов при подготовке к зачету	366
Рекомендуемая литература	371

ВВЕДЕНИЕ

*Люди погибнут от неумения
пользоваться Силами природы
и от незнания истинного мира
(запись на пирамиде Хеопса)*

Современная жизнь показывает, что вопросы безопасной жизнедеятельности в техносфере выдвигаются на первый план авансены цивилизации. Человек, будучи частью биосферы, ставит под угрозу саму основу жизни на Земле: используя ресурсы среды (большая часть которых относится к невозобновимым), мы возвращаем в природу отходы производства и потребления во все возрастающем объеме. Для преодоления глубокого цивилизационного экологического кризиса необходимо формирование экологической культуры каждого человека и общества в целом, и на этой основе - переход на экологически чистые, малоотходные (в идеале - безотходные) технологии. Это означает, что инженер, во-первых, должен знать основные экологические термины, понятия, законы, уметь решать базовые экологические задачи, а во-вторых, помня о «презумпции виновности» любой техники как возмущающего фактора для всего живого, стремиться всегда разрабатывать и использовать такие материалы и технологии, которые наносят минимальный ущерб окружающей среде. Только в этом случае нам удастся передать будущим поколениям планету, на которой непрерывно воспроизводит себя жизнь во всех ее проявлениях.

Именно практические работы позволяют перевести экологические понятия на уровень лично значимых. В процессе аудиторного и самостоятельного выполнения творческих заданий, решения мини-задач по экологии и природопользованию студенту необходимо обращаться к новым информационным ресурсам, развивать навыки и умения работать в группе, обсуждать, отстаивать и корректировать свою точку зрения, находить компромиссные

решения, необходимые для выработки практических рекомендаций по улучшению экологического состояния изучаемого объекта.

Задания различаются уровнем сложности, спецификой поиска решения. Ответы на многие из них требуют работы с источниками информации и их анализа, увязывания собственных результатов с литературными данными.

В практикуме уделено внимание широкому спектру проблем современной экологии, включая теоретические и прикладные. Большая часть заданий не рассчитана на использование дорогостоящих оборудования и материалов. Работы могут осуществляться в обычных аудиториях или с выходом за пределы учебного заведения - на ближайшую улицу, в парк. Приведенные в предлагаемых практических работах задания требуют разных затрат времени и других ресурсов. Все работы рассчитаны примерно на два учебных часа, но некоторые предполагают дополнительное время, поэтому рассчитаны также и на самостоятельную и внеаудиторную работу. По выбору педагога, в зависимости от уровня подготовленности студентов или учащихся, на практических занятиях могут быть использованы не все, а только часть заданий. При их выполнении можно варьировать учебное время не только за счет упрощения или усложнения заданий и объема эксперимента, но и за счет балансирования числа исполнителей (индивидуальные и групповые задания).

В пособии авторы старались выдержать общий стиль подачи учебного материала. В свою очередь, и студентам при оформлении отчетов по практическим работам рекомендуется руководствоваться общими требованиями:

- 1) Записать тему и цель практической работы.
- 2) Придерживаться научного стиля изложения, что предполагает доходчивое, строгое и краткое по форме, но емкое по содержанию изложение мыслей (по принципу «словам - тесно, а мыслям - просторно»),
- 3) Оформление результатов экспериментальной работы подобно тому, как это делается в книгах и научных статьях. Это относится к выполнению таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, составлению резюме (вывод, заключение).

І Лекционный курс

Лекция 1 Введение в учение о биосфере

План:

1. Научные представления о биосфере.
2. Связь различных наук с учением о биосфере.
3. Биосфера как одна из оболочек Земли

-1-

Термин "биосфера" появился в науке в XVIII веке. Биосферами именовали «бессмертные органические молекулы», которые, по мнению французских ученых Ж.Л. Бюффона и П.Л. Мопертюи составляют живую основу всех организмов, эти представления существовали в науке до середины XIX века (см. рис. 1).



1)

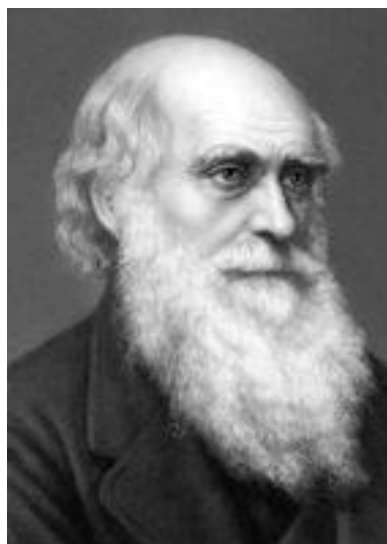
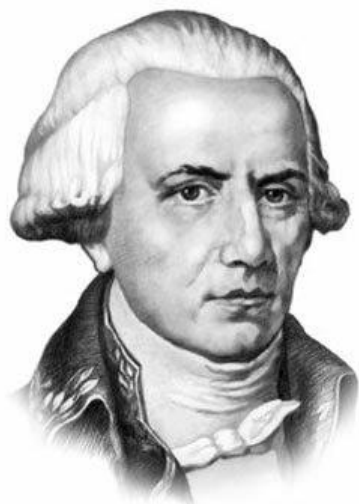


2)

Рисунок 1 – 1) Ж.Л. Бюффон и 2) П.Л. Мопертюи

В 1875 году австрийский геолог Э. Зюсс впервые использовал термин биосфера для обозначения «особой оболочки Земли, образованной живыми организмами». В 1909 году в трехтомном труде "Лик Земли" Э. Зюсс пояснил, что понятие "биосфера" возникло как следствие идей Ж. Ламарка, Ч. Дарвина о единстве органического мира (см. рис. 2). С работ Э. Зюсса возникло ис-

пользование термина "биосфера" для обозначения совокупности организмов, населяющих Землю, как о живой оболочке планеты (рис. 3).



1)

2)

Рисунок 2 – 1) Ж.Б. Ламарк, 2) Ч. Дарвин

Данная трактовка термина и в настоящее время принята в англоязычных странах, причем в качестве синонима также используется термин «экосфера».

Это было подхвачено Владимиром Ивановичем Вернадским в 1926 году, Э. Леруа в 1927 г., П. Тейяр де Шарденом и Дж. Берналом (см. рис. 4). В.И. Вернадский вложил в термин биосфера новое биогеохимическое содержание. У Вернадского биосфера - это область распространения жизни, включающая наряду с организмами и среду их обитания, а также вещества, из которых они состоят. Верхняя граница биосферы по Вернадскому - проходит на высоте 15-20 км., охватывая всю тропосферу и нижнюю часть стратосферы: озон находится у полюсов в слое 8-30 км, в тропиках 15-30 км. Снизу биосфера ограничена отложениями на дне океанов (до глубины свыше 10 км) и глубиной проникновения в недра Земли организмов и воды в жидком состоянии. Подстилающая литосфера, верхняя стратосфера, ионосфера и космическое пространство служит биосфере средой. Основным энергетический источник, обеспечивающий функционирование биосферы, - лучистая энергия Солнца. Биосфера - это особая термодинамически открытая оболочка Земли, вещество,

энергия и организация которой определяется взаимодействием се биотического и абиотического компонентов.



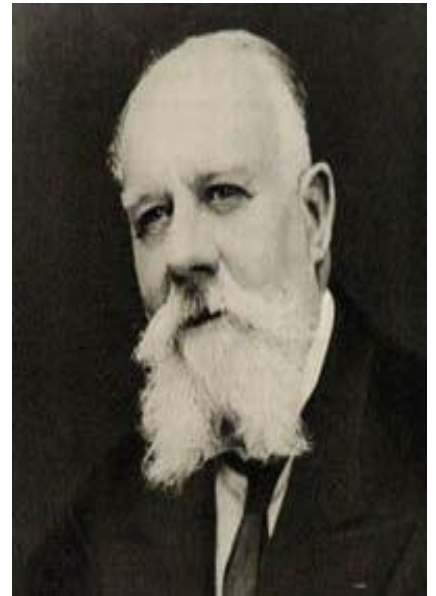
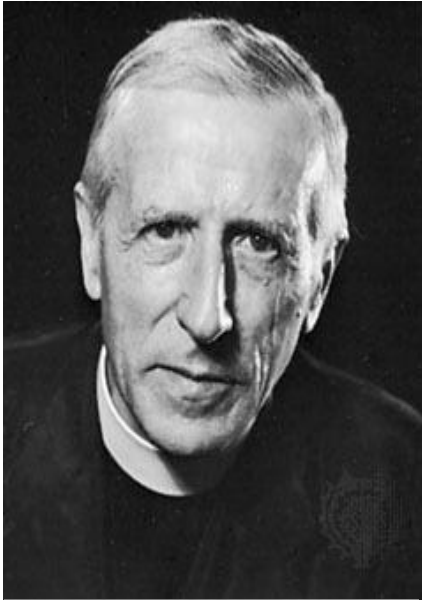
1)

2)

3)

Рисунок 3 – 1) В.И. Вернадский, 2) Э. Зюсс, 3) Д. Лавлок

К понятию биосфера близко понятие «Гея» (от греч. «Гея» - богиня земли), которое в 70-х гг. XX века предложил английский ученый Дж. Лавлок.



1)

2)

3)

Рисунок 4 – 1) П.Т. де Шарден, 2) Э. Леруа, 3) Дж. Бернал

-2-

ГЕОФИЗИКА - комплекс наук, изучающих физические свойства Земли в целом и физические процессы, происходящие в её твёрдых сферах, а также в жидкой (гидросфера) и газовой (атмосфера) оболочках. Различные геофизические науки развивались на протяжении четырех последних столетий (особенно в XIX и XX) неравномерно и в некоторой изоляции одна от другой; их частные методы разнообразны, что определяется своеобразием физических характеристик и процессов в каждой из трёх указанных оболочек Земли. От-

дельные геофизические дисциплины, по крайней мере, некоторыми своими сторонами, смыкаются с областями геологии и географии. Понятие геофизики как науки, объединяющей большую совокупность наук в определённую систему, оформилось лишь в 40-60-х гг. XX в.

Имеются общие признаки геофизических наук. Всем им свойственна преобладающая роль наблюдения за ходом природных процессов (по сравнению с лабораторным экспериментом) для получения исходной фактической информации, а также количественная интерпретация фактов на основе общих физических законов.

Современное развитие геофизических наук стимулируется возрастающими потребностями в прогнозе состояния окружающей человека среды, в особенности погоды и гидрологического режима, в освоении природных богатств и в регулировании природных процессов. В определённой мере оно связано и с космическими исследованиями, поскольку космические корабли пролетают земную атмосферу при старте и возвращении на Землю, а искусственные спутники Земли вращаются в верхних слоях атмосферы. С технической стороны это развитие обеспечивается быстро возрастающим числом глобальных наблюдений с использованием новейших методов электроники и автоматики, машинной обработкой огромного количества результатов наблюдений и всё более широким применением математического анализа в теоретических построениях.

ГЕОХИМИЯ - наука о химическом составе Земли, законах распространённости и распределения в ней химических элементов, способах сочетания и миграции атомов в ходе природных процессов. Геохимия - часть космохимии. Единицами сравнения в геохимии являются атомы и ионы.

Одна из важнейших задач геохимии - изучение на основе распространённости хим. элементов хим. эволюции Земли, стремление объяснить на хим. основе происхождение и историю Земли, дифференциацию её на оболочки (геосферы). Наибольшее внимание в геохимии уделяется проблемам распространённости и распределения хим. элементов.

БИОГЕОХИМИЯ – часть геохимии, изучающая геохимические процессы, происходящие в биосфере при участии организмов. Миграция химических элементов на Земле не может быть понятна без учета влияния организмов. Впервые задачи биогеохимии были разработаны академиком В.И. Вернадским и разрабатывались в специально созданной лаборатории. Биогеохимия рассматривает не отдельные особи или виды организмов, а всю их совокупность, выраженную в массе, хим. составе и энергии, которую оно приносит в биогеохимические процессы. Живое вещество неравномерно распределяется по поверхности Земли. Известны области его скопления или сгущения, например, планктон в океанах и морях; леса на суше; гумус и торфяник в почвах; плотность населения также неравномерна и зависит от почвенно-климатических зон.

Растительные организмы составляют главную массу живого вещества (около 1% падающей солнечной энергии поглощается растениями, это эквивалентно $3 \cdot 10^{14}$ кг углерода, это примерно соответствует массе живого вещества на земном шаре). Одна масса живого вещества не дает правильного представления об интенсивности участия его в биогеохимических процессах. Огромное значение имеет скорость размножения организмов, т.е. общая продукция органического вещества, образуемая за определенное время. Особенно это относится к низшим организмам – бактериям, грибоккам, водорослям и др., обладающим высокой скоростью размножения.

В состав живого вещества входят все известные химические элементы и их изотопы. Но основную массу любого организма составляет ограниченное число известных химических элементов, которые в условиях биосферы образуют легкоподвижные и легкорастворимые соединения, например, газы CO_2 , NH_3 , H_2O , H^+ , OH^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , а также тяжелые металлы, образующие высокоокисленные комплексные ионы.

Химические элементы, не образующие, подобно, например, титану, торию, цирконии, в биосфере подвижных и легкоподвижных соединений, несмотря на их заметное количество в породах земной коры, в организмах

содержатся лишь в очень маленьких количествах. Организмы не повторяют химического состава среды, а активно выбирают те или иные соединения. Нередко тот или иной вид организмов накапливает определенный химический элемент. Т.о. организмы выполняют геохимическую функцию, участвуя в биогенной миграции того или иного химического элемента. Например, кальций используется многими организмами для строительства скелета в виде карбоната кальция.

Участие живого вещества в биогеохимических процессах может быть прямым или косвенным. После гибели организмов живое вещество непосредственно участвует в образовании диатомита, известняков, углей, нефтей и др. Зеленые растения выделяют кислород, морские водоросли выделяют и накапливают йод.

Косвенное влияние: микроорганизмы участвуют в окислении соединений железа, марганца, что ведет к их выпадению из растворов и отложению в осадках. Микроорганизмы восстанавливают сульфаты, образуя биогенные месторождения серы и т.д.

Исключительна роль живого вещества в процессах выветривания и образования осадочных пород (биогенных осадков в морях и океанах).

-3-

Земля и окружающая ее среда сформировались в результате закономерного развития всей Солнечной системы. Около 4,7 млрд. лет назад из рассеянного в протосолнечной системе газопылеватого вещества образовалась планета Земля. Как и другие планеты, Земля получает энергию от Солнца, достигающую земной поверхности в виде электромагнитного излучения. Солнечное тепло - одно из главных слагаемых климата Земли, основа для развития многих геологических процессов. Огромный тепловой поток исходит из глубин Земли.

По новейшим данным, масса Земли составляет $6 \cdot 10^{21}$ т, объем - $1,083 \cdot 10^{12}$ км³, площадь поверхности - 510,2 млн. км². Размеры, а, следовательно, и все природные ресурсы нашей планеты ограничены.

Наша планета имеет неоднородное строение и состоит из концентрических оболочек (геосфер) - внутренних и внешних. К внутренним относятся ядро, мантия, а к внешним - литосфера (земная кора), гидросфера, атмосфера и сложная оболочка Земли - биосфера.

Литосфера (греч. «литос» - камень) - каменная оболочка Земли, включающая земную кору мощностью (толщиной) от 6 (под океанами) до 80 км (горные системы) (рис. 5). Земная кора сложена горными породами. Доля различных горных пород в земной коре неодинакова - более 70% приходится на базальты, граниты и другие магматические породы, около 17% - на преобразованные давлением и высокой температурой породы и лишь чуть больше 12% - на осадочные (табл. 1).

Земная кора - важнейший ресурс для человечества. Она содержит горючие полезные ископаемые (уголь, нефть, горючие сланцы), рудные (железо, алюминий, медь, олово и др.) и нерудные (фосфориты, апатиты и др.) полезные ископаемые, естественные строительные материалы (известняки, пески, граниты и др.).

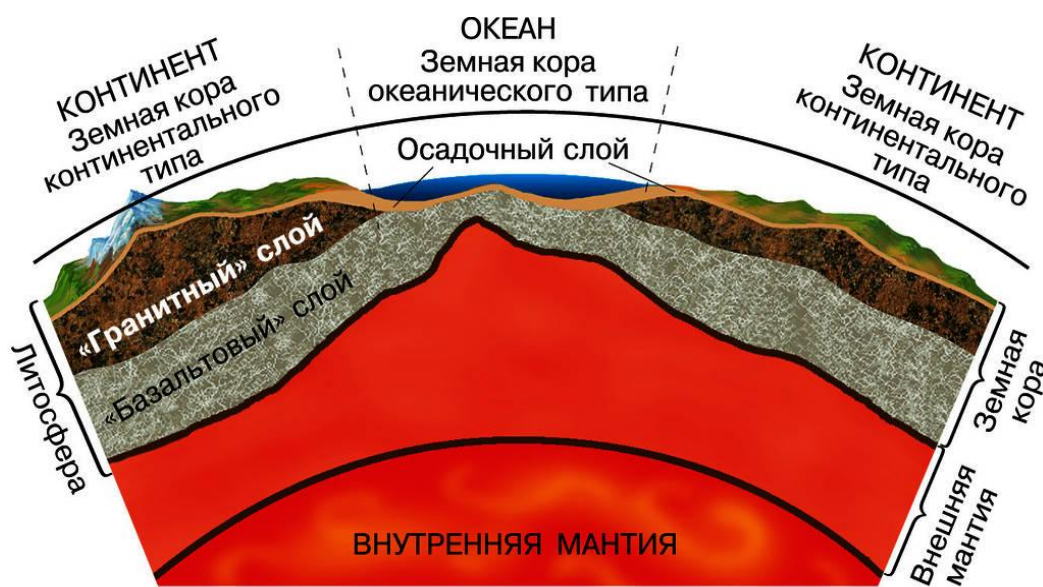


Рисунок 5 - Схема строения литосферы

Таблица 1 - Соотношение горных пород земной коры

Название горных пород	Процент от общего объема земной коры, %
Магматические в метаморфические породы	
Граниты, диориты, эффузивы	20,86
Кристаллические сланцы, гнейсы	16,91
Базальты, габбро, амфиболы	50,34
Осадочные породы	
Глины и глинистые сланцы	4,48
Пески и песчаники	3,56
Карбонатные породы	3,57
Прочие породы	0,28

Гидросфера (греч. «гидор» - вода) - водная оболочка Земли. Ее подразделяют на поверхностную и подземную.

Поверхностная гидросфера - водная оболочка поверхностной части Земли. В ее состав входят воды океанов, морей, озер рек, водохранилищ, болот, ледников, снежных покровов и др. Все эти воды постоянно или временно располагаются на земной поверхности и носят название поверхностных.

Поверхностная гидросфера не образует сплошного слоя и прерывисто покрывает земную поверхность на 70,8%.

Подземная гидросфера - включает воды, находящиеся в верхней части земной коры. Их называют подземными. Сверху подземная гидросфера ограничена поверхностью земли, нижнюю ее границу проследить невозможно, так как гидросфера очень глубоко проникает в толщу земной коры.

По отношению к объему земного шара общий объем гидросферы не превышает 0,13%. Основную часть гидросферы (96,53%) составляет Мировой океан. На долю подземных вод приходится 23,4 млн. км³, или 1,69% от общего объема гидросферы, остальное - воды рек, озер и ледников (см. табл. 2).

Таблица 2 - Распределение вод на Земле

Части гидросферы	Площадь распро- странения, тыс. км ²	Объем воды, тыс. км ³	Доля от общих ми- ровых запасов воды, %
Мировой океан	361300	1 138 500	96,53
Ледники и снега (полярные и гор- ные области)	16 227	24064	1,74
Подземные воды	134800	23400	1,69
Подземные льды в зоне вечной мерзлоты	21000	300	0,023
Озера	2058	176	0,014
Почвенная влага	82000	16,5	0,001
Пары атмосферы	510000	12,9	0,001
Болота	2682	11,4	0,0007
Речные воды	148800	2,1	0,0002

Более 98% всех водных ресурсов Земли составляют соленые воды океанов, морей и др. Общий объем пресных вод на Земле равен 28,25 млн. км³, или около 2% общего объема гидросферы. Основная часть пресных вод сосредоточена в ледниках, воды которых пока используются очень мало. На долю остальной части пресных вод, пригодных для водоснабжения, приходится 4,2 млн. км³ воды, или всего лишь 0,3% объема гидросферы.

Гидросфера играет огромную роль в формировании природной среды нашей планеты. Весьма активно она влияет и на биосферные процессы (нагревание и охлаждение воздушных масс, насыщение их влагой, и т. д.).

Атмосфера (греч. «атмос» - пар) - газовая оболочка Земли, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли. Общая масса атмосферы - $5,15 \cdot 10^{15}$ т. На высоте от 10 до 50 км, с максимумом концентрации на высоте 20-25 км, расположен слой озона, защищающий Землю от чрезмерного ультрафиолетового облучения, губительного для организмов.

Таблица 3 – Содержание газов и элементов в атмосфере

Элементы и газы	Содержание в нижних слоях атмосферы, %	
	по объему	по массе
Азот	78,084	75,5
Кислород	20,964	23,14
Аргон	0,934	1,28
Неон	0,0018	0,0012
Гелий	0,000524	0,00007
Криптон	0,000114	0,0003
Водород	0,00005	0,000005
Углекислый газ	0,034	0,0466
Водяной пар: в полярных широтах у экватора	0,2 2,6	- -
Озон: в тропосфере в стратосфере	0,000001 0,001 - 0,0001	- -
Метан	0,00016	0,00009
Окись азота	0,000001	0,0000003
Окись углерода	0,000008	0,0000078

Атмосфера физически, химически и механически воздействует на литосферу, регулируя распределение тепла и влаги.

Погода и климат на Земле зависят от распределения тепла, давления и содержания водяного пара в атмосфере. Водяной пар поглощает солнечную радиацию, увеличивает плотность воздуха и является источником всех осадков. Атмосфера поддерживает различные формы жизни на Земле.

В формировании природной среды Земли велика роль тропосферы (нижний слой атмосферы до высоты 8-10 км в полярных, 10-12 км в умеренных и 16-18 км в тропических широтах) и в меньшей степени стратосферы, области холодного разреженного сухого воздуха толщиной примерно 20 км. Сквозь стратосферу непрерывно падает метеоритная пыль, в нее выбрасывается вулканическая пыль, а в прошлом - и продукты ядерных взрывов в атмосфере.

В тропосфере происходят глобальные вертикальные и горизонтальные перемещения воздушных масс, во многом определяющие круговорот воды, теплообмен, трансграничный перенос пылевых частиц и загрязнений.

Атмосферные процессы тесно связаны с процессами, происходящими в литосфере и водной оболочке.

К атмосферным явлениям относят: осадки, облака, туман, грозу, гололед, пыльную (песчаную) бурю, шквал, метель, изморозь, росу, иней, обледенение, полярное сияние и др.

Атмосфера, гидросфера и литосфера тесно взаимодействуют между собой. Практически все поверхностные экзогенные геологические процессы обусловлены этим взаимодействием и проходят, как правило, в биосфере.

Биосфера - внешняя оболочка Земли, в которую входят часть атмосферы до высоты 25-30 км (до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы примерно до глубины 3 км (см. рис. 6). Особенностью этих частей является то, что они населены живыми организмами, составляющими живое вещество планеты. Взаимодействие абиотической части биосферы - воздуха, воды и горных пород и органического вещества - биоты обусловило формирование почв и осадочных пород. Последние, по В. И. Вернадскому, несут на себе следы деятельности древних биосфер, существовавших в прошлые геологические эпохи.

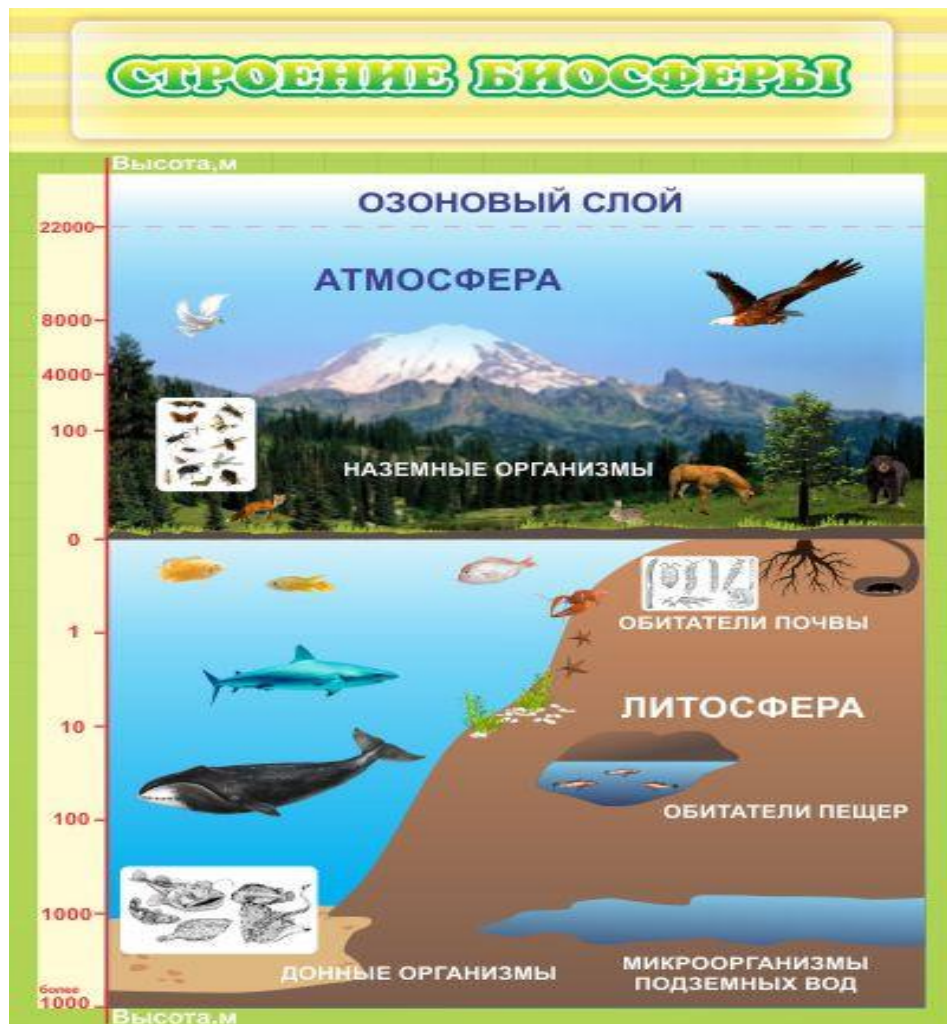


Рисунок 6 – Границы биосферы

Вопросы для самоконтроля:

1. Кто ввел термин биосфера?
2. Когда в науке впервые появился термин биосфера?
3. Кто разработал учение о биосфере?
4. Дайте определение биосферы по Э. Зюссю.
5. Дайте определение биосферы по В.И. Вернадскому.
6. Раскройте связи учения о биосфере с геохимией.
7. Раскройте связи учения о биосфере с геофизикой.
8. Раскройте связи учения о биосфере с биогеохимией.
9. Дайте характеристику атмосферы.
10. Дайте характеристику гидросферы.

11. Дайте характеристику литосферы.

12. Рассмотрите состав и границы биосферы.

Лекция 2 Учение В. И. Вернадского о биосфере

План:

1. Основные положения учения Вернадского о биосфере.
2. Биоразнообразие биосферы как результат ее эволюции.
3. Регулирующее воздействие биоты на окружающую среду.

-1-

По современным представлениям, биосфера - это особая оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Эти представления базируются на учении В. И. Вернадского (1863-1945) о биосфере, являющимся крупнейшим из обобщений в области естествознания в XX в. Исключительная значимость его учения во весь рост проявилась лишь во второй половине прошлого века. Этому способствовало развитие экологии, и прежде всего глобальной экологии, где биосфера является основополагающим понятием.

Учение В. И. Вернадского о биосфере - это целостное фундаментальное учение, органично связанное с важнейшими проблемами сохранения и развития жизни на Земле, знаменующее собой принципиально новый подход к изучению планеты как развивающейся саморегулирующейся системы в прошлом, настоящем и будущем.

По представлениям В. И. Вернадского, биосфера включает живое вещество (т. е. все живые организмы), биогенное (уголь, известняки, нефть и др.), косное (в его образовании живое не участвует, например магматические горные породы), биокосное (создается с помощью живых организмов), а также радиоактивное вещество, вещество космического происхождения (ме-

теориты и др.) и рассеянные атомы. Все эти семь различных типов веществ геологически связаны между собой.

Живое вещество. Всю совокупность организмов на планете И.И. Вернадский назвал живым веществом, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.

Закон константности, сформулированный В.И.Вернадским, гласит:

Количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть величина постоянная (константа).

Живое вещество – это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере. Вернадский (1967, с.241) писал: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом». Он впервые подсчитал общую массу живого вещества биосферы – $1,8 - 2,5 \times 10^{15}$ (в сухом весе). Однако эта величина оказалась несколько завышенной, ее уточнили исследования Н.И. Базилевич, Л.Е. Родина, Н.Н. Розова (1971). Как видно из таблицы 4, основную часть биомассы суши составляют зеленые растения (99,2%), а в океане – животные (93,7%).

Таблица 4 - Биомасса организмов Земли (по Н.И. Базилевич и др., 1971)

Среда	Группа организмов	Масса (10^{12} т)	Соотношение (в %)
Континенты	Зеленые растения	2,40	99,2
	Животные и микроорганизмы	0,02	0,8
	Итого	2,42	100
Океаны	Зеленые растения	0,0002	6,3
	Животные и микроорганизмы	0,0030	93,7
	Итого	0,0032	100
Биомасса организмов Земли		2,4232	-

Если живое вещество равномерно распределить по поверхности нашей планеты, то оно покрывает ее слоем толщиной только 2 см.

Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. В настоящее время на Земле существует более 2 млн. видов организмов, из них на долю растений приходится около 500 тыс. видов, а на долю животных – более 1,5 млн. видов.

Самая богатая по числу видов группа организмов на Земле – насекомые, причем их значительно больше, чем остальных видов растений и животных, вместе взятых ($\approx 1\ 000\ 000$). Но их, возможно, и больше, т.к. большинство насекомых, обитающих в тропиках, пока еще не описаны.

Среди высших растений наиболее распространены покрытосеменные – цветковые, насчитывающие около 250 тыс. видов.

Строго говоря, выражение «живое вещество» неудачно. Оно используется лишь в традиции работ Вернадского как эквивалент двух более адекватных понятий: живое вещество = совокупность живых организмов = биота.

Несмотря на “всюдность” (по Вернадскому), жизнь имеет разную густоту: участки, обогащенные жизнью, чередуются с почти пустыми пространствами. Эта неравномерность распределения живого вещества характерна и для суши, и для моря, наблюдается и на земле, и под землей.

Обогащенные жизнью участки Вернадский называл пленками и сгущениями жизни. Жизненные пленки занимают большие пространства. Например, поверхность океана вся охвачена планктонной пленкой жизни. Скопления организмов, имеющие более локальное распространение, образуют сгущения. Например, плавучие массы водорослей в Саргассовом море (саргассовое сгущение) охватывают тысячи квадратных километров. Концентрация жизни в пленках и сгущениях по отношению к биосфере в целом - ничтожная величина. Остальная часть биосферы является зоной разрежения живого вещества. Несмотря на небольшие размеры, скопления жизни в биосфере являются областями мощной химической активности - биогенной миграции атомов и трансформации энергии.

В океане Вернадский выделял четыре типа скопления жизни: две пленки - планктонную и донную - и два типа сгущения - прибрежные и саргассовые.

Планктонная пленка, состоящая из фито- и зоопланктона, имеет наибольшую мощность на глубине 20-50 м. С увеличением глубины количество планктонных организмов быстро падает. Глубже 400 м попадаются лишь единичные планктеры, хотя зоопланктон встречается на всех глубинах. Таким образом, в общей массе океана (наибольшие глубины которого достигают до 10 км), живые организмы образуют тончайшую пленку, в среднем составляющую $n \times 10^{12}$ часть всей мощности гидросферы. Однако, несмотря на свою малую толщину, планктонная пленка является важной частью биосферы. Она охватывает всю поверхность Мирового океана и является его “зеленой” зоной, а по образному выражению А. В. Лапо (1987) - “огородом” океана. Здесь синтезируется основная часть автотрофного живого вещества, которая является пищей для гетеротрофов и играет огромную породообразующую роль. Под планктонной пленкой располагается многокилометровая зона вечного мрака, гетеротрофные организмы которой питаются поступающим из планктона детритом (многократно реутилизированным живыми организмами в процессе погружения), или являются хищниками. Это транзитная зона.

В планктонной пленке жизни сегодня выделяют тонкий, в несколько сантиметров, приповерхностный слой - гипонейстон (от греч. *huro* - под, вниз), описанный и изученный украинским гидробиологом Ю. П. Зайцевым (1974). Гипонейстон - это бактерии, простейшие, икринки рыб, личинки всевозможных моллюсков, червей, ракообразных. Фотосинтез здесь подавлен, пищевую цепь начинают сапротрофные организмы.

Зайцев открыл также и такое интересное явление, как “антидождь трупов”. После смерти всплывают тела не только крупных организмов (что нам известно), но и всех мелких. В конце концов, они тонут, однако, находясь в поверхностном слое, успевают обогатить его органическим веществом. Другой источник неживой органики в приповерхностном слое - органическое вещество, адсорбированное пузырьками газа, поднимающегося из морских глубин. В результате у поверхности моря накапливается много органического вещества, главным образом в коллоидной форме. Во время штормов оно

сбивается в известную всем пену. Теперь понятно, почему основание трофической пирамиды в приповерхностной пленке составляют сапротрофные микроорганизмы, - они перерабатывают находящееся в избытке органическое вещество. Количество бактерий здесь в сотни и тысячи раз больше, чем в нижележащих горизонтах водной толщи. Вторую ступень составляют мельчайшие гетеротрофы - уже названные простейшие и личинки всевозможных животных. Наконец, последующую ступень трофической пирамиды под по-верхностной пленкой составляют более крупные беспозвоночные, рыбы и морские птицы.

Зайцев назвал приповерхностный слой океана “инкубатором пелагиали”. В то же время именно поверхность моря больше всего подвергается сейчас загрязнению нефтепродуктами, из-за чего гибнет бесчисленное количество молодежи, чувствительной к воздействиям. Таким образом, «область максимума отрицательного воздействия на живое совпадает с областью максимума чувствительности населения» (Зайцев, 1974).

Другое скопление - донная пленка жизни. Ее обитатели - бентос: бактерии, простейшие, водоросли и многоклеточные животные разных типов. Если образование планктонной пленки обусловлено проникновением солнечного света в верхние слои морей, океанов и других водоемов, то скопление жизни в донной пленке определяется наличием дна - оно задерживает все то, что не успели съесть в толще воды, и, кроме того, предоставляет возможность укрытия его обитателям.

Между распределением биомасс планктонной и донной пленок жизни существует тесная корреляционная зависимость: акваториям с высокой биомассой планктона, как правило, соответствуют участки с повышенным содержанием живого вещества на дне. В целом же дно открытых участков океана населено очень разреженно. Например, изучая бентос в восточной экваториальной части Тихого океана на глубине 4873 м с помощью автоматической фотокамеры, ученые Колумбийского университета установили, что какое-либо животное попадало в зону фотосъемки только раз в шесть дней.

Биосферная роль донной пленки жизни не меньше, чем планктонной. Если планктонная пленка - огород океана, то бенталь - это склад его готовой продукции. Здесь на сотни и миллионы лет замуровывается то, что ускользнуло из биотического круговорота. Планктонная пленка жизни поставляет сырье для осадков, в донной пленке происходит их накопление.

Примером зоны разрежения может служить огромная водная пустыня в Тихом океане в районе Гавайских островов. Концентрация живого вещества здесь едва достигает $3 \cdot 10\%$. Разреженность жизни в открытых частях океана связана с наличием “биогенных солей в глубине, а света у поверхности” - это основная проблема морских экосистем.

Кроме пленок жизни современная наука выделяет в океане следующие типы сгущений жизни: прибрежные, саргассовые, рифовые, апвеллинговые и рифтовые.

Прибрежные сгущения жизни возникают там, где встречаются обе пленки - планктонная и донная - и сочетают в себе те жизненные блага, которые они несут, - солнечный свет и твердый субстрат. Кроме того, прибрежные сгущения характеризуются обильным притоком минеральных и органических веществ с берега и интенсивным перемешиванием водной толщи, что позволяет многократно использовать элементы минерального питания. В результате сочетания всех этих благ в прибрежных сгущениях биомасса планктона в сотни, а бентоса во многие тысячи раз больше, чем в глубоководных районах. “Море, - писал Ю. П. Зайцев, - начинается не постепенно, как, скажем, начинается лес с разреженной опушки. Море начинается со сгустка организмов, с многочисленных и уплотненных сообществ”. Отличительной чертой прибрежных сгущений является преобладание многоклеточных, а не одноклеточных организмов. Кроме того, для них характерно сравнительное однообразие жизни - от одного до двенадцати видов организмов здесь могут составлять до 95% биомассы биоценозов. Примерами таких однородных скоплений являются заросли ламинарий, “полосы” фукоидов, мидиевые и устричные банки.

Саргассовые сгущения представляют собой участки моря, переполненные многоклеточными, не прикрепленными ко дну водорослями: саргассами или филлофорой. Этот тип сгущения характеризуется очень высокой биомассой и чрезвычайно низкой продуктивностью живого вещества. Первым описал саргассовые сгущения Христофор Колумб в 1492 г. Саргасс - по-португальски "гроздь винограда". Классическим примером сгущения жизни такого рода является экосистема Саргассова моря, расположенного у восточных берегов Северной Америки. Его биомасса составляет 4-11 млн. т. Низкая же годовая продуктивность объясняется своеобразным гидрологическим режимом моря: оно ограничено по контуру эллиптическим течением со слабой вертикальной перемешиваемостью вод.

В 1908 г. саргассовое сгущение было обнаружено в северо-западной части Черного моря российским гидробиологом академиком С. А. Зерновым. Здесь на площади около 11 тыс. км² на мелководье располагается скопление не прикрепленной ко дну красной водоросли филлофоры, по биомассе (5,5 млн. т) не уступающее сгущению Саргассова моря. Сейчас на "филлофорном поле Зернова" (так его теперь называют) ведется добыча филлофоры для производства агара.

Рифовые сгущения приурочены к коралловым рифам. Поскольку кораллы являются наиболее известными рифостроителями, все рифы обычно называют коралловыми, хотя они создаются деятельностью известковых зеленых (чаще всего рода *Halimeda*) и красных водорослей (*Lithothamnion*), моллюсков, иглокожих и других организмов, имеющих твердый известковый скелет.

Рифовые сгущения жизни - одна из самых продуктивных систем биосферы. Общая площадь коралловых рифов мира 60 тыс. км², что равно территории Мадагаскара. Один лишь Большой Барьерный риф, протянувшийся вдоль восточного побережья Австралии, превосходит по объему все постройки человека. Состоят рифы из карбоната кальция. Высокая продуктивность экосистемы коралловых рифов изучена и объяснена морским биологом

Ю. И. Сорокиным (1977, 1990). Рифообразующие организмы мот прогонять через пористое рифовое сооружение огромные объемы воды, отфильтровывая питательные вещества. По расчетам Сорокина, вся толща океанских вод профильтровывается рифами за 40 000 лет. Благодаря биофильтрации значительных водных масс низкая концентрация биогенных элементов не лимитирует развитие коралловых рифов. Обилие симбиотических водорослей, буквально набивающих ткани коралловых полипов и мантии моллюсков тридактн, способствует удержанию биогенных элементов на рифе. Извечную проблему океанской жизни - биогенные соли в глубине - эта экосистема решает вполне успешно.

Область распространения современных рифов ограничена водами, имеющими на протяжении года температуру не ниже 18°C. В силу этого рифовые сгущения сосредоточены в полосе между 37° с.ш. и 37° ю. ш. Рифообразователи требовательны к солености, чистоте вод и содержанию в них кислорода. Наконец, самое главное - кораллам нужен свет, и поэтому они живут на глубине не более 40-50 м. Мощность же коралловых рифов достигает 1200-1400 м. Каким же образом скелеты этих мелководных организмов оказались на такой значительной глубине? На этот вопрос ответил Ч. Дарвин в работе "Коралловые рифы (1842 г.). По Дарвину, формирование коралловых рифов происходит при непрерывном погружении морского дна. Своим ростом кораллы компенсируют это погружение, и глубина моря остается примерно одинаковой. Растут рифы со скоростью 10 см в год, а иногда и до 25. Ископаемые рифовые известняки используются как отделочные материалы. В московском метро, например, ими отделан подземный вестибюль станции "Комсомольская", в Санкт-Петербурге - станция "Площадь Восстания".

Апвеллинг - это подъем глубинных океанических вод к поверхности.

Поскольку в океане развитие жизни лимитируется недостатком в ней неорганического азота и неорганического фосфора, то подъем на поверхность донных вод, обогащенных минеральными элементами и углекислотой, оказывается весьма благотворным. Хорошо известны Канарский, Бенгальский,

Сомалийский, Калифорнийский и Перуанский апвеллинги. На Дальнем Востоке апвеллинги развиты вдоль Курил, Камчатки, в Охотском море. Самая мощная продуцирующая система Мирового океана находится в зоне Перуанского апвеллинга. С его площади, занимающей всего 0,02% акватории океана, получают до 15-20% мирового улова рыбы. В зонах апвеллингов можно наблюдать всю пищевую цепочку - от пышно развивающегося фитопланктона, потребляющего его зоопланктона до рыб и морских млекопитающих. Однако очень часто эта цепочка сокращается и состоит из фитопланктона и рыб-фитофагов. Всем известный анчоус, вылавливаемый в основном в Перуанском апвеллинге, напрямую питается фитопланктоном.

Рифтовые сгущения впервые были обнаружены в 1977 г. у Галапагосских островов на глубине 2,5 км американскими геологами на подводном аппарате "Алвин". Исследуя гидротермальные источники рифтов в зоне спрединга, т. е. зоне раздвижения земной коры, они обнаружили оазис жизни на глубине, куда никогда не попадает луч света. Это были поля крупных двустворок и гигантских погонофор, а также изобилующие среди них крабы, креветки, актинии, крупные рыбы. Цветные фотографии "оазисов" напечатаны во многих иллюстрированных журналах мира. Обнаружение оазисов жизни на больших глубинах заслуженно признано крупнейшим биологическим открытием второй половины XX в.

Откуда же в царстве вечного мрака взялся такой расцвет жизни? Чем питаются при отсутствии растений - источника органического вещества - эти странные гиганты? Теперь ясно, что в третьей четверти XX в. на глубине океана были открыты не новые, а фактически древнейшие системы Земли, основой которых являются хемоавтотрофные микроорганизмы. Гидротермальные источники на дне океана выносят флюиды, содержащие многие газы и соединения в восстановленной форме (H_2S_2 , CH_4 , NH_4 , H_2 , Fe^{2+} , Mn^{2+}), которые и являются "пищей" хемоавтотрофов. Следующее трофическое звено - макрофауна - питается этими бактериями. Очень часто хемоавтотрофные организмы являются симбионтами макрофауны. Они функционируют прямо в

теле многоклеточных организмов и выделяют там кристаллы серы. В погонофорах, например, в особом органе, где сосредоточены бактерии, их численность достигает 3,7 млн. клеток на 1 г массы. Пищеварительная система у таких симбиотрофных организмов полностью атрофирована: у них нет ни рта, ни желудка, ни кишечника.

Еще одной отличительной чертой рифтовых сгущений является удивительное своеобразие органического мира. В этих сгущениях описано большое число разных групп беспозвоночных - моллюсков, ракообразных, червей, а также новых для науки таксонов. Многие из обитателей этих глубоководных сгущений пока еще не попали в руки манипуляторов подводных аппаратов и известны лишь по фотографиям.

Характерными обитателями рифтовых сгущений являются рифтии - представители недавно открытого рода погонофор, названные по обитанию в районе рифтов. По описаниям очевидцев и фотографиям, белые трубки с красно-розовым обрамлением сразу бросаются в глаза при приближении подводного аппарата к сгущениям жизни. Рифтии - это крупные черви длиной до 1,5-2 м при диаметре 3,5- 4 см, живущие в гибких цилиндрических трубках из белка и хитина. Это типичные симбиотрофы, питающиеся за счет “вмонтированных” в них хемоавтотрофных бактерий.

Слепые крабы и рыбы в рифтовых сгущениях жизни пасутся на “зарослях” рифтий, а вдоль трещин, по которым изливаются ювенильные рассолы, селятся гигантские (до 25-30 см в поперечнике) двустворчатые моллюски калиптогены и батимодиолусы. Их ткани, как и у рифтий, инкрустированы бактериями. Гигантизм обитателей - отличительная особенность рифтовых сгущений жизни.

Плотность жизни в рифтовых сгущениях необычайно высока. В то время как обычно на глубине 2500 м плотность живого вещества донной пленки составляет 0,1-10 г/м², у Галапогосов на одном из поселений биомасса только рифтий достигает 6-10 кг/м². Однако эти сгущения не вечны и полностью подчинены гидротермам, длительность действия которых исчисляется

десятками лет. По крайней мере, французские исследователи, посетившие через два года открытые ими оазисы, обнаружили, что там, где гидротермальная деятельность за это время прекратилась, распались и сообщества организмов (Лобье, 1990).

Размеры оазисов небольшие - десятки метров в поперечнике. Многие изученные оазисы расположены в восточной части океана на глубинах 1500-3000 м, в основном на оси срединно-океанического Восточно-Тихоокеанского поднятия.

В 1984 г. учеными Скриппсовского океанографического института (США) Шрифтовое сгущение” жизни было открыто вне зоны рифта в Атлантическом океане, недалеко от побережья Флориды на глубине 3266 м. Источником питания хемоавтотрофных организмов, кормивших все сообщество макроорганизмов, здесь также служил сероводород, который, однако, поступал не из рифта, а из зоны шельфа. Таким образом, рифтовые сгущения могут возникать не только в зоне рифтов в местах выхода гидротерм с повышенной температурой, но и в других местах высачивания восстановленных соединений, используемых в качестве пищи хемоавтотрофами.

После этих открытий наше представление о биосфере в целом коренным образом изменилось: теперь о ней уже невозможно говорить как о системе, ход жизни в которой поддерживается исключительно первичной продукцией фотоавтотрофов.

В 1985 г. на Курильских островах сотрудником Института биологии моря ДВО РАН (Владивосток) В. Г. Тарасовым на островах Ушишир (средние Курилы) была открыта своеобразная форма сгущения жизни в кратере вулкана, заполненного морской водой. Маленькая бухточка Кратерная с глубинами до 63 м объединила в себе два пути создания органического вещества. По периметру дна в ней высачиваются восстановленные газы и сильно минерализованные растворы, обеспечивающие существование хемоавтотрофов. а у поверхности процветают фотосинтетики, обильно подкормленные минеральными элементами. По периметру бухты почти без перерывов тянутся

полосы фукусов и алярий, глубже их располагаются (иногда слоями друг на друге) морские ежи, центр занимают в основном бактериальные маты, шестилучевые кораллы цериантарии и красные с развитым венчиком щупалец голотурии - псолюсы (Тарасов, Жирмунский, 1989; Христофорова, 1987).

На суше, как и в океане, также имеются две пленки жизни. Верхняя расположена в фотобиосфере, нижняя - в метабиосфере. Верхняя пленка жизни на суше - наземная. Она простирается от поверхности почвы до нижней границы озонового слоя. Это - привычные нам ландшафты, среди которых Вернадский выделял береговые и пойменные сгущения жизни. В соответствии с современными знаниями можно выделить как типы сгущения влажные дождевые леса тропиков и отчасти субтропиков и стоячие континентальные водоемы.

Береговые сгущения, по Вернадскому, представляют собой морские побережья и прибрежные территории суши, благоприятная обстановка в которых, создаваемая контактом двух основных сред обитания - морской и наземной, обуславливает высокую концентрацию живого вещества.

Пойменные сгущения жизни на материках - это экосистемы с наивысшей на суше продуктивностью: при ничтожной площади (меньше 1%), они производят 10% живого вещества. Обилием влаги и минерального питания объясняется высокий уровень продукции в этих экосистемах.

Фитомасса сгущений влажных дождевых лесов тропиков и отчасти субтропиков достигает рекордной величины - 650 т/га (в нашей тайге 200-250 т/га), суммарная фитомасса тропических и субтропических лесов составляет примерно 60% всего живого вещества планеты.

Хотя в этих лесах гетеротрофы по биомассе значительно уступают фотавтотрофам, они отличаются поразительным разнообразием видового состава. Так, во влажном тропическом лесу на площади всего в несколько квадратных километров встречается в среднем 97 видов млекопитающих, 464 - птиц, 93 - пресмыкающихся, 54 вида земноводных. При этом биомасса поч-

венных животных в 4 раза выше, чем биомасса наземных обитателей. Основу почвенной зоомассы составляют дождевые черви.

Под наземной пленкой жизни на суше располагается весьма специфическая почвенная пленка, представляющая собой густонаселенную сложную систему. М. С. Гиляров в работе о почвенном ярусе биоценозов суши (1968 г.) показал, что трехфазность, пористость и агрегатный характер почвы дают возможность существования в ней самых разнообразных экологических групп организмов. Например, для микроорганизмов отдельная частица почвы обеспечивает одновременную активность как аэробных (на поверхности частицы), так и анаэробных (внутри нее) организмов. Простейшие, колониальные, мелкие нематоды живут в пленке воды, обволакивающей твердые частицы почвы. Для более крупных организмов, например клещей, почва представляет собой разветвленную систему пещер. И лишь для настоящих крупных обитателей - дождевых червей, личинок насекомых и т. д. - средой обитания является почва в целом.

Концентрация жизни в почвенной пленке выше, чем в наземной. В 1 см^3 лесной почвы насчитывается в среднем 10 млн. бактерий, 200 тыс. микроскопических водорослей и 20 тыс. простейших, длина же содержащихся в нем гиф грибов достигает фантастической величины - 2 км (Лапо, 1987).

В континентальных водоемах главная масса поверхностных вод сосредоточена, как известно, не в реках, а в лужах, озерах и болотах. Сгущения этих стоячих водоемов, по Вернадскому, - характерный тип сгущения жизни на континентах. В противоположность текучим водам, где отсутствует планктон и фотоавтотрофами являются прикрепленные бентосные растения, живое вещество стоячих водоемов имеет большое сходство с сообществами морской среды. Здесь также наблюдаются прибрежные сгущения жизни, поверхностная и донная пленки жизни. Правда, по глубине озера редко уходят за пределы фотобиосферы, и фотосинтез происходит по всей водной толще. Крупных водорослей в озерах мало, и большую часть многоклеточных фотоавтотрофов составляют цветковые растения. Как и в море, имеется зоопланктон, в состав

которого входят простейшие, коловратки и ракообразные (хорошо всем известные дафнии). Бентос представлен двустворчатыми моллюсками и червями, на небольших глубинах - личинками двукрылых насекомых. Черви и личинки двукрылых являются в озерах наиболее активными илоедами. В благоприятных условиях черви за год наслаивают в озерах несколько миллиметров экскрементов.

Заканчивая обзор сгущений и пленок жизни, существующих в современной биосфере, необходимо отметить, что они являются областями мощной химической активности, где создаются определенные химические продукты.

Биогенное вещество создано жизнью и являющегося источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии (всех форм детрита, а также торфа, угля, нефти и газа биогенного происхождения).

По В. И. Вернадскому, «...мы имеем дело с веществом, создаваемым и перерабатываемым жизнью... с биогенным веществом, источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т. д.)».

К биогенным веществам относятся остатки отмерших организмов, продукты линьки живых организмов и опада, например, хитиновые покровы членистоногих, выпавшие волосы и зубы млекопитающих, сброшенные рога оленей, теряемые перья птиц, опадающие листья (а в некоторых случаях кора и валежник) деревьев, созревшие и отделившиеся от растения плоды, их пыльца и т.д. Масса их может быть очень значительна. Например, у древесных растений доля мертвого органического вещества (опада) к концу жизни превышает массу живого вещества в 3-4 раза. Биогенные вещества являются также экскременты животных и продукты внешнего метаболизма, напр. выделяемые в окружающую среду высшими растениями фитонциды. Своеобразными биогенными веществами являются почечные и желчные камни, скорлупа яиц, жемчуг, живица, нектар, молоко, мед, воск, натуральный шелк, паутина и т. п. Различают небиогенное и палеобиогенное вещество.

Необиогенное вещество, образованное живыми организмами современной геологической эпохи. Отличительной чертой необиогенного вещества является его крайняя неустойчивость в биосфере, обусловленная главным образом тем, что его энергично перерабатывают живые организмы. Особенно это характерно для органических соединений. Лишь незначительная часть необиогенного вещества в особых условиях переходит в ископаемое состояние и превращается в палеобиогенное вещество. Все осадочные породы Земли сформировались при участии живых организмов прошлых геологических эпох. Палеобиогенное вещество в осадочных породах весьма разнообразно: растительный детрит, различные остатки организмов, янтарь, копролиты, микробиогенные минералы - сульфиды, карбонаты, гидроокислы железа и т. д.

Основные горные породы нашей планеты созданы живыми организмами. Биогенные карбонатные породы (известняки, мел, доломиты) образуются в результате деятельности как планктонной, так и донной пленки жизни в экологических системах Мирового океана и внутриконтинентальных водоемов. К числу биогенных относятся и копролитовые известняки - горная порода, исходным материалом для которой послужили фекалии илоедов, перерабатывавших известковый ил.

Кремнистые породы (опал, халцедон, кварц) сложены преимущественно скелетными остатками «кремниевых» организмов (диатомовые водоросли или диатомеи, радиолярии, губки и силикофлагеллаты).

Каустобиолиты, или горючие ископаемые (торф, сапрпель, уголь, горючие сланцы, нефть) - осадочные породы, характеризующиеся значительными концентрациями биогенных веществ. Формирование каустобиолитов осуществляется при определенном воздействии энергетической функции живых организмов. Наиболее интенсивное накопление органического необиогенного вещества в современной биосфере происходит в болотах и некоторых озерах. Нашей стране принадлежит 60 % запаса торфа. В континен-

тальных водоемах накапливаются остатки фито- и зоопланктона, донных и свободноплавающих организмов и экскрементов животных - сапропель. Биогенные вещества аккумулируются и в Мировом океане. Каменные угли образовались из древних торфов. Ископаемые угли известны с девона, когда в биосфере возникли леса. Горючие сланцы образовались из сапропелей. Органическое вещество горючих сланцев представлено остатками фитопланктона, однако существуют «полугорючие» сланцы, где в составе органического вещества преобладают остатки зообентоса и зоопланктона. Нефть также образовалась в земной коре из биогенных веществ - остатков планктонных организмов.

Фосфатные, железистые и марганцевые породы - осадочные породы с низкими концентрациями биогенных веществ. Практически все месторождения фосфоритов имеют органическое происхождение. 95 % всех запасов фосфоритов располагается в донных морских отложениях. Основным первичным накопителем фосфора в морской воде является фитопланктон, а в осадок фосфор попадает, главным образом, в виде фекальных пеллет зоопланктона. При удобрении полей фосфоритами в биотический круговорот веществ возвращается фосфор обитателей древних морей. Железистые и марганцевые горные породы являются продуктами метаболизма живых организмов морей, океанов, болот и озер, при этом основную роль в концентрации марганца и железа в донных осадках играют железобактерии.

В образовании аллеитов (в частности бокситов), солей, обломочных и глинистых пород также принимают участие живые организмы (растения, бактерии или животные), которые являются деструкторами на подготовительной стадии образования.

Биокосное вещество образовано одновременно косными процессами и живыми организмами (смесей биогенных веществ с минеральными породами небиогенного происхождения – почва, илы, природные воды, газо- и нефтеносные сланцы, битуминозные пески, часть осадочных карбонатов).

Биокосное вещество образуется в результате взаимодействия живых организмов и неорганической природы. Примерами биокосного вещества являются ил и почва. Первый этап почвообразования - это почти исключительно физико-химические процессы: солнечные лучи вызывают неравномерное нагревание горных пород, происходит их выветривание, вымывание и т. д. Но параллельно с этим начинают действовать и постепенно выходят на первый план биологические факторы: накопление органических остатков и за счет активности редуцентов формирование перегноя и гумуса. Начальные шаги в этом направлении осуществляют «пионеры жизни» - лишайники и цианобактерии, способные существовать практически на голых камнях и ускорять их разрушение. Затем, по мере накопления доступных для высших растений запасов минеральных веществ, к почвообразованию подключаются мхи, травы, кустарники и т. д.

Косное вещество образовано процессами, в которых живое вещество не принимало участие (горных пород, минералов, осадков, не затронутых прямым биогеохимическим воздействием организмов).

Косное вещество резко преобладает по массе и по объему. Живое вещество по массе составляет ничтожную часть нашей планеты, количество его соответствует примерно 0,25 % биосферы по массе.

Косное вещество образовано в ходе процессов без участия живых тел.

То обстоятельство, что косные вещества биосферы (горы, реки, океан, воздушные массы) возникли на Земле до появления жизни, не противоречит положению о единстве системы.

Дисперсное косное вещество сосредотачивается в биосфере; в более глубоких частях планеты оно заглушается давлением.

Основу учения В. И. Вернадского составляет понятие биосферы как целостной оболочки Земли, населенной жизнью и качественно преобразованной живым веществом планеты. По утверждению ученого, живое вещество Земли есть самая мощная сила в биосфере, материально и энергетически определяющая ее функции. В результате непрерывного обмена неживого, кос-

ного вещества и живого вещества изменяются как населяющие биосферу организмы, так и среда, в которой они живут. Горные породы, вода, воздух биосферы под воздействием живого вещества приобретают новые свойства. Появляются ранее неизвестные закономерности взаимодействия в природе.

Под влиянием жизни значительная часть атомов, составляющих земную поверхность, находится в непрерывном, интенсивном движении. Живое вещество обладает способностью к пластичному изменению, приспособлению к изменениям среды, имеет свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды. На протяжении геологического времени возрастает сила влияния живого вещества на биосферу, увеличивается его воздействие на косное вещество биосферы. Благодаря эволюции видов, непрерывно идущей и никогда не прекращающейся, резко меняется воздействие живого вещества на окружающую среду, распространяясь на все природные биокосные и биогенные тела, играющие основную роль в биосфере, в почвы, в наземные и подземные воды. Почвы и реки девона, например, иные, чем почвы третичного времени и нашей эпохи. Эволюция биосферы сама по себе вызывает усиление эволюционного процесса живого вещества.

Классификация вещества биосферы, предложенная В.И. Вернадским, с логической точки зрения не является безупречной, так как выделенные категории вещества частично перекрывают друг друга. Так, вещество космического происхождения одновременно является и косным. Атомы многих элементов являются и радиоактивными, и рассеянными одновременно. При этом и атомы радиоактивных элементов, и рассеянные атомы могут входить в состав как живого, так и косного вещества. Биокосное вещество, нельзя рассматривать в качестве особого типа вещества, поскольку оно состоит из двух веществ - живого и косного.

Можно проследить во всей биосфере, таким образом - подчеркивает В. И. Вернадский - порожденное жизнью движение молекул; оно охватывает собой всю стратосферу, всю область океанов, живую природу суши. Огромная

геохимическая роль живого вещества определяется тем, что элементы находятся в нем в более энергетическом состоянии (обусловленном аккумуляцией солнечной энергии), чем в косном веществе.

По данным, основанным на содержании энергии или углерода, количество живого, биогенного и биокосного вещества в биосфере соотносятся как 1:20:4000.

Сущность учения В. И. Вернадского заключена в признании исключительной роли «живого вещества», преобразующего облик планеты. Суммарный результат его деятельности за геологический период времени огромен. По словам В. И. Вернадского, «на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом». Именно живые организмы улавливают и преобразуют лучистую энергию Солнца и создают бесконечное разнообразие нашего мира.

Вторым главнейшим аспектом учения В. И. Вернадского является разработанное им представление об организованности биосферы, которая проявляется в согласованном взаимодействии живого и неживого, взаимной приспособляемости организма и среды. «Организм, - писал В. И. Вернадский, - имеет дело со средой, к которой он не только приспособлен, но которая приспособлена и к нему» (В. И. Вернадский, 1934). В. И. Вернадский обосновал также важнейшие представления о формах превращения вещества, путях биогенной миграции атомов, т. е. миграции химических элементов при участии живого вещества, накоплении химических элементов, о движущих факторах развития биосферы и др.

Вещества космического происхождения - космическая пыль, метеориты. Как показали исследования последних лет, за сутки на землю, выпадает несколько десятков тонн метеоритного вещества. Это вещество оказывает существенное влияние на газовый, ионный и аэрозольный состав верхней атмосферы. В метеоритах обнаружено железо, натрий, магний, кальций, кремний, азот и др. Космическая пыль составляет около 1% массы меж-

звездного вещества и, несомненно, играет определенную роль в прохождении солнечных лучей к земле.

Радиоактивное вещество. В. И. Вернадский считает, что в результате естественных ядерных превращений и при извержении вулканов в биосферу поступает довольно большое количество различных радиоактивных веществ, которые мигрируют в воде, воздухе и почве и, естественно, попадают в живые организмы. Интенсивность поступления радиоактивных веществ в биосферу, видимо, имеет какую-то цикличность, о которой, однако, мы знаем еще очень мало.

Рассеянные атомы. Далеко не все атомы в результате бурно идущих биосферных процессов связываются в определенные химические соединения, какая-то часть их рассеяна в биосфере. При благоприятных условиях рассеянные атомы могут вовлекаться в те или другие химические процессы и давать неожиданные химические группировки.

-2-

Важнейшей частью учения о биосфере В. И. Вернадского являются представления о ее возникновении и развитии. Современная биосфера возникла не сразу, а в результате длительной эволюции в процессе постоянного взаимодействия абиотических и биотических факторов. Первые формы жизни, по-видимому, были представлены анаэробными бактериями. Однако созидательная и преобразующая роль живого вещества стала осуществляться лишь с появлением в биосфере фотосинтезирующих автотрофов - цианобактерий и сине-зеленых водорослей (прокариотов), а затем и настоящих водорослей и наземных растений (эукариотов), что имело решающее значение для формирования современной биосферы. Деятельность этих организмов привела к накоплению в биосфере свободного кислорода, что рассматривается как один из важнейших этапов эволюции.

Параллельно развивались и гетеротрофы, прежде всего – животные. Главными датами их развития являются выход на сушу и заселение материков (к началу третичного периода) и, наконец, появление человека.

В сжатом виде идеи Вернадского об эволюции биосферы могут быть сформулированы следующим образом:

1. Вначале сформировалась литосфера – предвестник окружающей среды, а затем после появления жизни на суше – биосфера.

2. В течение всей геологической истории Земли никогда не наблюдались азойные геологические эпохи т.е. лишённые жизни. Следовательно, современное живое вещество генетически связано с живым веществом прежних геологических эпох.

3. Живые организмы – главный фактор миграции химических элементов в земной коре, «по крайней мере, 90% по весу массы ее вещества в своих существенных чертах обусловлено жизнью».

4. Грандиозный геологический эффект деятельности организмов обусловлен тем, что их количество бесконечно велико и действуют они практически в течение бесконечно большого промежутка времени.

5. Основным движущим фактором развития процессов в биосфере является биохимическая энергия живого вещества.

Венцом творчества В.И. Вернадского стало учение о ноосфере, т.е. сфере разума.

В целом учение о биосфере В.И. Вернадского заложило основы современных представлений о взаимосвязи и взаимодействии живой и неживой природы. Практическое значение учения о биосфере огромно. В наши дни оно служит естественнонаучной основой рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В относительно короткие промежутки развития экосистем (сукцессии), и в долговременной эволюции таких экосистем, как биосфера, на протекающие в них процессы оказывают влияние: 1) аллогенные (внешние) факторы - геологические и климатические; 2) автогенные (внутренние) процессы, обусловленные только живым компонентом. Благодаря действию и взаимодействию этих факторов сформировалось биологическое разнообразие на внут-

ривидовом, межвидовом и на биосферном уровнях. Основа устойчивости биосферы (экосферы) - разнообразие составляющих ее экосистем.

Данные космохимии метеоритов и астероидов свидетельствуют о том, что образование органических соединений в Солнечной системе на ранних стадиях ее развития было типичным и массовым явлением.

Простейшие анаэробы, из которых состояли первые на Земле экосистемы, образовались из этих органических веществ и, возможно, других, синтезируемых под действием мощного ультрафиолетового излучения. Тогда еще не было кислорода в атмосфере и, следовательно, озонового слоя, который сейчас является преградой для этого излучения.

Указанные выше простейшие анаэробы (дрожжеподобные) возникли более 3,5 млрд. лет назад, жизнь в это время в бескислородной атмосфере могла существовать только под защитой от ультрафиолетового излучения слоем воды. Питались эти простейшие биофильными веществами, которые содержались в избытке в горячих источниках мелких водоемов. Питательные же органические вещества для этих простейших создал космический синтез.

Таким образом, древнейшая биосфера возникла в гидросфере, существовала в ее пределах и носила гетеротрофный характер. Но закон «всюдности жизни» диктовал свои условия, и размножающиеся организмы осуществляли экспансию в различные области обитания. Экспансия и «давление» отбора, обусловленные еще и скудностью пищи, в конечном итоге привели к возникновению фотосинтеза около 3,5 млрд. лет назад.

Первыми автотрофами стали прокариоты - сине-зеленые водоросли и, возможно, цианобактерии. Затем 1,5-2 млрд. лет тому назад появились первые одноклеточные эукариоты и, в результате изначального господства r-отбора, произошел мощный популяционный взрыв автотрофных водорослей, что привело к избытку в воде кислорода и к его выделению в атмосферу. Произошел переход восстановительной атмосферы в кислородную, что способствовало развитию эукариотических организмов и появлению многоклеточных около 1,4 млрд. лет назад.

В начале кембрийского периода, примерно 600 млн. лет назад, содержание кислорода в атмосфере достигло 0,6%, а затем произошел еще один эволюционный взрыв - появились новые формы жизни - губки, кораллы, черви, моллюски. Уже к середине палеозоя содержание кислорода впервые стало близко к современному, и к этому времени жизнь не только заполнила все моря, но и вышла на сушу. Растительный покров, достаточное количество кислорода и питательных веществ в дальнейшем привели к возникновению таких крупных животных, как динозавры, млекопитающие и, наконец, человек. Но, несмотря на обилие автотрофов, в конце палеозоя, примерно 300 млн. лет назад, содержание кислорода в атмосфере упало до 5% от современного уровня и повысилось содержание углекислого газа. Это привело к изменению климата, снижению интенсивности процессов размножения и, как следствие, к бурному накоплению массы отмерших органических веществ, что создало запасы ископаемого топлива (каменный уголь, нефть). Затем содержание кислорода стало снова повышаться и с середины мелового периода, примерно 100 млн. лет назад, отношение O_2/CO_2 близко к современному, хотя и испытывало колебания в определенных пределах.

Такое состояние легко изменить. Например, человек, создав избыток CO_2 , может сделать это неустойчивое равновесие еще более нестабильным.

Из истории развития атмосферы ясно, что человек абсолютно зависим от других организмов, населяющих среду, в которой он обитает. Только от их жизнедеятельности и от их разнообразия зависит стабильность атмосферы и, следовательно, биосферы.

Ю. Одум (1975) считает, что «с экологической точки зрения эволюцию биосферы, по-видимому, можно сравнить с гетеротрофной сукцессией, за которой последовал автотрофный режим». Но до сих пор, несмотря на 4 млрд. лет эволюции, таксономический состав систем еще не стабилизировался. Биоразнообразие экосферы продолжает совершенствоваться за счет большого резерва в эволюции сообществ. На этом уровне ведущая роль принадлежит сопряженной эволюции и групповому отбору.

Сопряженная эволюция, или коэволюция, рассмотренная нами на внутри- и межвидовом уровнях, отличается тем, что при ней обмен генетической информацией минимален. На уровне сообществ можно рассматривать селективные воздействия между группами организмов, находящихся в экологическом взаимодействии: растения и растительноядные животные, крупные организмы и мелкие симбионты, паразит - хозяин, хищник - жертва и т. д. Особенно интересна сопряженность эволюции растений и насекомых фитофагов. Она приводит к тому, что растения синтезируют побочные вещества, совершенно ненужные для их роста и развития, но необходимые для защиты от насекомых-фитофагов.

Эта способность растений, видимо, развивает у них устойчивость к инсектицидам. В естественных условиях растения и фитофаги, которые тоже приспособляются к их защите, эволюционируют вместе. Здесь работает «генетическая обратная связь», которая ведет к высокому разнообразию растений (например, в тропиках), к гомеостазу популяций и сообществ внутри экосистемы.

Групповой отбор - это естественный отбор в группах организмов, но не обязательно связанных тесными мутуалистическими связями. Это весьма сложное и во многом спорное явление. Но в первом приближении он представляет собой подобие отбора генотипов в популяции, но вымирают не отдельные генотипы, а целые популяции и, с другой стороны, получают развитие новые популяции, для которых эти условия более благоприятны.

Групповой отбор тоже увеличивает разнообразие и устойчивость сообществ.

Сопряженная эволюция и групповой отбор повышают биоразнообразие экосистем, устанавливая определенные взаимоотношения между ними как между наземными, так и водными, и даже между обоими типами. Все это в целом ведет к повышению устойчивости биосферы как глобальной экосистемы.

Эволюция биосферы убедительно свидетельствует, что при любом воздействии на биосферу - природном или антропогенном - ее гомеостаз обеспечивается за счет сохранения биологического разнообразия. Отсюда очевидно, что экологические условия есть продукт взаимодействия биоты и окружающей среды, и лишь правильная оценка этого взаимодействия позволяет разработать достоверные методологические подходы к сохранению или даже улучшению экологической обстановки в случае ее нарушения на всех экосистемных уровнях, вплоть до глобального.

Исследуя проблемы биологической регуляции окружающей среды, В. В. Горшков, В. Г. Горшков, В. И. Данилов-Данильян и др. (1999) пришли к выводу, что в настоящее время в экологической науке известны две основные концепции взаимодействия биоты и окружающей ее среды.

Согласно первой концепции - традиционной - окружающая среда пригодна для жизни в силу уникальных условий на поверхности Земли, а естественная биота приспосабливается к любой окружающей ее среде благодаря главному свойству жизни - способности к эволюции и непрерывной адаптации к меняющимся условиям среды. При этом любые виды организмов, способные адаптироваться к окружающей среде и производить наибольшее количество потомков, могут составлять земную биоту.

Согласно традиционной концепции - изменение окружающей среды под воздействием человека - это определенный этап естественного эволюционного процесса - превращения биосферы в новую глобальную биосистему, а природное биоразнообразие - генетический ресурс человека, который следует сохранять лишь в заповедниках, зоопарках и генных банках. При этом безостановочный экономический рост возможен лишь за счет непрерывного расширения использования ресурсов биосферы.

По мнению В. В. Горшкова и др. (1999), в традиционной концепции фактически игнорируются экологические ограничения на численность популяций биологических видов (в том числе человека), а также причины обра-

зования естественных сообществ, устойчивость сообществ и их среды обитания.

Во второй концепции основная роль отводится биотической регуляции окружающей среды. Биота Земли рассматривается как единственный механизм поддержания пригодных для жизни условий окружающей среды в локальных и глобальных масштабах. В случае прекращения регулирующего воздействия биоты физически неустойчивая окружающая среда быстро перейдет (примерно за 10 тыс. лет) в устойчивое состояние, в такое, как на Марсе или Венере, где жизнь невозможна.

В этой концепции главным свойством жизни считается способность видов к поддержанию тех условий окружающей среды, которые пригодны для существования биоты на любом экосистемном уровне, а не способность к непрерывной адаптации к изменяющимся условиям этой среды. Биотическая регуляция окружающей среды возможна в результате скореллированного взаимодействия между организмами и средой, которая подобна скореллированности клеток и органов внутри многоклеточного организма. Работу по обеспечению поддержания окружающей среды выполняют виды с оптимальной, а не с максимальной численностью. Именно они образуют сообщества и составляют земную биоту, обеспечивая стационарность численности особей, регулярность популяционных колебаний видов и предотвращают популяционные взрывы, разрушающие сообщества. Переход любого вида к производству максимального количества потомков, относится к генетическому отклонению от нормы и они немедленно вытесняются из популяции. Механизм отбора в этом случае - конкурентное взаимодействие однородных сообществ.

При переходе окружающей среды в новое состояние (например, изменение восстановительной атмосферы на окислительную), обязательно происходит существенная перестройка биоты. Но перестройка осуществляется без потери биотой способности предотвращать переход среды в состояние, непригодное для существования любой биоты. Это связано с тем, что суще-

ствуется несколько различных условий окружающей среды, пригодных для жизни, а эволюционирующая биота способна перебирать все приемлемые для жизни условия.

Жизнь на Земле существует около 4 млрд. лет, причем альтернативность вышеописанных концепций сохраняется на протяжении всего этого периода. Но за этот период изменился диапазон условий, пригодных для жизни, от локальных до глобальных масштабов. Это значит, что жизнь все это время активно изменяла окружающую среду в благоприятном для себя направлении, т. е. биотическая регуляция среды имела место с самого момента возникновения жизни.

Существование биотической регуляции окружающей среды доказывается рядом факторов, важнейшими из которых являются следующие (Горшков и др., 1999):

1. Выбросы неорганического углерода из земных недр в атмосферу с огромной точностью соответствуют содержанию органического углерода в осадочных породах, что обеспечивает практически постоянное содержание неорганического углерода в атмосфере в течение сотен миллионов лет.

2. Концентрации биогенных элементов (С, К, Р, О₂) в океане сформированы и поддерживаются биотой, о чем свидетельствует отношение С/Н/Р/О₂, совпадающее с таковым при синтезе органического вещества.

3. Круговорот воды на суше также определяется биотой, так как 2/3 осадков связано с испарением воды на суше, в котором доминирующая роль принадлежит биоте.

4. Незатронутая деятельностью человека биота океана поглощает избыток диоксида углерода, выбрасываемого в атмосферу человеком, т. е. действует в соответствии с отрицательными обратными связями, в то время как измененная человеком биота суши утратила эту способность.

5. Биотой океана поддерживается концентрация диоксида углерода в океане в три раза меньше, чем если бы ее воздействие отсутствовало, так как

потеря неорганического углерода океаном в атмосферу компенсируется поступлением в океан органического углерода.

Биотическая регуляция исключает адаптацию, и наоборот. Адаптационные процессы связываются со способностью выживания организмов в определенных условиях, а если условия не меняются - нет и адаптации. При отсутствии адаптации биоты к искаженным условиям среды разрушение биотической регуляции обратимо. После прекращения антропогенного возмущения происходит восстановление аборигенных сообществ, содержащих правильную информацию о нормальных условиях среды и способах их регуляции путем уже описанных выше сукцессионных процессов.

Таким образом, биотическая регуляция окружающей среды - это механизм управления окружающей средой, основанный на отобранных в процессе эволюции видах, содержащих необходимую для управления средой генетическую информацию. Возможность выживания человечества состоит в восстановлении естественной биоты на территориях, достаточных для сохранения ее способности к регуляции окружающей среды в глобальных масштабах. Главной экологической задачей человечества должно считаться сохранение естественной биоты на Земле, которое должно сопровождаться полным прекращением дальнейшего освоения естественной биоты океана и ее восстановлением на значительной освоенной части суши.

Человек, став мощным геологическим фактором, оказывает глобальное воздействие на биосферу. Биосфера, со своей стороны, через свои экологические законы, которые он вынужден соблюдать, чтобы выжить, в том числе и закон о биотической регуляции окружающей среды, воздействует на человека. Создаются условия, очень напоминающие сопряженную эволюцию или коэволюцию «человек-биосфера». Продуктом такой коэволюции может стать так называемая «ноосфера», т. е. сфера разума.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды вещества выделил В.И. Вернадский?

2. Охарактеризуйте живое вещество.
3. Что такое «пленки жизни» и какие они бывают?
4. Охарактеризуйте биогенное вещество.
5. Охарактеризуйте биокосное вещество.
6. Охарактеризуйте косное вещество.
7. Охарактеризуйте вещество в стадии радиоактивного распада.
8. Охарактеризуйте вещество космического происхождения.
9. Охарактеризуйте рассеянные атомы, как один из видов вещества по В.И. Вернадскому.
10. Рассмотрите этапы эволюции живого вещества.
11. Охарактеризуйте регулирующую роль биоты на окружающую среду.

Лекция 3. Эволюция биосферы

План:

1. Этапы эволюции биосферы.
2. Свойства живых систем.
3. Факторы устойчивости биосферы.
4. Свойства живого вещества.
5. Функции живого вещества.

-1-

Эволюцию биосферы изучает раздел экологии, который называется эволюционной экологией. Следует отличать эволюционную экологию от экодинамики (динамической экологии). Последняя имеет дело с короткими интервалами развития биосферы и экосистем, в то время как первая рассматривает развитие биосферы на более длительном отрезке времени. Так, изучение биогеохимических круговоротов и сукцессии – задача экодинамики,

а принципиальные изменения в механизмах круговорота веществ и в ходе сукцессии – задача эволюционной экологии.

Одним из важнейших направлений в изучении эволюции является изучение развития форм жизни. Здесь можно отметить несколько этапов:

1. Клетки без ядра, но имеющие нити ДНК (напоминают нынешние бактерии и сине-зеленые водоросли). Возраст таких самых древних организмов более 3 млрд. лет. Их свойства: 1) подвижность; 2) питание и способность запасать пищу и энергию; 3) защита от нежелательных воздействий; 4) размножение; 5) раздражимость; 6) приспособление к изменяющимся внешним условиям; 7) способность к росту.

2. На следующем этапе (приблизительно 2 млрд. лет тому назад) в клетке появляется ядро. Одноклеточные организмы с ядром называются простейшими. Их 25–30 тыс. видов. Самые простые из них – амёбы. Инфузории имеют еще и реснички. Ядро простейших окружено двухмембранной оболочкой с порами и содержит хромосомы и нуклеоли. Ископаемые простейшие – радиолярии и фораминиферы – основные части осадочных горных пород. Многие простейшие обладают сложным двигательным аппаратом.

3. Примерно 1 млрд. лет тому назад появились многоклеточные организмы. В результате растительной деятельности – фотосинтеза – из углекислоты и воды при использовании солнечной энергии, улавливаемой хлорофиллом, создавалось органическое вещество. Возникновение и распространение растительности привело к коренному изменению состава атмосферы, первоначально имевшей очень мало свободного кислорода. Растения, ассимилирующие углерод из углекислого газа, создали атмосферу, содержащую свободный кислород – не только активный химический агент, но и источник озона, преградившего путь коротким ультрафиолетовым лучам к поверхности Земли.

Л. Пастером выделены следующие две важные точки в эволюции биосферы: 1) момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли достиг примерно 1 % от современного. С этого времени стала возможной

аэробная жизнь. Геохронологически это архей. Предполагается, что накопление кислорода шло скачкообразно и заняло не более 20 тыс. лет: 2) достижение содержания кислорода в атмосфере около 10 % от современного. Это привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. В результате жизнь стала возможной на мелководье, а затем и на суше.

Палеонтология, которая занимается изучением ископаемых остатков, подтверждает факт возрастания сложности организмов. В самых древних породах встречаются организмы немногих типов, имеющих простое строение. Постепенно разнообразие и сложность растут. Многие виды, появляющиеся на каком-либо стратиграфическом уровне, затем исчезают. Это истолковывают как возникновение и вымирание видов.

В соответствии с данными палеонтологии можно считать, что в протерозойскую геологическую эру (700 млн. лет назад) появлялись бактерии, водоросли, примитивные беспозвоночные; в палеозойскую (365 млн. лет назад) – наземные растения, амфибии; в мезозойскую (185 млн. лет назад) – млекопитающие, птицы, хвойные растения; в кайнозойскую (70 млн. лет назад) – современные группы. Конечно, следует иметь в виду, что палеонтологическая летопись неполна.

Веками накапливавшиеся остатки растений образовали в земной коре грандиозные энергетические запасы органических соединений (уголь, торф), а развитие жизни в Мировом океане привело к созданию осадочных горных пород, состоящих из скелетов и других остатков морских организмов.

-2-

К важным свойствам живых систем относятся:

1. Компактность. 5×10^{-15} г ДНК, содержащейся в оплодотворенной яйцеклетке синего кита, заключена информация для подавляющего большинства признаков животного, которое весит 5×10^7 г (масса возрастает на 22 порядка).

2. Способность создавать порядок из хаотического теплового движения молекул и тем самым противодействовать возрастанию энтропии. Живое потребляет отрицательную энтропию и работает против теплового равновесия,

увеличивая, однако, энтропию окружающей среды. Чем более сложно устроено живое вещество, тем более в нем скрытой энергии и энтропии.

3. Обмен с окружающей средой веществом, энергией и информацией.

Живое способно ассимилировать полученные извне вещества, т.е. перестраивать их, уподобляя собственным материальным структурам и за счет этого многократно воспроизводить их.

4. В метаболических функциях большую роль играют петли обратной связи, образующиеся при автокаталитических реакциях. «В то время как в неорганическом мире обратная связь между „следствиями“ (конечными продуктами) нелинейных реакций и породившими их „причинами“ встречается сравнительно редко, в живых системах обратная связь (как установлено молекулярной биологией), напротив, является скорее правилом, чем исключением» (И. Пригожин, И. Стенгерс, с. 209). Автокатализ, кросс-катализ и автоингибирование (процесс, противоположный катализу, если присутствует данное вещество, оно не образуется в ходе реакции) имеют место в живых системах. Для создания новых структур нужна положительная обратная связь, для устойчивого существования – отрицательная обратная связь.

5. Жизнь качественно превосходит другие формы существования материи в плане многообразия и сложности химических компонентов и динамики протекающих в живом превращений. Живые системы характеризуются гораздо более высоким уровнем упорядоченности и асимметрии в пространстве и времени. Структурная компактность и энергетическая экономичность живого – результат высочайшей упорядоченности на молекулярном уровне.

6. В самоорганизации неживых систем молекулы просты, а механизмы реакций сложны; в самоорганизации живых систем, напротив, схемы реакций просты, а молекулы сложны.

7. У живых систем есть прошлое. У неживых его нет. «Целостные структуры атомной физики состоят из определенного числа элементарных ячеек, атомного ядра и электронов и не обнаруживают никакого изменения во времени, разве что испытывают нарушение извне. В случае такого внешнего

нарушения они, правда, как-то реагируют на него, но, если нарушение было не слишком большим, они по прекращении его снова возвращаются в исходное положение. Но организмы – не статические образования. Древнее сравнение живого существа с пламенем говорит о том, что живые организмы подобно пламени представляют собой такую форму, через которую материя в известном смысле проходит как поток» (В. Гейзенберг, 1989, с. 233).

8. Жизнь организма зависит от двух факторов – наследственности, определяемой генетическим аппаратом, и изменчивости, зависящей от условий окружающей среды и реакции на них индивида. Интересно, что сейчас жизнь на Земле не могла бы возникнуть из-за кислородной атмосферы и противодействия других организмов. Раз зародившись, жизнь находится в процессе постоянной эволюции.

9. Способность к избыточному самовоспроизводству. «Прогрессия размножения столь высокая, что она ведет к борьбе за жизнь и ее последствию – естественному отбору».

-3-

Устойчивость - это способность экосистемы непрерывно поддерживать определенный круговорот веществ и сохранять в основных чертах свою структуру, характер связей между элементами и их функционирование в пределах естественного колебания параметров. Устойчивость проявляется важными для экосистемы признаками – *самоподдержанием* и *саморегулированием*. Самоподдержание - это процесс, в ходе которого экосистема достаточно долго сохраняет свою устойчивость. Оно проявляется в системах, обладающих высоким уровнем сложности, с большим количеством элементов, связи между которыми устойчиво поддерживают круговорот веществ. Саморегуляция - это свойство экосистемы в процессе функционирования сохранять на определенном уровне свое типичное состояние, режим, характеристики связей между компонентами.

Способность экосистемы к самоподдержанию и саморегулированию, в результате чего сохраняется ее устойчивость и стабильность, называется гомеостазом или динамическим равновесием системы.

Любая естественная экосистема, сложившаяся исторически, сохраняется в относительно постоянном виде достаточно длительное время. В этом проявляется ее устойчивость. При этом устойчивость обладает некоторой степенью толерантности (выносливости), позволяющей экосистеме самосохраняться при небольших изменениях, происходящих в окружающей среде и самой экосистеме. По устойчивости экосистемы делятся на два типа: резистентные, то есть способные сохраняться в устойчивом состоянии под нагрузкой, и упругие, способные быстро восстанавливаться, если по каким-то причинам были нарушены.

Устойчивость - это способность биосферы сохранять в основных чертах свою структуру и характер связей между элементами системы, несмотря на внешние воздействия. Условия, обеспечивающие такое состояние системы, называют механизмом устойчивости. Назовем основные механизмы устойчивости биосферы.

1. Одним из механизмов устойчивости биосферы является неизменное положение Земли в космосе в течение длительного промежутка времени (не менее 4 млрд. лет), определяющее постоянство поступления солнечной энергии (солнечная постоянная). Солнечная постоянная определяет, в свою очередь, земные константы живого вещества: массу (около 10^{13} т), запасенную в химических связях энергию (около 10^{18} ккал), средний химический состав биогенных элементов (кислорода, водорода, углерода, азота).

2. Наиболее важным для сохранения устойчивости биосферы является цикличность ее функционирования (от греч. *kuklos* - «кругооборот») - то есть многократное использование биогенных веществ, которое лежит в основе биологического круговорота. Водород, кислород, углерод, азот, фосфор и другие биогенные элементы совершают в экосистеме постоянные и многократные миграции между телами живых организмов и физической средой.

Циклическое использование ограниченных по запасам веществ делает их практически неисчерпаемыми. На этом основана бесконечность жизни экосистемы и ее устойчивое существование, иначе она очень быстро исчезла бы, израсходовав все доступные ресурсы.

3. Устойчивость биосферы обусловлена также проявлением геохимической функции живого вещества, реализуемой через питание, дыхание, размножение и смерть организмов. Участие живого вещества в биологическом круговороте, сбалансированное равновесие количества получения ресурсов (органических веществ, минерального питания и солнечной энергии) и их расходования - одно из важных условий поддержания устойчивости экосистемы.

Если представить, что растения образуют значительное количество растительной биомассы, а фитофагов нет или их так мало, что они не успевают потреблять все то, что производят зеленые продуценты, то экосистема не будет устойчивой и вскоре деградирует, так как в ней, с одной стороны, будет накапливаться неизрасходованная растительная биомасса (такое событие произошло в биосфере 345 млн. лет назад, в каменноугольный период), а с другой - начнется истощение минеральных ресурсов, доступных растению для его питания, поскольку не будет возврата веществ в неживую (абиотическую) среду. Того и другого сейчас не происходит, так как на Земле существуют разнообразные биогеоценозы с различным видовым составом.

Наряду с образованием органических веществ и аккумуляцией энергии в круговороте, то есть постоянным притоком веществ и необходимой энергии, устойчивость экосистемы обеспечивает постоянно идущий отток (выход) из экосистемы преобразованной энергии и избыточных продуктов обмена, разрушение сложных органических соединений и их превращение в простые минеральные вещества (воду, углекислый газ, аммиак, различные соли и пр.). Чтобы биосфера могла существовать, процессы создания и разрушения органических веществ в ней должны постоянно поддерживаться в равновесном состоянии.

Например, известно, что в результате жизнедеятельности организмов большие количества углерода поглощаются из атмосферы и накапливаются в биосфере в форме залежей карбонатных пород (известняков, доломитов), углей и других горючих ископаемых. В то же время большие количества углекислого газа и частично углеводороды снова возвращаются в атмосферу в ходе вулканических и магматических процессов. Поэтому нарушения баланса углерода в биосфере не наблюдается.

4. Многочисленные исследования по выявлению закономерностей существования экосистемы показали, что в поддержании устойчивости системы особенно большое значение имеют избыточность информации и обратная связь (петля управления). Избыточность информации в биосфере как глобальной экосистеме свидетельствует о некотором сдвиге в сторону или создания, или разрушения ее показателей. То и другое нарушает устойчивость экосистемы. С помощью обратной связи система осуществляет управление многими процессами, происходящими в ней.

5. В биологическом круговороте между живой и неживой частями экосистемы осуществляется направленный поток энергии и химических веществ (миграция атомов). Этот процесс совершается не в самой биосфере, а в ее конкретных компонентах - биогеоценозах. Все биогеоценозы, имеющиеся в биосфере, связаны постоянным обменом веществ между собой и с окружающей средой. Взаимодействие между биогеоценозами как структурными компонентами биосферы способствует поддержанию ее устойчивости. Оно осуществляется за счет перемещения и многообразного функционирования живого, а также слияния геохимических круговоротов отдельных биогеоценозов, в результате чего сохраняется один общий биологический круговорот веществ и поток энергии.

6. Как условие сохранения устойчивости экосистемы большое значение имеет ее сложность. Чем более сложной является ее структура и чем выше степень упорядоченности, тем более устойчивой она оказывается. Устойчивость глобальной экосистемы находится в прямой зависимости от того, на-

сколько велико количество компонентов, способных поддержать ее функционирование. Поэтому от многообразия природных комплексов живых организмов (биогеоценозов), распространившихся по всей поверхности Земли («растекание» жизни), зависит устойчивость биосферы.

Функциональное разнообразие компонентов экосистемы, то есть ее сложность, обеспечивает ее устойчивость и стабильность.

Для устойчивого существования биосферы необходимы сбалансированные отношения между различными биогеоценозами, обеспечивающими разнообразное потребление и возврат минеральных ресурсов в абиотическую среду. В случае выпадения из системы каких-либо природных сообществ или замены их качественно иными (например, в наше время - агроценозами), динамическое равновесие в биосфере может нарушиться.

Устойчивое состояние экосистемы «биосфера» обеспечивается колоссальным разнообразием природных экосистем, биологических видов и других структурных форм живого вещества.

7. Антропогенное воздействие также влияет на устойчивость биосферы. По вине человека многие биогеоценозы и водные экосистемы сейчас теряют устойчивость, так как его длительность приобрела разрушающий, деградирующий природу характер. Следует надеяться, что, опираясь на свой разум, знание законов природы, человек сможет поддержать устойчивость биосферы как глобальной экосистемы.

-4-

К основным уникальным особенностям живого вещества, обуславливающим его высокую преобразующую деятельность, можно отнести:

1. Способность быстро занимать свободное пространство, что связано как с интенсивным размножением, так и со способностью организмов интенсивно увеличивать поверхность своего тела или образуемых ими сообществ («всюдность» жизни).

2. Движение не только пассивное (под действием силы тяжести), но и активное. Например, против течения воды, силы тяжести, движения воздушных потоков.

3. Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти (включение в круговороты), сохраняя при этом высокую физико-химическую активность.

4. Высокая приспособительная способность (адаптация) к различным условиям и в связи с этим освоение не только всех сред жизни (водной, наземно-воздушной, почвенной), но и крайне трудных по физико-химическим параметрам мест обитания.

5. Феноменально высокая скорость протекания химических реакций. Она на несколько порядков значительнее, чем в неживой природе. Об этом свойстве можно судить по скорости переработки вещества организмами в процессе жизнедеятельности. Например, гусеницы некоторых насекомых перерабатывают за день количество вещества, которое в 100 – 200 раз превышает вес их тела.

6. Высокая скорость обновления живого вещества. Подсчитано, что в среднем для биосферы она составляет около 8 лет (для суши 14 лет, а для океана, где преобладают организмы с коротким периодом жизни – 33 дня).

7. Разнообразие форм, размеров и химических вариантов, значительно превышающее многие контрасты в неживом, косном веществе.

8. Индивидуальность (в мире нет одинаковых видов и даже особей).

9. Все перечисленные и другие свойства живого вещества обуславливаются концентрацией в нём больших запасов энергии. В.И. Вернадский отмечал, что по энергетической насыщенности с живым веществом может соперничать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

-5-

Всю деятельность живого вещества в биосфере можно, с определённой долей условности, свести к нескольким основополагающим функциям, ко-

торые позволяют значительно дополнить представление о его преобразующей биосферно-геологической деятельности.

1. **Энергетическая.** Эта одна из важнейших функций связана с запасанием энергии в процессе фотосинтеза, передачей её по цепям питания и рассеиванием в окружающем пространстве.

2. **Газовая** – связана со способностью изменять и поддерживать определённый газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.

3. **Окислительно-восстановительная** – связана с ростом под влиянием живого вещества интенсивности процессов как окисления и восстановления.

4. **Концентрационная** – способность организмов концентрировать в своём теле рассеянные химические элементы, повышая их содержание на несколько порядков, по сравнению с окружающей средой, а в теле отдельных организмов – в миллионы раз. Результат концентрационной деятельности – залежи горючих ископаемых, известняки, рудные месторождения и т.п.

5. **Деструктивная** – разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности, в том числе и после их смерти, как самих остатков органического вещества, так и косных веществ. Основным механизмом этой функции связан с круговоротом веществ. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют низшие формы жизни – грибы, бактерии (деструкторы, редуценты).

6. **Транспортная** – перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Часто такой перенос осуществляется на колоссальные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных.

7. **Средообразующая.** Эта функция в значительной мере представляет результат совместного действия других функций. С ней, в конечном счете, связано преобразование физико-химических параметров среды. Эту функцию можно, рассматривать в широком и более узком планах. В широком понимании результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами, они же и поддерживают в относительно стабильном состоянии её параметры практически во всех геосферах. В более

узком плане средообразующая функция живого вещества проявляется, например, в образовании и сохранении почв от разрушения (эрозии), в очистке воздуха и вод от загрязнений, в усилении питания источников грунтовых вод и т. п.

8. Рассеивающая функция, противоположная концентрационной. Она проявляется через трофическую (питательную) и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, гибели организмов при разного рода перемещениях в пространстве, смене покровов.

9. Информационная функция живого вещества выражается в том, что живые организмы и их сообщества накапливают информацию, закрепляют её в наследственных структурах и передают последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов.

Несмотря на огромное разнообразие форм, всё живое вещество физико-химически едино. И в этом состоит один из основных законов всего органического мира – закон физико-химического единства живого вещества. Из него следует, что нет такого физического или химического агента, который был бы губителен для одних организмов и абсолютно безвреден для других. Разница лишь количественная – одни организмы более чувствительны, другие менее, одни приспосабливаются быстрее, другие медленнее. При этом приспособление идёт в ходе естественного отбора, т.е. за счёт гибели тех индивидов, которые не смогли адаптироваться к новым условиям.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите этапы эволюции биосферы.
2. Опишите свойства живых систем.
3. Перечислите факторы устойчивости биосферы.
4. Перечислите свойства живого вещества.
5. Опишите функции живого вещества.

Лекция 4. Энергетика биосферы

План:

1. Типы экосистем по преобладанию энергетики биосферы.
2. Фотосинтез как основа энергетики биосферы.
3. Поток энергии в биосфере.
4. Балансовые уравнения геосистем. Роль биоты в геосистемах.
5. Роль глобального круговорота веществ в биосфере.

-1-

Лучистая энергия Солнца – главный источник энергии, определяющий тепловой баланс и термический режим биосферы земли. При этом следует заметить, что земля получает лишь $5 \cdot 10^{-8}$ часть общей, излучаемой солнцем, энергии.

Источник и качество доступной энергии определяет характер функциональных процессов, протекающих в экосистеме. Существует по определению американского эколога Ю. Одума четыре фундаментальных типа экосистемы по преобладанию энергетики биосферы:

1. Несубсидируемые природные, получающие энергию от солнца.

Примеры: открытые океаны, высокогорные леса. Они почти не получают дополнительную энергию, помимо солнечного света, и занимают огромные площади, покрывая почти 70 % площади земного шара. Это основной “модуль жизнеобеспечения”, гомеостаз, стабилизирующий и поддерживающий условия на “космическом корабле”, имя которому Земля. Именно здесь ежедневно очищаются большие объёмы воздуха, возвращается в оборот вода, формируются климатические условия. Это еще эстетические ценности беспредельного океанического пейзажа, величие нетронутого леса и др.

2. Получающие энергии от солнца, но с естественной энергетической субсидией.

Это природные системы, обладающие естественной плодородностью и характеризующиеся не только высокой поддерживающей способностью, но и

производящие излишки органического вещества, которые могут выноситься в другие системы или накапливаться. Примеры дополнительной энергии: энергия приливов, прибой, течения рек, ветры, дожди и др.

3. Получающие энергию от солнца, субсидируемой человеком.

Примеры: агросистема, аквакультура. Это системы, производящие продукты питания и волокнистые материалы и получающие дотации в форме горючего (или других формах), поставляемого человеком. Это энергия тратится на возделывание, орошение, удобрение, селекцию и борьбу с вредителями. Это тракторное горючее, мышечное и нервное усилие человека. Человек старается направить как можно больше энергии на производство продуктов питания, которые он может немедленно использовать, а природа обычно распределяет продукты фотосинтеза между многими видами и веществами и накапливает энергию “на черный день”; это, так называемая, “стратегия повышения разнообразия в целях выживания”.

б. Промышленно-городские системы, получающие энергию топлива.

Примеры: города, пригороды, индустриализованные зеленые зоны. Это системы, в которых генерируется наше богатство, а также загрязняющие природу вещества. Главным источником энергии здесь, служит не солнце, а топливо. Эта система зависит от экосистем первых трех типов, использует их, получая продукты питания и топливо. Это система отличается двумя особенностями: первая - огромная потребность в энергии плотно населенных индустриально-городских районов, где люди живут на небольшой площади городов; вторая полная замена энергообеспеченностью всех функциональных экосистем.

-2-

К.А.Тимирязев, который первым начал изучать космическую роль зеленых растений, в публичной лекции, прочитанной в 1875 г., следующим образом представил эту проблему слушателям: «луч солнца упал на зеленую былинку пшеничного ростка. Он затратился на внутреннюю работу, превра-

таясь в растворимый сахар, отложился, наконец, в зерне в виде крахмала или в виде клейковины. В той или другой форме он вошел в состав хлеба, который послужил нам пищей. Он преобразился в наши мускулы, в наши нервы. Этот луч солнца согревает нас. Он приводит нас в движение. Быть может, в эту минуту он играет в нашем мозгу».

Действительно, фотосинтез - единственный процесс на Земле, идущий в грандиозных масштабах и связанный с превращением энергии солнечного света в энергию химических связей. Эта космическая энергия, запасенная зелеными растениями, составляет основу для жизнедеятельности всех других гетеротрофных организмов на Земле от бактерий до человека. Выделяют пять аспектов космической и планетарной роли растений, которые рассмотрены ниже:

1. Накопление органической массы. В процессе фотосинтеза наземные растения образуют 100-172 млрд. т, а растения морей и океанов - 60 - 70 млрд. т биомассы в год (в пересчете на сухое вещество). Общая масса растений на Земле в настоящее время составляет 2402,7 млрд. т, причем 90% этой сухой массы приходится на целлюлозу. На долю наземных растений приходится 2402,5 млрд. т, а на растения гидросферы - всего 0,2 млрд. т (из-за недостатка света). Общая масса животных и микроорганизмов на Земле - 23 млрд. т, что составляет около 1 % от растительной биомассы. Из этого количества 20 млрд. т приходится на обитателей суши, а 3 млрд. т - на животных и микроорганизмы гидросферы.

За время существования жизни на Земле органические остатки растений и животных накапливались и модифицировались. На суше эти органические вещества представлены в виде подстилки, гумуса и торфа, из которых, при определенных условиях, в толще литосферы формировался уголь. В морях и океанах органические остатки (главным образом животного происхождения) оседали на дно и входили в состав осадочных пород. При опускании в более глубокие области литосферы из этих остатков под действием микроорганизмов, повышенных температур и давления образовывались газ и нефть. Масса

органических веществ подстилки, торфа и гумуса оценивается в 194, 220 и 2500 млрд. т соответственно. Нефть и газ составляют 10000-12000 млрд. т. Содержание органических веществ в осадочных породах достигает 20 000 000 млрд. т (по углероду).

Особенно интенсивное накопление мертвых органических остатков происходило 300 млн. лет назад в палеозойскую эру. Запасы древесины, а в последние 200 лет угля, нефти и газа используются человеком для получения энергии, необходимой в быту, промышленности и сельском хозяйстве.

2. Обеспечение постоянства содержания CO_2 в атмосфере. Образование органических веществ гумуса, осадочных пород и горючих ископаемых выводило значительные количества CO_2 из круговорота углерода. В атмосфере Земли CO_2 становилось все меньше и в настоящее время он составляет только 0,03% (по объему), или (в абсолютных значениях) 711 млрд. т в пересчете на углерод.

В кайнозойской эре содержание диоксида углерода в атмосфере стабилизировалось и испытывало лишь суточные, сезонные и более длительные геохимические колебания. Эта стабилизация достигается сбалансированным связыванием и освобождением CO_2 , осуществляемых в глобальном масштабе. Связывание CO_2 в ходе фотосинтеза и образование карбонатов компенсируется выделением CO_2 за счет других процессов. Ежегодное поступление CO_2 в атмосферу в пересчете на углерод (в млрд. т) обусловлено: дыханием растений - 10, дыханием и брожением микроорганизмов - 25, дыханием животных и человека - 1,6, производственной деятельностью людей - 5, геохимическими процессами - 0,05. При отсутствии этого поступления весь CO_2 атмосферы был бы связан в ходе фотосинтеза за 6 - 7 лет. Мощным резервом диоксида углерода является Мировой океан, в водах которого растворено в 60 раз больше CO_2 , чем находится в атмосфере. Фотосинтез, с одной стороны, дыхание организмов и карбонатная система океана, с другой, поддерживают относительно постоянный уровень CO_2 в атмосфере.

Однако за последние десятилетия из-за все более возрастающего сжигания человеком горючих ископаемых, а также из-за вырубки лесов и разложения гумуса содержание CO_2 в атмосфере начало увеличиваться примерно на 0,23% в год. Это обстоятельство может иметь далеко идущие последствия в связи с тем, что концентрация CO_2 оказывает влияние на тепловой режим Земли.

Эти вопросы подробнее будут рассмотрены в лекции по круговоротам веществ в биосфере.

3. Парниковый эффект. Поверхность Земли получает теплоту главным образом от Солнца. Часть этой теплоты поступает обратно в космос в виде инфракрасных лучей. Диоксид углерода в атмосфере, а также вода поглощают инфракрасное излучение и таким образом сохраняют значительное количество теплоты на Земле (парниковый эффект). Микроорганизмы и растения в процессе дыхания или брожения поставляют 85 % общего количества CO_2 , поступающего ежегодно в атмосферу, и вследствие этого оказывают влияние на тепловой режим нашей планеты.

Тенденция к повышению содержания CO_2 в атмосфере из-за сжигания огромных количеств нефти, газа и из-за других причин, указанных выше, может способствовать увеличению средней температуры на поверхности Земли, что приведет к ускорению таяния ледников в горах и на полюсах, затоплению прибрежных зон. Возможно, однако, что повышение концентрации CO_2 будет способствовать усилению фотосинтеза растений, что устранил избыточное накопление диоксида углерода. Известно, что изменение концентрации CO_2 в биосфере выступает как элемент обратной связи.

4. Накопление кислорода в атмосфере.

Первоначально в атмосфере Земли O_2 присутствовал в следовых количествах. В настоящее время он составляет 21 % по объему воздуха. Появление и накопление O_2 в атмосфере связано с жизнедеятельностью зеленых растений. Ежегодно в ходе фотосинтеза кислород поступает в атмосферу в количестве 70 - 120 млрд. т. Этот кислород необходим для дыхания всех гетеро-

трофов - бактерий, грибов, животных и человека, а также зеленых растений в ночное время. Особое значение в поддержании высокой концентрации O_2 в атмосфере имеют леса. Подсчитано, что 1 га леса весной и летом за час выделяет O_2 в количестве, достаточном для дыхания 200 человек.

5. Озоновый экран. Еще одно важнейшее следствие выделения растениями кислорода - образование озонового экрана в верхних слоях атмосферы на высоте около 25 км. Озон (O_3) образуется в результате фотодиссоциации молекул O_2 под действием солнечной радиации. Озон задерживает большую часть ультрафиолетовых лучей (240 - 290 нм), губительно действующих на все живое. Возможность частичного разрушения озонового экрана из-за загрязнения атмосферы промышленными и другими отходами - серьезная проблема охраны биосферы.

-3-

Поток энергии в биосфере складывается из энергии Солнца и внутренней энергии Земли. Однако энергетический обмен охватывает все составные части биосферы, включая и живое вещество.

Биосфера представляет собой сбалансированную самоорганизующуюся систему. Этот баланс осуществляется с участием энергии солнечного излучения, тепла Земли, живого вещества, энергии геологических процессов, гравитационного влияния естественного спутника Земли – Луны. Возмущающим фактором естественных процессов, происходящих в биосфере, является хозяйственная деятельность человека.

Биосфера играет важную роль в распределении энергетических потоков на Земле. В год до Земли доходит около 1024 Дж солнечной энергии; 42% из неё отражается обратно в космос, а остальное поглощается. Другим источником энергии является тепло земных недр. 20% энергии излучается в мировое пространство в виде тепла, 10% расходуется на испарение воды с поверхности Мирового океана (см. рис 7,8).

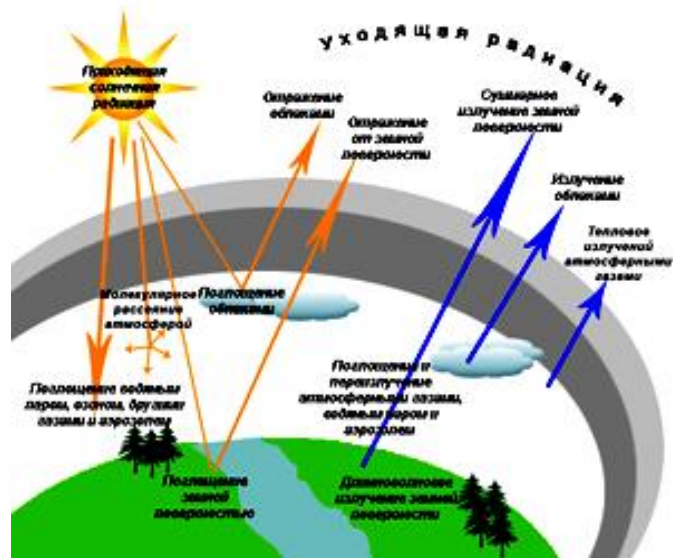


Рисунок 7 – Схема отражения энергии солнца

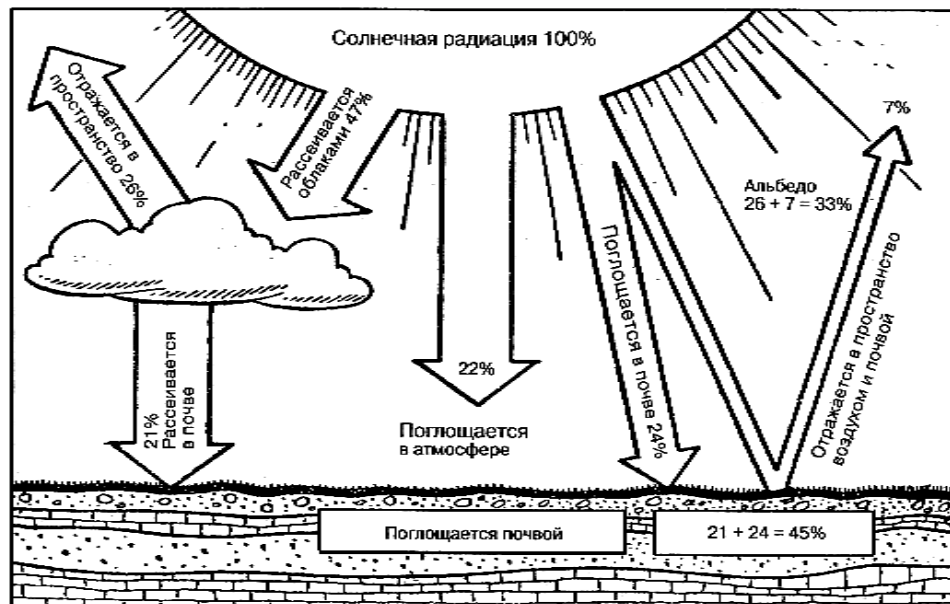


Рисунок 8 – Схема отражения солнечной радиации

Около 99% солнечного излучения, попадающего на Землю, сосредоточено в интервале длин волн 0,2 – 4 мкм. Из них почти 50% приходится на лучи видимой части спектра 0,38 – 0,77 мкм. Остальная часть лежит в области ультрафиолетовой и инфракрасной части спектра. Почти 30% солнечной энергии сразу же отражается атмосферой и облаками в космос, 8% поглощается пылью, 10% – водяным паром, озоном и другими газами. И только 52%

солнечного излучения достигает поверхности Земли. Но и на этом уровне 10% теряется за счет альбедо (отражения) и почти половина энергии используется в процессах транспирации и испарениях. В распоряжении экосистем остается 40% излучения, из которых только четверть используется растениями при фотосинтезе:

фотосинтез потребляет (+ 667 ккал) на число молекул реакции



$\xleftarrow{\hspace{10em}}$ моносахарид

дыхание, минерализация органического вещества (-667ккал)

Зелёные растения преобразуют в процессе фотосинтеза около 1022 Дж в год, поглощают $1,7 \cdot 10^8$ т CO_2 , выделяют около $11,5 \cdot 10^7$ т кислорода и испаряют $1,6 \cdot 10^{13}$ т воды. Исчезновение растений привело бы к накоплению диоксида углерода и уменьшению концентрации кислорода, что непременно бы сказалось на условиях существования жизни, катастрофическому накоплению углекислого газа в атмосфере, и через сотню лет жизнь на Земле в её нынешних проявлениях погибла бы. Наряду с фотосинтезом в биосфере происходит почти такое же по масштабам окисление органических веществ в процессах дыхания и разложения.

Поскольку хлорофилл и другие, близкие к нему пигменты, поглощают энергию, сосредоточенную в длинах волн 0,4 – 0,5 мкм (голубые) и 0,61 – 0,69 мкм (красные), то в реальных условиях только 10% энергии, получаемой растениями, идет в биомассу. Таким образом, КПД фотосинтеза составляет всего 0,1-1,6%. Но, не смотря на его малую эффективность, именно благодаря фотосинтезу возникла основная масса живого вещества.

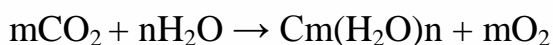
В этой связи уместно подчеркнуть мысль, что не всегда эффект эволюции связан с максимальным КПД. КПД природных процессов есть проявление случая, вероятности, как, например, в случае $S = k \ln W$ для открытых систем и диссипативных структур.

Возвращаясь к уравнению фотосинтеза, необходимо обратить внимание на то, что в процессе захоронения биомассы в осадочных породах земной

коры накапливается громадное количество углеводов в форме нефти и газа, каменного угля и горючих сланцев в течение многих десятков и сотен миллионов лет. Минерализация органического вещества ведёт к рассеянию части накопленной органическим веществом лучистой энергии Солнца. То есть растения способствуют согреванию биосферы. Человек, добывая это сырьё, возвращает энергию в биосферу Земли за несоизмеримо более короткий срок, внося временный энергетический дисбаланс в атмосферу дополнительным поступлением газов, пыли, тепла – продуктов горения. То есть, аккумулированная десятки, сотни миллионов лет назад энергия Солнца в литосфере в форме горючих полезных ископаемых возвращается (рассеивается) в экосферу под влиянием хозяйственной деятельности человека. Эта деятельность не отменяет существо обменных процессов, а влияет только на их скорость. Если увеличение давления хозяйственной деятельности увеличивает скорость обменных процессов в биосфере, то уменьшение – замедляет их. В отсутствие хозяйственной деятельности в прошлом обменные процессы биосферы были сбалансированы естественной скоростью их протекания.

При гибели организмов происходит обратный процесс – разложение органического вещества путем окисления, гниения и т.д. Отсюда общую реакцию фотосинтеза мы можем выразить в глобальном масштабе следующим образом:

жизнь —————>



<————— смерть

Этот сбалансированный процесс в биосфере приводит к тому, что количество биомассы живого вещества приобретает тенденцию к определенному постоянству. Наблюдается примерное планетарное равновесие между производством продукции живого вещества и его разложением.

Помимо солнечной энергии в биосферу поступает энергия внутреннего тепла Земли, которая высвобождается в форме периодически активизирующихся вулканов, а также в форме непрерывного теплового потока из ее глубин

за счет существующего термоградиента. Это еще мало востребованный энергетический источник человечеством.

В среднем на континентах термоградиент близок к величине 3° на 100 м. Это означает, что на каждые 100 м углубления в земную кору температура будет повышаться на 3°C . На разных участках суши термоградиент отличается вплоть до выхода горячих источников на поверхность в местах сосредоточения активных вулканов, близости к поверхности термических аномалий. Под океанами термоградиент гораздо выше. Однако, как показали глубинные исследования земной коры, повышение температуры с глубиной не носит линейный или пропорциональный характер.

Роль вулканизма в формировании живого вещества на нашей планете огромна. Именно с его помощью формировалась атмосфера и гидросфера, земная кора, а живое вещество активно влияло на направленность изменения состава всех оболочек Земли. По современным данным подводного исследования вулканов в непосредственной близости к ним отмечаются проявления высокоорганизованной формы жизни. Это говорит о том, что не только солнечная энергия явилась причиной возникновения жизни на Земле. Значительная роль в появлении жизни на ранних этапах эволюции Земли могла принадлежать энергии внутреннего тепла планеты (вулканической деятельности под водой и на материках). И лишь позже главная энергетическая составляющая для развития жизни на Земле была связана с солнечной энергией.

Одной из причин формирования устойчивого теплового потока явилась радиоактивность, которая на ранних этапах геологической истории была важнейшим энергетическим фактором, ответственным за формирование эндогенного источника тепла и, вероятно, первых жизненных форм. В последствии, с понижением радиации Земли, развитие и усложнение жизненных форм происходило на фоне непрерывного снижения радиоактивного фона. Таким образом, парадокс заключается в том, что возникновение жизни на Земле обязано радиоактивности в купе с энергетическим потенциалом Солнца и Земли. В то же время высокий радиоактивный фон губителен для высокоорганизованной живой материи.

Значительной внутренней энергией обладает Мировой океан за счёт высокой теплоёмкости воды. Он аккумулирует громадное количество тепла и является, наряду с атмосферой, ледниками, основным фактором, ответственным за формирование климата на Земле. Например, средняя температура поверхности океана близка к $14,6^{\circ}\text{C}$, а средняя температура океана близка к $18,4^{\circ}\text{C}$. Неравнозначность поверхностной температуры океана и суши, наличие угла наклона земной оси к земной орбите приводит к естественному обмену теплом между океаном, сушей и атмосферой, формируя, т.о., между северным и южным полушариями циклические сезонные изменения погоды.

Значимыми факторами, влияющими на энергетический баланс биосферы, являются и различные фазовые преобразования воды, вещества во внутренних слоях Земли. Они в общем энергетическом балансе биосферы до сих пор мало исследованы, а, стало быть, не учитываются при построении различных моделей климата. Таким образом, энергетический баланс биосферы в течение миллиардов лет эволюции создал уникальные условия возникновения и поддержания развития жизни.

-4-

Исследование функционирования геосистем должно основываться на функционально-динамическом подходе, а количественные характеристики функционирования и соотношение между внутренним и внешним веществоно-энергетическим обменом изучаться посредством анализа их балансовых уравнений.

Анализ балансовых уравнений геосистем является одним из главных средств их познания. Основное назначение балансового метода – изучение и количественная характеристика динамических явлений, связанных с перемещением вещества и энергии внутри геосистем и между ними в процессе их функционирования. Основными балансами, описывающими процессы функционирования геосистем, являются энергетический, водный и биогеохимический.

Энергетический баланс. Важнейший энергетический источник функционирования геосистем – лучистая энергия солнца. Доля участия других потоков энергии, связанных с излучением небесных тел, тектоническими процессами, вулканической деятельностью и т. д., весьма небольшая. Обеспеченность солнечной радиацией, ее способность превращаться в тепловую, химическую или механическую энергию определяет интенсивность функционирования геосистем. Все вертикальные и горизонтальные связи в геосистемах прямо или косвенно связаны с трансформацией солнечной энергии. Она обуславливает пространственную и временную упорядоченность метаболизма в геосистемах, цикличность их функционирования.

Радиационный баланс (R) геосистем описывается уравнением:

$$R = (I + i) (1 - A) - (E_z - yE_a),$$

где I – прямая и i – рассеянная солнечная радиация;

A – альbedo поверхности;

E_z – собственное излучение поверхности;

E_a – встречное излучение атмосферы;

y – относительный коэффициент поглощения длинноволновой радиации земной поверхностью.

Радиационный баланс и его составляющие являются важнейшими геоэкологическими характеристиками геосистем, позволяющими исследовать процессы их функционирования. Положительные или отрицательные величины радиационного баланса компенсируются несколькими потоками тепла.

В результате перемещения этих потоков тепла в геосистемах происходит цикличное изменение температуры воздуха и почвы. Величина и интенсивность теплообмена зависят от влажности воздуха и почвы, литологического состава грунтов, растительного покрова и других факторов. Значительное количество радиационного баланса затрачивается на физическое испарение и транспирацию, т. е. суммарное испарение.

Алгебраическая сумма рассмотренных выше тепловых потоков, входящих на земную поверхность и уходящих от нее, составляет тепловой баланс геосистем и описывается выражением:

$$R + P + B + LE = 0, \text{ где}$$

R – радиационный баланс;

P – турбулентный поток тепла между земной поверхностью и атмосферой;

B – поток тепла между земной поверхностью и нижележащими слоями почвы;

LE – поток тепла, связанный с фазовыми преобразованиями воды, испарением и конденсацией.

Другие составляющие теплового баланса, не включенные в уравнение, такие как потоки тепла от диссипации энергии ветра, поток тепла переносимый ветром, расход энергии на таяние льда или снега, физическое разрушение горных пород, фотосинтез и т. п., значительно меньше основных членов баланса и обычно их не принимают во внимание при его анализе. Тем не менее, эти потоки играют существенную роль в функционировании геосистем, и более полное уравнение теплового баланса имеет вид:

$$R = L(E + T - C) \pm P \pm B \pm F \pm A, \text{ где}$$

E – физическое испарение;

C – конденсация водяных паров;

L – скрытая теплота парообразования;

F – затраты тепла на фотосинтез;

A – различные адвекции тепла.

Предложенная схема транспортировки лучистой энергии солнца в геосистемах охватывает почти все возможные ее потоки. Однако для разных геосистем она будет различаться в соответствии с их функционированием в конкретном состоянии.

Водный баланс. Влагооборот в геосистемах включает в себя обмен водными потоками между их компонентами и элементами. В процессе пре-

вращения, перемещения и изменения водных потоков в них образуются растворы, коллоиды, осуществляется транспортировка и аккумуляция химических элементов, происходят биогеохимические реакции. Интенсивность влагооборота и его структура индивидуальны для различных геосистем и зависят от энергообеспеченности, климатических условий, характера литогенной основы, почв, растительности и других факторов.

Процесс влагооборота в геосистемах может быть описан уравнением водного баланса, отражающим соотношение между его составляющими, то есть статьями прихода и расхода воды. Основной приходной статьёй водного баланса является сумма осадков, проступающих в геосистемы из атмосферы (Иос). Часть этих осадков перехватывается растительным покровом (Ирп), остальные в основном поступают на поверхность почвы (Ип) и расходуются на поверхностный сток (Ипов.с), инфильтрацию в почве (Иин) и подземный сток (Иподз.с). К расходным статьям водного баланса геосистем также относятся затраты тепла на физическое испарение с поверхности почвы и растений (Ифи) и транспирацию (Итр). Кроме того, заметную роль в водном балансе геосистем могут играть различные горизонтальные адвекции влаги (Иад). Таким образом, если начальное количество влаги в геосистеме принять за I_n , а конечное за I_k , то уравнение ее водного баланса примет вид:

$$I_k - I_n = Ирп + Ип - Ипов.с - Иин - Иподз.с - Ифи - Итр - Иад$$

$$\text{или } \Delta ИГ = Иос - Исс - Иси + Иад,$$

$$\text{где } \Delta ИГ = I_k - I_n;$$

$$Иос = Ирп + Ип;$$

$$Исс = Ипов.с + Иподз.с + Иин;$$

$$Исс - \text{суммарный сток};$$

$$Иси - \text{суммарное испарение};$$

$$\Delta ИГ - \text{водно-балансовый индекс геосистемы.}$$

Если за многолетний период водно-балансовый индекс больше нуля, в геосистеме наблюдается прогрессирующее увлажнение; если меньше – ис-

сушение. Нулевое значение $\Delta Иг$ соответствует динамическому равновесию водных потоков в геосистеме.

При рассмотрении основных составляющих водного баланса геосистем не было учтено количество воды, расходуемое на фотосинтез и некоторые другие процессы, так как ее количество, как правило, меньше точности определения всех остальных составляющих водного баланса. Однако, ее роль в функционировании геосистем, формировании их геоэкологического потенциала весьма значительна.

Биогеохимический баланс.

Специфическим выражением сущности геосистем, позволяющим определить внутренние причины, основу их динамики и развития, выявить значение в формировании геосистем внешних условий, являются процессы образования и разрушения органического вещества, протекающие в рамках биогеохимического цикла их функционирования.

Под биогеохимическим круговоротом понимается вся совокупность процессов обмена веществом между биотическими и абиотическими компонентами геосистем. Основные потоки движения органического вещества в процессе биогеохимического круговорота в геосистемах можно представить в виде балансового уравнения за какой-либо отрезок времени:

$$\Delta F = F_{нф} - F_{кф} = F_{ос} - F_{тр} + F_{п} + F_{с} + F_{ж} \pm F_{в} \pm F_{а},$$

где $F_{нф}$ и $F_{кф}$ – соответственно начальное и конечное количество органического вещества, образовавшееся в геосистеме в результате фотосинтеза;

ΔF – коэффициент эффективности биогеохимического цикла геосистемы;

$F_{ос}$ – поступление химических элементов с осадками;

$F_{тр}$ – вынос химических элементов с транспирацией;

$F_{п}$ – переход химических элементов из опада и опада в почву и поступление элементов питания в растения;

Fc – вынос или поступление органического вещества с поверхностным, внутрипочвенным и подземным стоком;

Fж – потребление химических элементов животными при поедании растений или поступление химических элементов в почву с трупами животных или их экскрементами и другими выделениями;

Fв – вынос или поступление органического вещества с воздушными массами;

Fа – антропогенное внесение или изъятие органического вещества.

-5-

Глобальный круговорот вещества состоит из запасов (резервуаров) и потоков. Как правило, суммарная величина запасов значительно больше, чем потоков, что обеспечивает устойчивость круговорота. Одна из важных количественных характеристик – среднее время оборота вещества, вычисляемое как отношение запаса к потоку. Оно может определяться также для любой ветви круговорота. Из отдельных химических элементов важнейшими геоэкологическими характеристиками географической среды являются глобальные биогеохимические циклы углерода, азота, фосфора и серы.

При сравнении геосистем по отдельным показателям функционирования обращает на себя внимание их определенное соответствие друг другу. Анализ системы балансовых уравнений дает возможность изучить взаимосвязи и взаимообусловленность их составляющих, выразить эти зависимости в виде уравнений связи двух и более элементов балансов, исследовать процессы их взаимодействия и роль в формировании геоэкологического потенциала геосистем. Он также позволяет выявить наиболее существенные факторы, определяющие условия жизнедеятельности человека, дает возможность количественно оценить их роль и степень участия в формировании среды его обитания.

Следует отметить, что отличительная особенность вещественно-энергетических круговоротов и балансов географической среды – высокая степень их замкнутости и сбалансированности, в то время как деятельность

человека ведет к разомкнутости и, следовательно, к неустойчивости геосистем. Нарушения замкнутости как локальных геосистем, так и глобальных циклов приводят к серьезным геоэкологическим проблемам.

Биота – исторически сложившаяся совокупность живых организмов, объединенных общей областью распространения. Живые организмы играют огромную, определяющую, роль в формировании и функционировании геосистем. Именно они превратили Землю в планету, резко отличающуюся от других. Биота обеспечивает стабильность окружающей среды, поддерживая оптимальные условия ее существования.

Функционирование биоты основано на физико-химических и молекулярно-биологических закономерностях. Один из самых важных природных процессов в географической среде – фотосинтез. При образовании органического вещества в процессе фотосинтеза растения, в дополнение к углероду, водороду и кислороду, превращают в органическое вещество азот и серу. Фотосинтезированное органическое вещество – это важнейший возобновимый ресурс географической среды, основа всей жизни и мощный регулятор глобальных биогеохимических циклов.

Для фотосинтеза используется менее одного процента поступающей к поверхности Земли солнечной радиации. В то же время, по абсолютной величине суммарная энергия, затрачиваемая на фотосинтез, значительна. Она на порядок превышает количество энергии, потребляемой человеческим обществом.

Наряду с синтезом органического вещества в природе, происходит и его разложение, или деструкция, то есть распад органических структур на составные части, включая питательные (биогенные) вещества, с выделением энергии. В этом процессе биота играет определяющую роль. На глобальном уровне, главным образом вследствие деятельности биоты, устанавливается с очень высокой степенью точности баланс между продукцией и деструкцией органического вещества. Тем самым обеспечивается устойчивость цикла углерода, важнейшего биогеохимического цикла. Кроме того, биота осуществ-

ляет эффективное управление потоками и концентрацией биогенных элементов, определяя тем самым устойчивость соответствующих глобальных биогеохимических циклов.

В процессе фотосинтеза также образуется кислород. Именно благодаря деятельности биоты атмосфера Земли имеет значительное содержание кислорода. Одним из фундаментальных последствий формирования кислородной атмосферы было образование озонового слоя, отсекающего наиболее губительную для живых организмов часть ультрафиолетовой солнечной радиации, что позволило биоте в процессе ее эволюции выйти из океана на сушу. Важнейшую роль биота играет в выветривании горных пород и образовании почв: микроорганизмы обеспечивают эффективное формирование большей части мелкодисперсной фракции почв, играющей определяющую роль в плодородии почвы. Это далеко не полный перечень важнейших глобальных процессов, в которых биота играет определяющую или важную роль.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите типы экосистем по преобладанию энергетики биосферы (Ю. Одум).
2. Охарактеризуйте роль фотосинтеза как основы энергетики биосферы.
3. Охарактеризуйте поток энергии в биосфере и его составляющие.
4. Охарактеризуйте схему отражения энергии Солнца.
5. Какие балансовые уравнения геосистем вы знаете?
6. Охарактеризуйте роль биоты в геосистемах.
7. Обоснуйте роль глобального круговорота веществ в биосфере.

Лекция 5. Круговороты веществ в биосфере

План:

1. Типы круговоротов веществ в биосфере.
2. Круговорот углерода.
3. Круговорот кислорода.

4. Круговорот азота.
5. Круговорот фосфора.
6. Круговорот серы.
7. Круговорот калия, натрия, кальция, магния и хлора.
8. Круговорот алюминия, железа, марганца.
9. Круговорот кремния.
10. Круговороты тяжелых металлов.

-1-

Основных круговоротов веществ в природе два: большой (геологический) и малый (биогеохимический).

Большой круговорот веществ в природе (геологический) обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли.

Осадочные горные породы, образованные за счет выветривания магматических пород, в подвижных зонах земной коры вновь погружаются в зону высоких температур и давлений. Там они переплавляются и образуют магму – источник новых магматических пород. После поднятия этих пород на земную поверхность и действия процессов выветривания вновь происходит трансформация их в новые осадочные породы. Новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям (см. рис. 9).

Роль воды в происходящих в биосфере процессах огромна. Без воды невозможен обмен веществ в живых организмах. С появлением жизни на Земле круговорот воды стал относительно сложным, так как к простому явлению физиологического испарения добавился более сложный процесс биологического испарения (транспирация), связанный с жизнедеятельностью растений и животных.

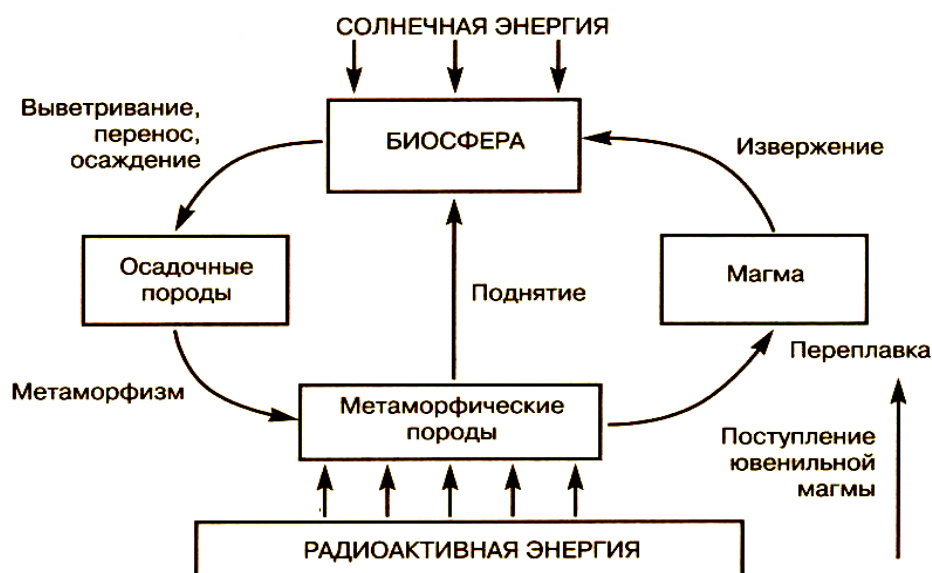


Рисунок 9 – Схема геологического круговорота

К большому круговороту можно также отнести и круговорот воды (см. рис. 10).

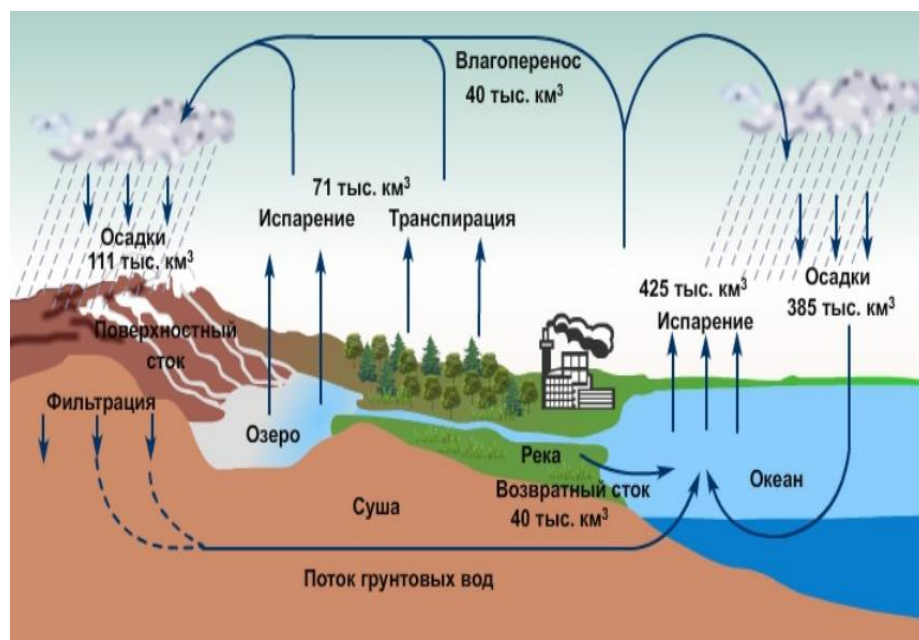


Рисунок 10 – Схема круговорота воды

Кратко круговорот воды в природе можно описать следующим образом. Вода поступает на поверхность Земли в виде осадков, которые образуются главным образом из водяного пара, попадающего в атмосферу в результате физического испарения и испарения воды растениями. Одна часть этой воды

испаряется прямо с поверхности водных объектов или косвенно, при посредстве растений и животных, а другая питает подземные воды.

Характер испарения зависит от многих факторов. Так, с единицы площади в лесной местности испаряется значительно больше воды, чем с поверхности водного объекта. С уменьшением растительного покрова уменьшается и транспирация, а, следовательно, и количество осадков.

Поток воды в гидрологическом цикле определяется испарением, а не осадками. Способность атмосферы удерживать водяной пар ограничена. Увеличение скорости испарения ведет к соответствующему увеличению осадков. Вода, содержащаяся в воздухе в виде пара в любой момент, соответствует в среднем слою толщиной 2,5 см, равномерно распределенному по поверхности Земли. Количество осадков, выпадающих в год, составляет в среднем 65 см. Следовательно, водяные пары атмосферного фронта ежегодно совершают круговорот примерно 25 раз (раз в две недели).

Содержание воды в водных объектах и почве в сотни раз больше, чем в атмосфере, однако она протекает через два первых фонда с одинаковой скоростью. Среднее время переноса воды в ее жидкой фазе по поверхности Земли около 3650 лет, в 10000 раз больше, чем время ее переноса в атмосфере. Человечество в процессе хозяйственной деятельности оказывает сильное воздействие на основу гидрологического цикла - испарение воды.

Загрязнение водных объектов и в первую очередь морей и океанов нефтепродуктами резко ухудшает процесс физического испарения, а уменьшение площади лесов - транспирацию. Это не может не сказаться на характере круговорота воды в природе.

Глобальные круговороты жизненно важных биогенных элементов распадаются в биосфере на множество мелких круговоротов, приуроченных к локальным местам обитания различных биологических сообществ. Они могут быть более или менее сложными и в разной степени чувствительными различного рода внешним воздействиям. Но природа распорядилась так, что в естественных условиях эти биохимические круговороты являются «образцо-

выми безотходными технологиями». Цикличность охватывает 98-99% биогенных элементов и лишь 1-2% уходит даже не в отходы, а в геологический запас.

В отличие от простого переноса - перемещения минеральных элементов в большом круговороте, - в малом круговороте самыми важными моментами являются синтез и разрушение органических соединений. Эти два лежащих в основе жизни процесса находятся в определенном соотношении, что и составляет одну из главных ее особенностей.

Уникальные свойства живого вещества и его биогеохимические функции, проявляющиеся в способности трансформировать газы и концентрировать химические элементы, объясняют его способность совершать грандиозную по масштабам и последствиям геохимическую работу на планете.

Основой функционирования природной системы (ПС) являются энергетические и вещественные связи. Вещество в ПС движется по замкнутому кругу, формируя биогеохимический круговорот.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части:

- 1) резервный фонд – это огромная масса движущихся веществ, не связанных с организмами;
- 2) обменный фонд – значительно меньший, но весьма активный, обусловленный прямым обменом биогенным веществом между организмами и их непосредственным окружением.

Если же рассматривать биосферу в целом, то в ней можно выделить:

- 1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере (океан);
- 2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре (в геологическом круговороте).

На пути от автотрофов к гетеротрофам питательные элементы могут попадать в так называемые резервные фонды, своеобразные отстойники. Вещества здесь малоподвижны и проходят лишь минеральные превращения, не связанные с живой материей. Такими резервными фондами являются, на-

пример, залежи угля, отложения карбонатных пород на дне моря. Резервными фондами можно считать также запасы древесины в лесных экосистемах, залежи торфа, лесную подстилку, перегной, запасы углерода в форме угольной кислоты в атмосфере, гидросфере, почве, растворённые в водах химические элементы, сами воды.

По скорости движения вещества и стабильности резервные фонды неоднородны. В границах резервного фонда можно выделить легкодоступную живым организмам массу вещества. Такое вещество, как правило, сосредоточено в высокоподвижных геосферах, в которых потоки вещества движутся значительно энергичнее, чем в остальной части резервных фондов. Это вещество имеет значительно больше шансов быть вовлеченным в биологические трофические цепи. Такую массу вещества называют обменным фондом.

Резервные фонды атмосферы, гидросферы и биосферы обычно легко доступны, вещество из них легко извлекается и так же легко в них возвращается, поэтому происходящие здесь процессы отличаются относительной стабильностью. Значительно труднее извлекается вещество из фонда осадочного цикла (из литосферы). Поэтому идущие с участием этого фонда процессы менее активны, неустойчивы. Здесь поступление в резерв идёт более быстрыми темпами, чем извлечение из него. Процесс извлечения и возврата вещества в резервные фонды является частью биогеохимических циклов.

В процессе эволюции биогеохимические циклы приобрели почти замкнутый, круговой характер. Благодаря этому поддерживается известное постоянство, динамическое равновесие состава, количества и концентрации вовлечённых в круговорот веществ. В то же время, за счёт неполной замкнутости биологического круговорота в атмосфере накапливается азот, кислород, в земной коре – соединения углерода (нефть, уголь, газ), в океане – различные соли.

Благодаря высокой подвижности атмосферы и наличию в ней большого обменного фонда, некоторые круговороты (кислорода, углерода, азота) обладают способностью быстрой саморегуляции. Например, образовавшиеся

локальные сгущения углекислого газа быстро рассеиваются и более быстро поглощаются растительностью.

Круговороты, идущие в режиме осадочных циклов (обороты серы, фосфора, железа), менее активны и мало регулируемы. Основная масса этих веществ сосредотачивается в малоподвижной литосфере.

Как для геологического, так и биологического круговоротов характерна необратимость. В них обязательно привносятся новые элементы, новые условия, иные ритмы и звенья циклов. Постоянно накапливаясь, эти различия с каждым новым циклом приводят к заметным изменениям даже в биологических системах. Часть элементов периодически выпадает из круговорота, задерживается на то или иное время в тупиках, что приводит к развитию биосферы.

Таким образом, малый круговорот веществ в биосфере (биогеохимический), в отличие от большого, совершается лишь в пределах биосферы. Сущность его в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения.

Этот круговорот для жизни биосферы – главный.

В ряде экосистем перенос вещества и энергии осуществляется преимущественно посредством трофических цепей. Такой круговорот обычно называют биологическим. В масштабах всей биосферы такой круговорот невозможен.

Круговорот отдельных веществ В. И. Вернадский назвал биогеохимическими циклами. Суть цикла в следующем: химические элементы, поглощенные организмом, впоследствии его покидают, уходя в абиотическую среду, затем, через какое-то время, снова попадают в живой организм и т. д. Такие элементы называют биофильными. Этими циклами и круговоротом в целом обеспечиваются важнейшие функции живого веществам биосфере.

Некоторое количество вещества может на время выбывать из биологического круговорота (осаждаться на дне океанов, морей, выпадать в глубины

земной коры и т. п.). Однако в результате протекания тектонических и геологических процессов (вулканической деятельности, подъема и опускания земной коры, изменения границ между сушей и водой и др.) осадочные породы вновь включаются в круговорот, называемый геологическим циклом или круговоротом.

-2-

Это один из самых важнейших биосферных круговоротов, поскольку углерод составляет основу органических веществ. В круговороте особенно велика роль диоксида углерода (см. рис. 11, 12).

Запасы «живого» углерода в составе организмов суши и океана составляют, по разным данным, 550-750 Гт (1 Гт = 1 млрд. т), причем 99,5% его сосредоточено на суше, остальное - в океане. Кроме того, в океане содержится до 700 Гт углерода в составе растворенного органического вещества.

Запасы неорганического углерода значительно больше. Над каждым квадратным метром суши и океана находится 1 кг углерода атмосферы и под каждым квадратным метром океана на глубине 4 км - 100 кг углерода в форме карбонатов и бикарбонатов. Еще больше запасов углерода в осадочных породах - в известняках содержатся карбонаты, в сланцах - керогены и т.д.

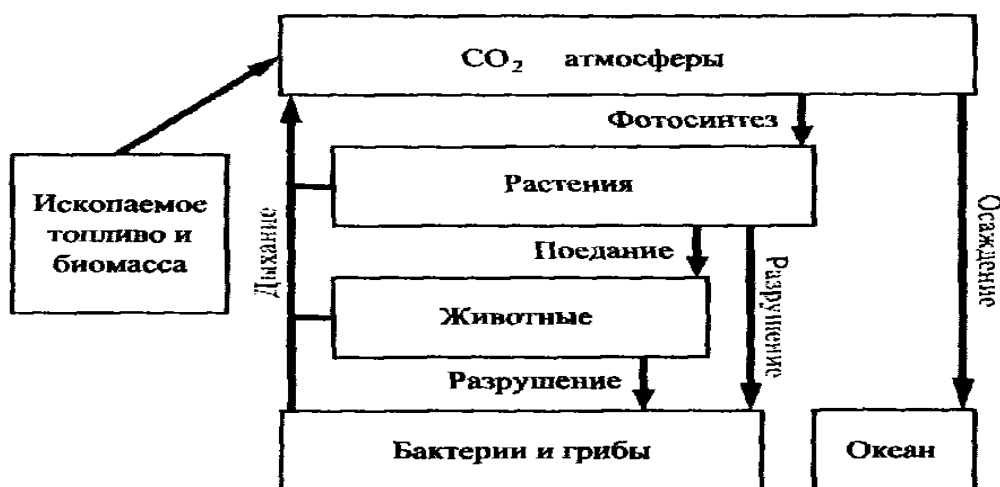


Рисунок 11 – Круговорот углерода в биосфере

Примерно 1/3 «живого» углерода (около 200 Гт) циркулирует, т. е. ежегодно усваивается организмами в процессе фотосинтеза и возвращается

обратно в атмосферу, причем вклад океана и суши в этот процесс примерно сходный. Несмотря на то, что биомасса океана много меньше биомассы суши, его биологическая продукция создается множеством поколений короткоживущих водорослей (соотношение биомассы и биологической продукции в океане примерно такое же, как в пресноводной экосистеме).



Рисунок 12 – Круговорот углекислого газа в биосфере

До 50% (по некоторым данным - до 90%) углерода в форме диоксида возвращают в атмосферу микроорганизмы-редуценты почвы. В этот процесс равный вклад вносят бактерии и грибы. Возврат диоксида углерода при дыхании всех прочих организмов, таким образом, меньше, чем при деятельности редуцентов.

Некоторые бактерии кроме диоксида углерода образуют метан. Выделение метана из почвы возрастает при переувлажнении, когда создаются анаэробные условия, благоприятные для деятельности метанообразующих бактерий. По этой причине резко увеличивается выделение метана лесной почвой, если древостой вырублен и вследствие уменьшения транспирации происходит ее заболачивание. Много метана выделяют рисовые поля и домашний скот.

В настоящее время отмечается нарушение круговорота углерода в связи со сжиганием значительного количества ископаемых углеродистых энергоносителей, а также дегумификацией пахотных почв и осушением болот. В целом содержание диоксида углерода в атмосфере ежегодно увеличивается на 0,6%. Еще быстрее возрастает содержание метана - на 1-2%. Эти газы являются главными виновниками усиления парникового эффекта, который на 50% зависит от диоксида углерода и на 33% - от метана.

Последствия усиления парникового эффекта для биосферы неясны, наиболее вероятный прогноз - потепление климата. Однако поскольку «машинами» климата являются морские течения, то вследствие их изменения при таянии ледников в ряде районов возможно существенное похолодание (в том числе в Европе в результате изменения течения Гольфстрим). Под влиянием изменения концентрации диоксида углерода значительно учащаются крупные стихийные бедствия (наводнения, засухи и т.д.) (см. рис. 13).

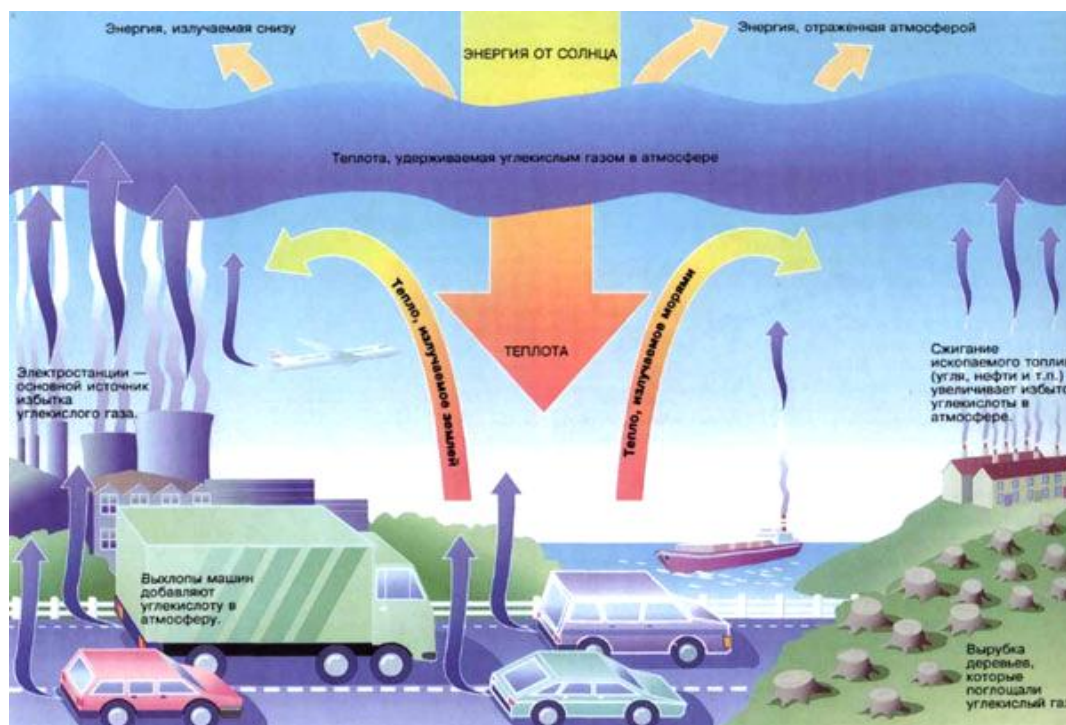


Рисунок 13 – «Парниковый эффект» и причины его возникновения

Приведенные данные характеризуют биогенный круговорот углерода. В круговороте участвуют и геохимические процессы, при которых происходит

обмен атмосферного углерода и углерода, содержащегося в горных породах. Однако данных о скорости этих процессов нет. Полагают лишь, что их интенсивность менялась в истории планеты и парниковый эффект, который наблюдается сегодня, многократно проявлялся в прошлом при усилении геохимических процессов с выделением диоксида углерода и при ослаблении процессов, которые «оттягивали» его из атмосферы.

Для того чтобы вернуть круговороту углерода равновесие, необходимо увеличить площадь лесов и сократить выброс газов при сжигании углеродистых энергоносителей.

-3-

Кислород атмосферы имеет биогенное происхождение и его циркуляция в биосфере осуществляется путем пополнения запасов в атмосфере в результате фотосинтеза растений и поглощения при дыхании организмов и сжигании топлива в хозяйстве человека (рис. 14, 15). Кроме того, некоторое количество кислорода образуется в верхних слоях атмосферы при диссоциации воды и разрушении озона под действием ультрафиолетового излучения; часть кислорода расходуется на окислительные процессы в земной коре, при вулканических извержениях и др.

Этот круговорот очень сложный, так как кислород вступает в разнообразные реакции и входит в состав очень большого числа органических и неорганических соединений, и замедленный. Для полного обновления всего кислорода атмосферы требуется около двух тысяч лет (для сравнения: ежегодно обновляется около 1/3 диоксида углерода атмосферы).

В настоящее время поддерживается равновесный круговорот кислорода, хотя в крупных густонаселенных городах с большим количеством транспорта и промышленных предприятий возникают локальные нарушения.

Однако отмечается ухудшение состояния озонового слоя и образование «озоновых дыр» (областей с пониженным содержанием озона) над полюсами Земли, что представляет экологическую опасность. Временные «дыры» возникают также над обширными районами вне полюсов (в том числе и над

континентальными районами России). Причиной этих явлений является попадание в озоновый слой хлора и оксидов азота, которые образуются в почве из минеральных удобрений при их разрушении микроорганизмами, а также содержатся в выхлопных газах автомобилей. Эти вещества разрушают озон с более высокой скоростью, чем он может образовываться из кислорода под влиянием ультрафиолетовых лучей.



Рисунок 14 – Круговорот кислорода в биосфере

Сохранение озонового слоя - одна из глобальных задач мирового сообщества.

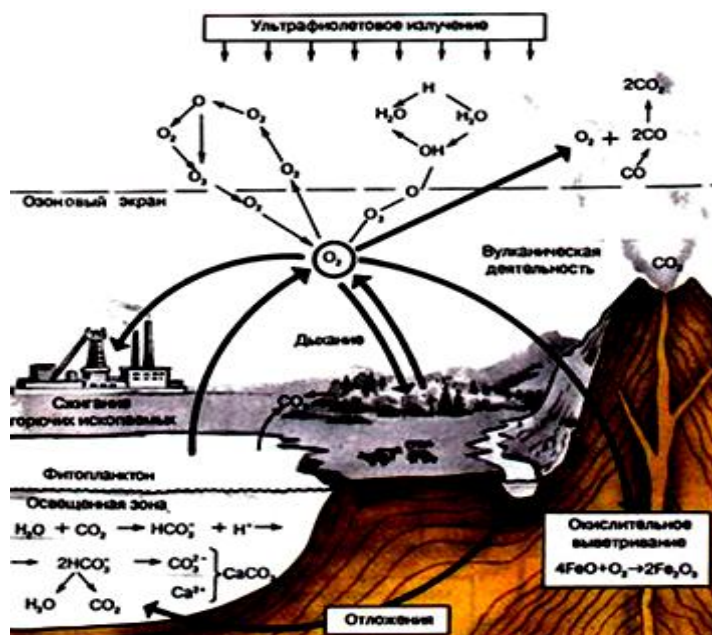


Рисунок 15 – Схема круговорота кислорода и его составляющих

Так как озон является фотооксидантом, образующимся из оксида азота и углеводородов под влиянием ультрафиолетовых лучей, то возможно увели-

чение содержания озона в приземном слое атмосферы. В этом случае он становится опасным загрязнителем, вызывающим раздражение дыхательных путей человека. Однако отрицательно сказывается на здоровье человека и чрезмерно низкое содержание озона в атмосфере (см. рис. 16, 17).

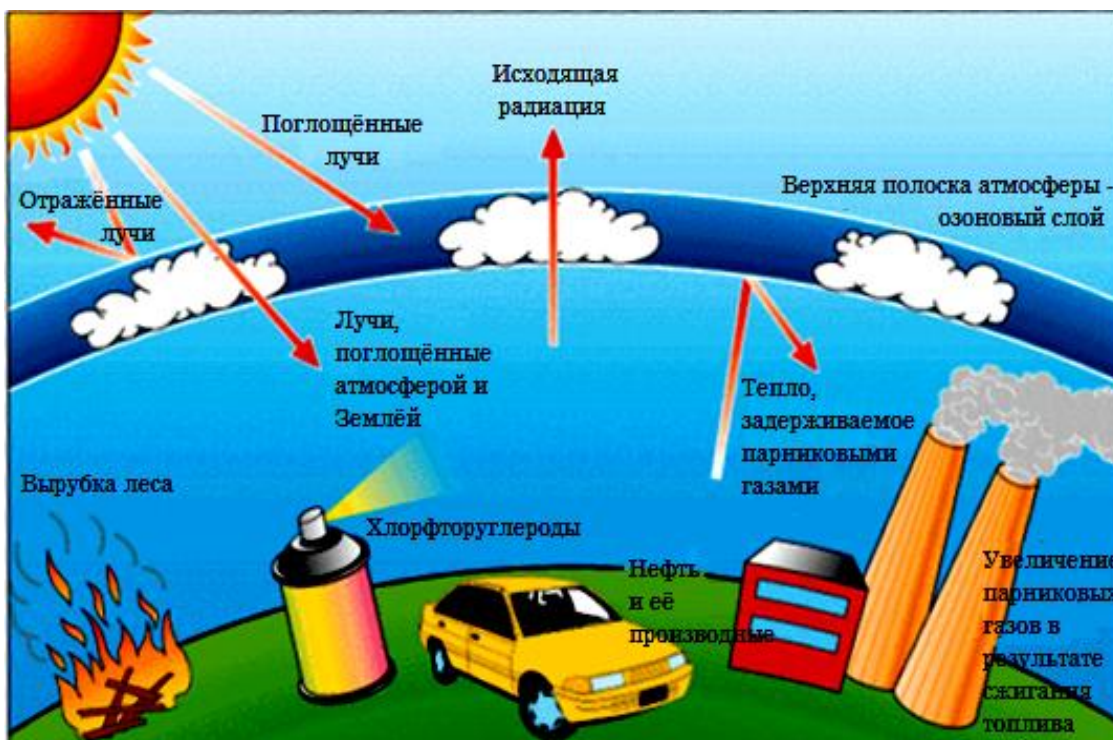


Рисунок 16 – Причины истощения озонового слоя

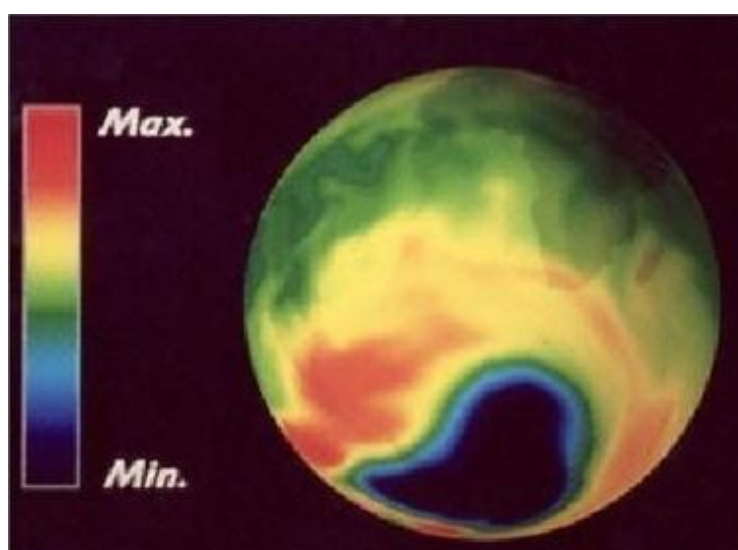


Рисунок 17 – Вид «озоновой дыры» над Антарктидой из космоса

-4-

Циркуляция азота в биосфере протекает по следующей схеме (рис. 18, 19):

- перевод инертного азота атмосферы в доступные для растений формы (биологическая азотфиксация, образование аммиака при грозовых разрядах, производство азотных удобрений на заводах);
- усвоение азота растениями;
- переход части азота из растений в ткани животных;
- накопление азота в детрите;
- разложение детрита микроорганизмами-редуцентами вплоть до восстановления молекулярного азота, который возвращается в атмосферу.

В морских экосистемах азотфиксаторами являются цианобактерии, связывающие азот в аммиак, который усваивается фитопланктоном.

В настоящее время вследствие уменьшения доли естественных экосистем биологическая азотфиксация стала меньше промышленной фиксации азота (соответственно 90-130 и 140 млн. т в год), причем к 2020 г. ожидается увеличение промышленной азотфиксации на 60%. До половины азота, вносимого на поля, вымывается в грунтовые воды, озера, реки и вызывает эвтрофикацию водоемов.

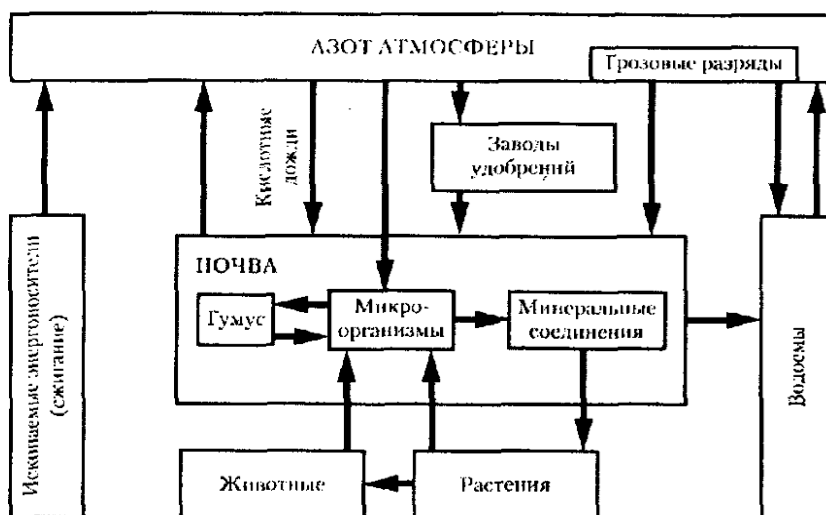


Рисунок 18 – Схема круговорота азота в биосфере

Значительное количество азота в форме оксидов азота поступает в атмосферу, а затем в почву и водоемы в результате ее загрязнения промышленностью и транспортом (кислотные дожди). Этот азот был изъят из атмо-

сферы экосистемами геологического прошлого и длительное время находился «на депоненте» в угле, газе, нефти, при сжигании которых он возвращается в круговорот. Например, в США азота с атмосферными осадками в год выпадает 20-50 кг/га, а в отдельных районах эмиссия достигает 115 кг/га.

Экологически безопасной считается величина эмиссии азота 10-30 кг/га в год. При более высоких нагрузках происходят значительные изменения в экосистемах: почвы подкисляются, происходит выщелачивание питательных элементов в глубокие горизонты, возможно усыхание древостоев и массовое развитие заносных видов-нитрофилов. Кроме того, высокое содержание азота в растениях, выросших на загрязненных азотом почвах, повышает их поедаемость, что может привести к выпадению из растительных сообществ даже доминантных видов. Так, в некоторых пустошах Западной Европы после того, как в вереске повысилось содержание азота, массово размножился вересковый жук (его количество достигало 2000 экземпляров на 1 м²). Жук практически полностью выел этот кустарник из сообществ. Те же изменения в составе загрязняемых промышленным азотом сообществ отмечены и в Калифорнии.



Рисунок 19 – Составляющие круговорота азота

Однако не всегда кислотные дожди оказывают пагубное влияние на экосистемы. Экосистемы степной зоны, где почвы имеют слабощелочную реакцию, от выпадения кислотных дождей не только не страдают, но даже

увеличивают свою продуктивность за счет дополнительного азота (см. рис. 20).

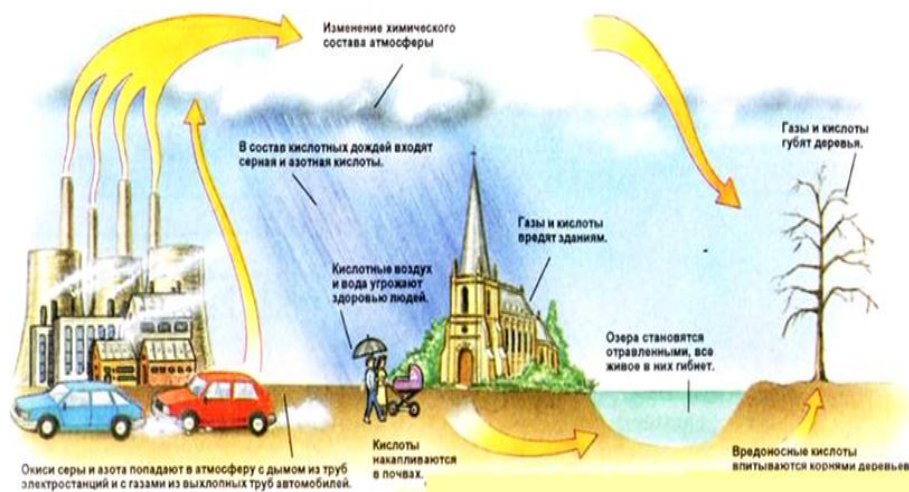


Рисунок 20 – Схема образования кислотных дождей

Восстановление естественного круговорота азота возможно за счет уменьшения производства азотных удобрений, резкого сокращения промышленных выбросов оксидов азота в атмосферу и расширения площади посевов бобовых, которые симбиотически связаны с бактериями-азотфиксаторами.

-5-

О круговороте фосфора за обозримое время можно говорить лишь условно. Будучи гораздо тяжелее углерода, кислорода и азота, фосфор почти не образует летучих соединений - он стекает с суши в океан, а возвращается в основном при подъеме суши в ходе геологических преобразований. По этой причине круговорот фосфора называют «открытым» (см. рис. 21, 22).

Фосфор содержится в горных породах, откуда выщелачивается в почву и усваивается растениями, а затем по пищевым цепям переходит к животным. После разложения мертвых тел растений и животных не весь фосфор вовлекается в круговорот, часть его вымывается из почвы в водоемы (реки, озера, моря). Там фосфор оседает на дно и почти не возвращается на сушу, лишь небольшое количество его возвращается с выловленной человеком рыбой или с экскрементами птиц, питающихся рыбой. Скопления экскрементов морских птиц служили в недалеком прошлом источником ценнейшего органического

удобрения - гуано, но в настоящее время ресурсы гуано практически исчерпаны.

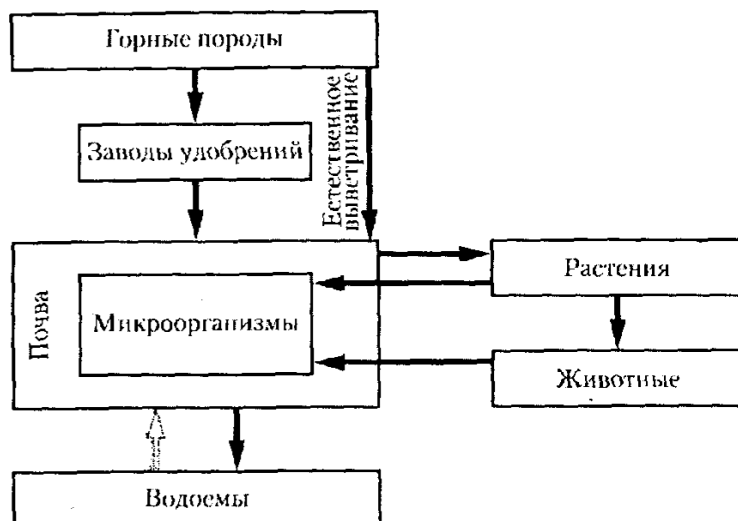


Рисунок 21 – Круговорот фосфора в биосфере

Отток фосфора с суши в океан усиливается вследствие возрастания поверхностного стока воды при уничтожении лесов, распашке почв и внесении фосфорных удобрений. Поскольку запасы фосфора на суше ограничены, а его возврат из океана проблематичен (хотя в настоящее время активно исследуются возможности его добычи со дна океана), в будущем в земледелии возможен острый дефицит фосфора, что вызовет снижение урожаев (в первую очередь зерна). Поэтому необходима экономия ресурсов фосфора.

Ежегодный вынос фосфора в водные объекты оценивается в $1,4 \cdot 10^7$ т. Скорость его обратного переноса на сушу птицами и продуктами рыбного промысла значительно меньше - около 105 т/год. Искусственное внесение удобрений в наземные агроценозы оценивается в $7 \cdot 10^7$ т/год, причем заметная доля их смывается с полей в водоемы.

Таким образом, механизмы естественного возврата фосфора на сушу не способны сегодня компенсировать потери этого элемента. Поскольку на Земле запасы фосфора малы и круговорот его недостаточно совершенен, любые воздействия человека на его биогеохимический круговорот могут привести к серьезным последствиям.

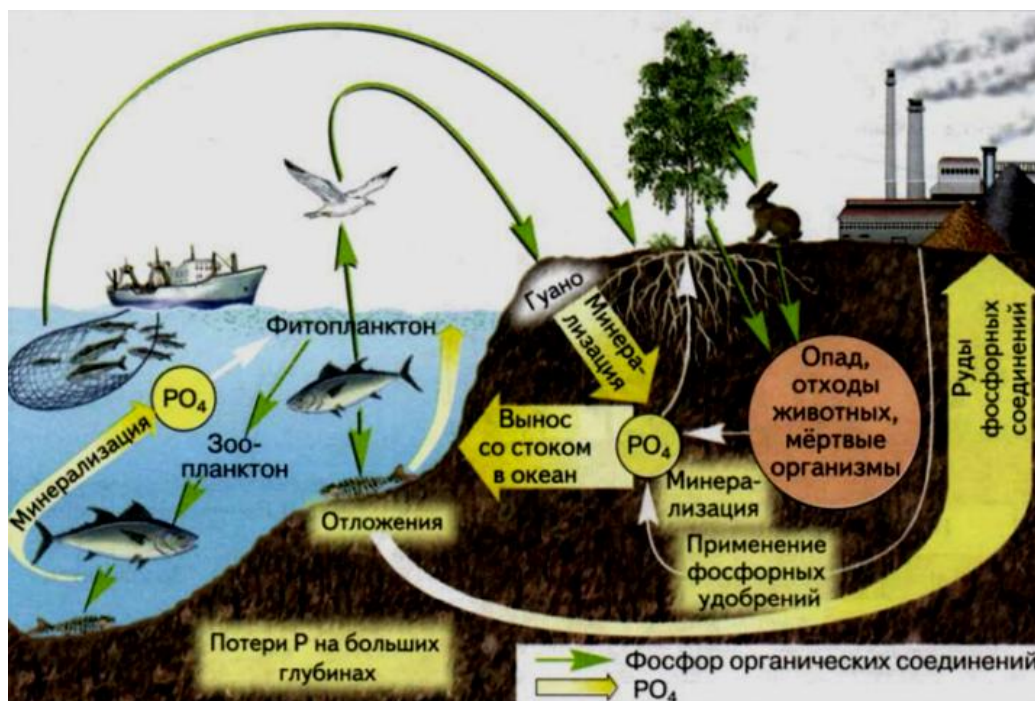


Рисунок 22 – Составляющие круговорота фосфора

Круговороты других биогенных элементов изучены в меньшей степени, чем круговорот фосфора, но все они происходят по похожей схеме с рядом своих особенностей. При этом следует отметить, что перемещение минеральных солей - это очень важный фактор. Человек, расширяя сельскохозяйственную деятельность, забирает вместе с продукцией и входящие в ее состав минеральные элементы. Поэтому необходимо знать, сколько минеральных солей извлекается из почвы, чтобы вернуть ей идентичное количество. Ранее этот процесс обеспечивался естественным круговоротом минеральных солей, но теперь в зонах деятельности человека этот процесс необходимо регулировать.

-6-

Сера появляется на земной поверхности как результат вулканической деятельности в виде соединений, помимо этого, вода в некоторых источниках тоже содержит сероводород. Круговорот серы проявляется биологическими процессами, которые вызываются микроорганизмами при гниении животных и растительных остатков. При разложении белков, содержащих аминокислоты, включающие серу (цистеин, цистин, метионин), и разложении эфирных

масел растений образуется сероводород и меркаптан. Сероводород выделяется при восстановлении солей сернистой, серной и серноватистой кислот при участии сульфатвосстанавливающих бактерий и также вовлекается в круговорот серы (см. рис. 23, 24).

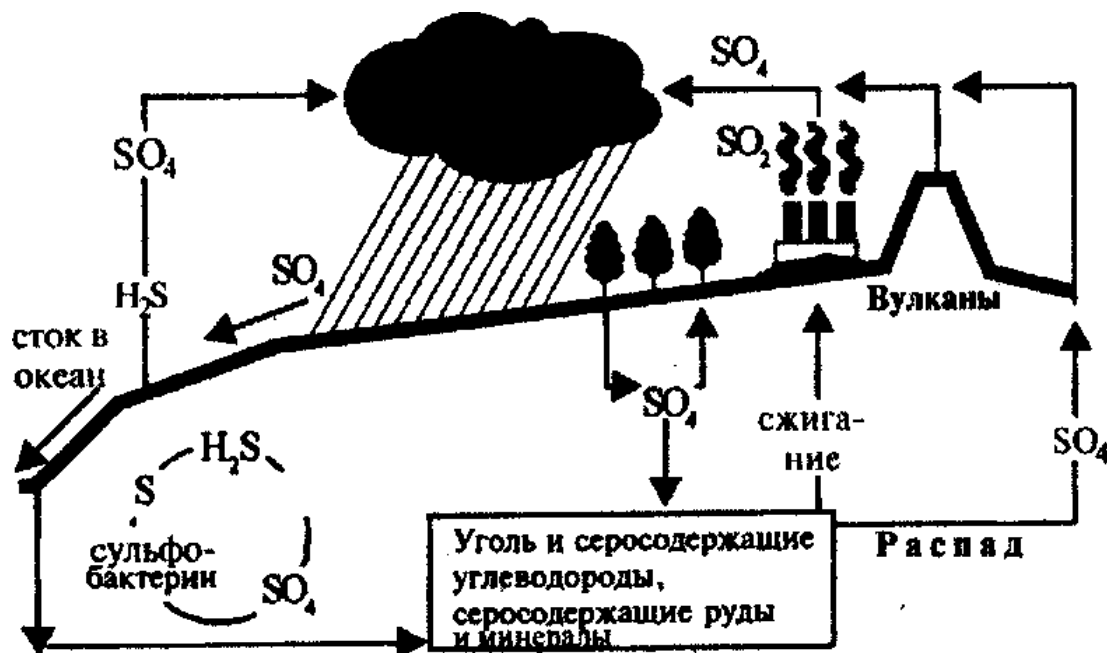


Рисунок 23 – Круговорот серы в биосфере

Вообще-то сероводород не усваивается растениями, а соответственно, и животными. Сероводород окисляет особые серобактерии, в результате чего происходит образование серноокислых солей, которые растениями усваиваются очень хорошо. Синтезируемые растениями серосодержащие соединения также включаются в круговорот серы в природе. Аммонифицирующие и сульфатредуцирующие бактерии освобождают из них сероводород.

Круговорот серы происходит, с другой стороны, за счет серобактерий, окисляющих сероводород.

Серобактерии подразделяются на две группы: бесцветные и пурпурные окрашенные. Бесцветные формы представляют: 1) всевозможные виды *Beggiatoa* – длинные свободноплавающие нити. Среди них наблюдаются крупнейшие из всех бактерий; 2) некоторые виды *Thiothrix* – это длинные неподвижные нити, которые прикрепляются к подводным предметам; 3) несколько видов бактерий одноклеточных - *Thiophysa*.

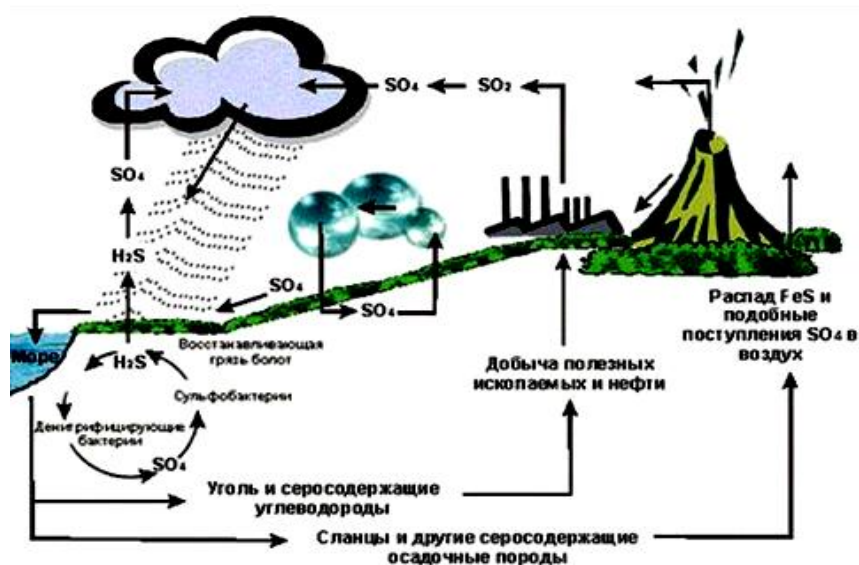


Рисунок 24 – Составляющие круговорота серы

Все бактерии - автотрофы. Круговорот серы способствует ее скоплению внутри клетки. В естественных условиях серобактерии находятся только в тех местах, где сероводород образуется постоянно и где есть свободное поступление кислорода. Движение бактерий происходит в бактериальной пластинке. Круговорот серы в биосфере толкает бактерии вверх за кислородом и вниз за сероводородом.

Слой бактерий в Черном море располагается на глубине около 200 м. Окисление серобактерий кислородом происходит в два этапа. Вначале они окисляются до серы, которая отлагается в протоплазме клеток и используется в качестве запасного энергетического материала. Если в среде не хватает сероводорода, постепенно окисляется в серную кислоту запасенная сера. Она нейтрализуется клеточными бикарбонатами и выводится наружу в форме сернокислой соли.

Круговорот серы не обходится без участия пурпурных серобактерий, обогащенных пигментом бактериопурпурином, придающим им разные оттенки красного, и фотосинтезирующим пигментом бактериохлорофиллом.

Серобактерии в природе широко распространены. Они живут в серных источниках, застойных водах, илах, почве. Серобактерии являются автотро-

фами, ассимилируют углекислый газ, используя энергию, которая образуется при окислении восстановленных серных соединений.

К бесцветным серобактериям относят тионовые бактерии, такие как *Thiobacillus thioparus*, *Thiobacillus thiooxidans* и другие. Кроме сероводорода и серы, они окисляют также тиосоединения, являются автотрофами, находятся в соленых и пресных водоемах, в почве.

Круговорот серы сопровождается восстановительными процессами, вызываемыми серобактериями, которые иногда в природе достигают огромных размеров. В Черном море на глубине более 200 м содержится настолько большое количество сероводорода, что жизнь там совсем прекращается. При накоплении сероводорода в почве, залитой водой, может остановиться на ней жизнь растений и животных. Сульфатвосстанавливающие микробы образуют целебную серную грязь многих озер около Пятигорска, лиманов под Одессой и Евпаторией. Эти бактерии при выделении сероводорода превращаются в черную массу гидрата коллоидного сернистого железа, пропитывающего ил водоема. Коррозия железа также происходит по их вине, из-за чего повреждаются трубы канализации и орошения. Серобактерии участвуют в биологической очистке сточных вод и являются показателями сильного загрязнения почвы и воды в населенных пунктах.

-7-

Кларк калия в земной коре составляет 2,89, а натрия 2,46, т.е их относительные содержания очень близки.

Калий – химически активный металл, в самородном состоянии не встречается. Во всех химических соединениях на Земле выступает как одновалентный металл. Металлический калий на воздухе «сгорает», быстро окисляясь до K_2O . Число минеральных видов – 115 (втрое меньше, чем у кальция и вдвое меньше, чем у натрия). Важнейшие минералы: галоиды – сильвин, карналлит, нитраты – К-селитра, силикаты – К-полевые шпаты (ортоклаз, микроклин), флогопит, мусковит, биотит, глауконит, лейцит. По химическим свойствам калий близок к натрию, что определяет их совместную

миграцию. Но их поведение в зоне гипергенеза и биосфере в целом резко различно. Большая часть калия в ходе гипергенного преобразования силикатов остается в составе вторичных глинистых минералов, поэтому калий гораздо прочнее удерживается в пределах Мировой суши, чем натрий и, как мы увидим далее, кальций. И все же частичное высвобождение ионов калия в процессах гипергенеза происходит, и он активно вовлекается в биогеохимический круговорот.

Обусловлено это тем, что калий играет очень важную роль в жизни живых организмов. В условиях влажного климата при выветривании калийсодержащих минералов калий легко выщелачивается и переносится водными растворами. Однако вынос калия в коре выветривания происходит менее интенсивно, чем кальция и натрия. Это связано с тем, что крупный ион калия в большей степени сорбируется тонкодисперсными минералами. Давно известно, что ионы калия легче сорбируются некоторыми коллоидами (например, гидроокислами железа и алюминия), чем ионы натрия. Реакции катионного обмена с глинистыми минералами также способствуют фиксации калия. В почвах также происходит обмен между ионами калия и гидроксония, которые имеют сопоставимые ионные размеры. Таким способом калий может фиксироваться в гидрослюдах, каолините, монтмориллоните. Калий в большей степени, чем натрий, поглощается наземной растительностью.

Поэтому значительная часть калия сохраняется в почвах, в то время как большая часть натрия выносится в океан. В составе стока с материков натрия почти в 2,5 раза больше, чем калия.

Калий – важнейший элемент живых организмов. Они содержат от 0,1 до 0,01% калия. В золе культурных растений до 25-60% K_2O . Некоторые организмы способны концентрировать калий в значительных количествах. Так, в некоторых водорослях содержание калия достигает 3% живой массы. Наземные растения поглощают калий из почвы. При недостатке калия листья бледнеют и отмирают, семена теряют всхожесть. Калий легко проникает в клетки организмов и увеличивает их проницаемость для различных веществ.

Он оказывает значительное влияние на обмен веществ и необходим растениям для фотосинтеза. Кроме того, калий улучшает поступление воды в клетки растений и понижает процесс испарения, тем самым увеличивая устойчивость растений к засухе. При недостатке или избытке калия интенсивность фотосинтеза снижается, а интенсивность дыхания повышается. Недостаток калия в почвах приводит к значительному снижению урожайности растений (см. рис. 25).

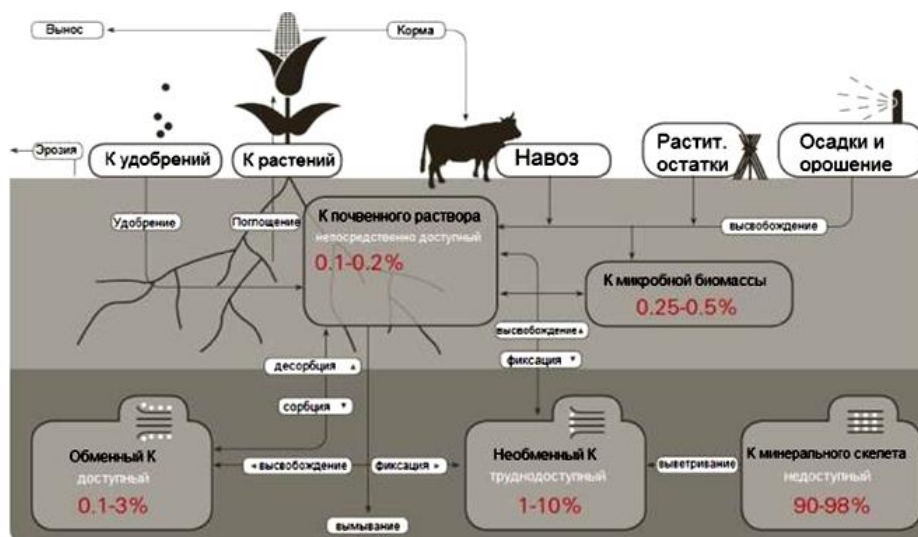


Рисунок 25 – Круговорот калия в агроценозах

Именно поэтому кларк калия в живом веществе такой же высокий, как у азота. Особенно много калия накапливают некоторые морские водоросли (до 5%).

В биологический круговорот на суше вовлекается ежегодно около $1,8 \times 10^9$ тонн калия. Освобождающаяся из системы биологического круговорота на суше масса калия частично задерживается в мертвом органическом веществе и сорбируется минеральным веществом почвы (глинистыми минералами), а частично вовлекается в водную миграцию.

Количество калия в настоящее время связанное в мертвом органическом веществе педосферы составляет по данным разных авторов от 3×10^9 до 6×10^9 тонн. Ежегодно с континентальным водным стоком в океан поступает более 61×10^6 тонн калия в растворенном состоянии (виде свободных ионов) и

283x10⁶ тонн калия в составе взвесей (глинистые частицы, органическое вещество и т.д.). Калий активно мигрирует также в системе поверхность океана - атмосфера в составе аэрозолей: средняя концентрация этого элемента в атмосферных осадках над океаном - 15%. Концентрация калия в атмосферных осадках над континентами заметно выше, в среднем 0,7%. Значительное количество калия переносится с пылью с суши в океан. По оценке В.В. Добровольского эта величина составляет не менее 43x10⁶ тонн в год.

Кларк натрия в живом веществе очень низок – 0,008 (более чем на два порядка ниже, чем у калия), что свидетельствует о низком потреблении натрия живым веществом. Однако, в малых количествах натрий необходим всем живым организмам.

В условиях влажного климата натрий легко выходит из биологического круговорота и выносится с жидким стоком за пределы ландшафта. В результате наблюдается общее обеднение последнего натрием. Содержание натрия в растительных организмах обычно очень низкое. Животные организмы нуждаются в повышенных количествах этого элемента, так как он входит в состав крови. Влияет на деятельность сердечнососудистой системы и почек. Поэтому животные иногда нуждаются в подкормке поваренной солью.

В сухом климате натрий концентрируется в грунтовых и озерных водах и накапливается в солончаковых почвах (действие испарительного барьера). Соответственно, и растительность галофитных сообществ содержит повышенные количества натрия.

Тем не менее, роль биологического круговорота натрия, в отличие от калия, сравнительно невелика. Зато очень значительна его водная миграция. По особенностям миграции в биосфере натрий весьма схож с хлором. Он образует легко растворимые соли, поэтому накапливается в Мировом океане, участвует в атмосферной миграции (см. рис. 26).

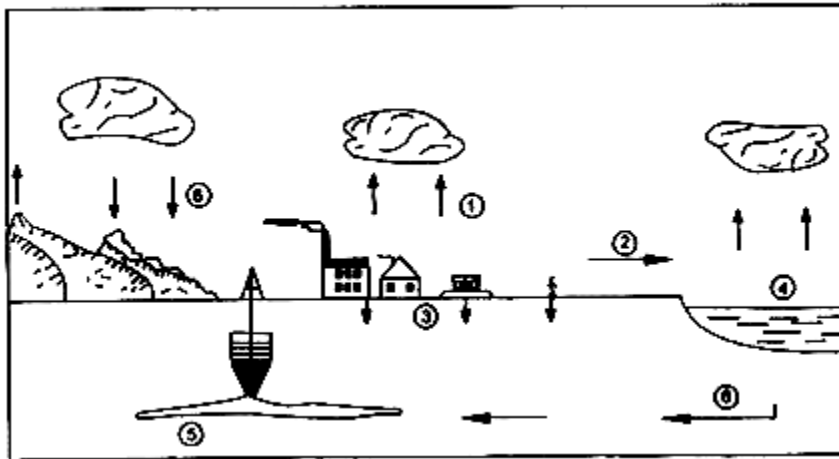


Рисунок 26 - Глобальный круговорот натрия и хлора в природе:

- 1 - антропогенная деятельность; 2 - поверхностная вода; 3 - грунтовая вода; 4 - море; 5 - отложения соли; 6 - атмосферные осадки

Основной источник подвижного натрия в биосфере – выветривающиеся изверженные породы (основной источник хлора – вулканизм).

Техногенез внес существенные коррективы в биогеохимические пути миграции натрия. Основное значение имеет добыча галита (поваренной соли), соды и мирабилита. На характер биогеохимических циклов натрия существенное влияние оказывает и орошение земель в засушливых районах.

По распространению в Солнечной системе кальций занимает 15 место, но среди металлов находится на 5 месте.

В природе он ведет себя как химически активный металл. Легко окисляется с образованием CaO . В геохимических процессах выступает как двухзарядный катион Ca^{+2} .

Его ионный радиус очень близок к радиусу натрия. Число минеральных видов – 390, поэтому он относится к главным минералообразующим элементам. По числу образуемых минералов он занимает 4 место после кислорода, водорода и кремния. Например: карбонаты – кальцит, арагонит, доломит; сульфаты – ангидрит, гипс; галоиды - флюорит; фосфаты: апатит; силикаты – гранаты, пироксены, амфиболы, эпидот, плагиоклазы, цеолиты.

Плагиоклазы – наиболее распространенные минералы земной коры. Кларк кальция в литосфере составляет 2,96. Кальциевые силикаты слабо устойчивы в зоне гипергенеза и при выветривании горных пород разрушаются в первую очередь.

Кальций обладает относительно высокой миграционной способностью, во многом определяемой особенностями климата. В процессах химического выветривания кальций выщелачивается из минералов природными водами. По отношению к выветриванию кальциевые минералы образуют следующую последовательность: плагиоклаз – кальциевый авгит - кальциевый амфибол. В группе плагиоклазов богатые кальцием разновидности выветриваются скорее, чем натриевые. При этом природные растворы, энергично удаляющие кальций, содержат значительные количества гидрокарбонатного иона. Зато в почвах гумидных зон наблюдается значительный дефицит кальция. Очень мало его и в корках выветривания. Объясняется это высокой миграционной подвижностью данного элемента.

В ионном стоке с материков кальций занимает первое место среди катионов. Реками он выносится главным образом в виде взвесей карбонатов, сульфатов и бикарбоната в растворенном состоянии. Геохимическая история кальция в океане связана с карбонатной системой равновесия, температурой воды и деятельностью живых организмов.

Кальций – один из важнейших элементов живых организмов – от простейших до высших млекопитающих. Холодные воды высоких широт и морские глубины недосыщены CaCO_3 из-за низких температур и pH, поэтому содержащаяся в воде угольная кислота растворяет CaCO_3 донных отложений. Именно поэтому морские организмы в высоких широтах избегают строить свои скелеты из CaCO_3 . В экваториальных широтах установлена область перенасыщения CaCO_3 . Здесь наблюдается массовый рост коралловых рифов, у многих живущих здесь организмов массивные карбонатные скелеты и раковины.

Миграция кальция в океане с участием живых организмов – наиболее важное звено в его круговороте. По А.П. Виноградову реки ежегодно приносят в океан 1×10^{15} т CaCO_3 . Примерно столько же его ежегодно захоранивается в донных отложениях океана. Живые организмы океана концентрируют кальций в виде арагонита и кальцита. Арагонит, однако, неустойчив и со временем переходит в кальцит. В океане мы сталкиваемся с уникальными явлениями быстрого роста крупных кристаллов в отдельных организмах. В некоторых раковинах двустворчатых моллюсков встречаются кристаллы кальцита длиной более 7 см, в тропических морях обитают морские ежи, имеющие длинные иголки из кальцита. У многих иглокожих наблюдается адаптация живого тела организмов к форме кристаллов (см. рис. 27, 28).



Рисунок 27 – Круговорот кальция

В аридном климате кальций легко выпадает из растворов в виде карбонатов, формируя толщи хемогенных карбонатных пород и иллювиально-карбонатные горизонты в почвах.

Небольшая часть ионов кальция морской воды осаждается в замкнутых водоемах в эвапоритовых условиях химическим путем.

Кальций играет важную роль в процессах почвообразования. Он входит в состав почвенно-поглощающего комплекса, участвует в обменных реакциях почвенного раствора, обуславливая буферную способность почв в кислом интервале среды. Гуматы кальция играют важную роль в формировании структуры почвы. Кроме того, кальций активно участвует в процессах осаждения полуторных окислов, марганца, нередко образуя конкреции совместно с этими элементами и кремнеземом.

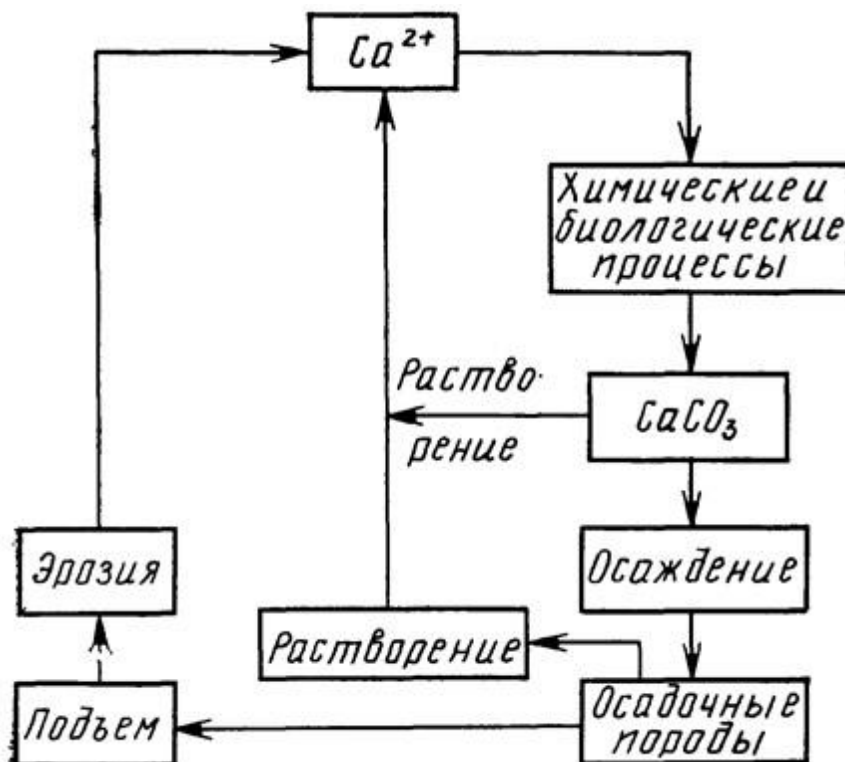


Рисунок 28 – Геохимический круговорот кальция

В почвах кислого ряда, характеризующихся значительным проявлением процесса выщелачивания, наблюдается явление биогенного накопления кальция в подстилке и аккумулятивных поверхностных горизонтах почв. Он входит в группу элементов-биофилов. Поэтому кальций активно участвует в биологическом круговороте. Масштабы вовлечения кальция значительно различаются в разных природных зонах.

В агроландшафтах значительная часть кальция отчуждается вместе с урожаем.

Но нарушение биогеохимического круговорота кальция в настоящее время происходит не только и не столько за счет отчуждения части его с сельскохозяйственной продукцией, но и за счет использования карбонатных пород в строительстве, сельском хозяйстве (известкование почв), металлургической промышленности.

Клак магния уступает кларку кальция и составляет 1,87, но распределение магния очень неоднородно. По размеру ион магния близок к ионам двухвалентного железа и никеля и совместно с ними входит в состав оливинов и пироксенов, концентрируясь в основных и особенно ультраосновных магматических горных породах.

В то же время, магний накапливается в океане и соляных озерах и по миграционной способности приближается к таким элементам как натрий и калий. Обусловлено это хорошей растворимостью хлоридов и сульфатов магния. В отличие от других щелочноземельных и щелочных металлов магний, благодаря малому размеру ионов, легко входит в кристаллическую решетку глинистых минералов, образуя вторичные магнезиальные алюмосиликаты (см. рис. 29).

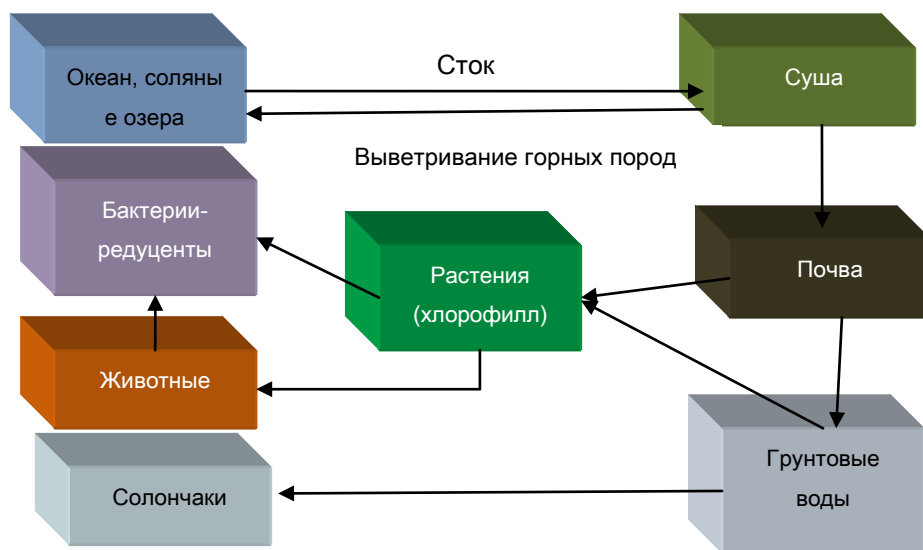


Рисунок 29 – Круговорот магния в биосфере

Магний – биофильный элемент. Он входит в состав хлорофилла, который при недостатке этого элемента разрушается. Растение реагирует на

недостаток магния в почве оттоком хлорофилла из старых листьев к молодым. Передвижение идет по жилкам листа. Поэтому они долгое время остаются зелеными, в то время как межпрожилковые участки листа желтеют. Известны и болезни животных, связанные с недостатком магния. Тем не менее, биофильность магния меньше, чем у кальция и калия.

В гумидных ландшафтах магний, как и кальций выщелачивается из почв, хотя его подвижность ниже. Чем у кальция. Связано это с действием нескольких геохимических барьеров. Во-первых, магний активно поглощается живым веществом; во-вторых – он, так же как и калий входит в кристаллические решетки вторичных силикатов и, наконец, сорбируется глинистыми коллоидами и гумусом. Все же значительная часть магния выносятся с жидким стоком и в составе грунтовых и речных вод магний находится на втором месте после кальция.

В аридных условиях на распределение магния влияет высокая растворимость его хлоридов и сульфатов. В результате наблюдается накопление этих солей на испарительных барьерах и формирование солончаков.

В океан магний попадает из выветривающихся горных пород и масштабы этого поступления значительны (особенно в прошлые геологические эпохи). По подсчетам В.М. Гольдшмидта за время геологической истории с материков в океан поступило 12,6 г магния на каждый килограмм океанической воды. Однако, содержание магния в воде современных океанов составляет всего 1,3 г. Это обусловлено многократным участием каждого атома магния в большом геологическом круговороте, отложением доломитов и других содержащих магний осадочных пород.

Миграция магния на протяжении геологической истории существенно менялась. Если в докембрийских известняках содержится до 12,6% магния, то в современных – только 1%. Образование доломитов в открытых морях прекратилось еще в конце палеозоя. В настоящее время доломиты осаждаются только в некоторых лагунах.

Технофильность магния пока значительно ниже, чем у кальция и натрия. До начала XX века использовались только доломит и магнезит. Только в последнее время стали широко использовать сплавы, содержащие магний. В обедненных магнием ландшафтах наблюдается незначительное его накопление за счет внесения магнийсодержащих удобрений и известкования почв с применением доломита.

Таким образом, в целом для биогеохимических циклов всех щелочных и щелочноземельных металлов характерна незамкнутость глобальных годовых циклов. В результате наблюдается интенсивная аккумуляция этих элементов в осадках Мирового океана: до 99% кальция, 98% калия и свыше 60% натрия сосредоточено по данным В.В. Добровольского в осадочных породах.

Содержание хлористых соединений в земной коре составляет около 0,017% (по массе), причем в свободном состоянии (молекулярный хлор Cl_2) встречается лишь в небольших количествах в составе вулканических газов. Высокая химическая активность хлора приводит к тому, что в природе он встречается, как правило, в виде бинарных соединений с ионами натрия, калия, магния, кальция. При этом хлорсодержащие вещества рассеяны: небольшие количества этого элемента входят в состав различных минералов и горных пород.

Встречающиеся в земной коре и почвах минеральные хлориды: NaCl , KCl , CaCl_2 , MgCl_2 легко растворимы в воде. В естественных биогеоценозах хлориды в значительных количествах накапливаются только в засоленных почвах, преимущественно в ландшафтах с аридным (засушливым) климатом. Однако широкое использование смеси хлорида натрия с песком для очистки автодорог от гололеда приводит к тому, хлорид-ион становится в современных условиях экозагрязнителем. Важным фактором техногенного воздействия на почвенные агроценозы является также применение калийных минеральных удобрений (в основном виде хлорида калия).

Соединения хлора встречаются в составе около 100 минералов: главным образом это хлориды щелочных и щелочноземельных металлов. Самый рас-

пространенный из хлорсодержащих минералов – галит (поваренная соль, каменная соль) NaCl . Реже встречаются смешанные (часто гидраты) хлориды калия, кальция, магния: бишофит $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, карналлит $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, сильвин KCl , сильвинит $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$, тахигидрит $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{MgCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и др. В виде таких соединений хлор содержится в соляных пластах, образовавшихся при высыхании древних морей в ходе геологической эволюции. Особенно мощные залежи образуют галит и калийные соли: их запасы оцениваются более 10 триллионов тонн.

Современный химический состав окружающей среды формировался на протяжении миллионов лет эволюционного развития Земли. Между природной средой и биосферой установилось динамическое равновесие миграции и круговорота необходимых макро- и микроэлементов. В биологический круговорот на суше включается около $0,34 \cdot 10^9$ т/год соединений хлора. На протяжении года водная биота (живая часть экосистем) Мирового океана вовлекает в круговорот примерно $4,4 \cdot 10^9$ т хлорсодержащих веществ, т.е. на порядок больше чем на суше. Это значит, что в глобальных циклах круговорота хлористых соединений преобладают хорошо растворимые в воде формы: активная водная миграция с континентов в Мировой океан и возвратный (атмосферный) перенос незначительных количеств с океана на сушу.

Хлориды являются преобладающими анионами в морской воде, в среднем 1,8%. Происходит это потому, что анионы хлора, вымываемые из минеральных пород, растворимы и выносятся реками в моря и океаны. Именно поэтому в гидросфере анионы хлора Cl^- в значительной степени определяют соленость морской воды. Но в засушливых и пустынных ландшафтах в результате интенсивного испарения воды концентрация хлоридов в грунтовых водах сильно повышается. В обратной миграции соединений хлора значительную роль играет ветер, уносящий в виде аэрозолей соли с поверхности океанов, морей и соленых озер.

Растворы солей: хлоридов натрия и калия – обязательная составная часть биологических жидкостей, цитоплазмы организмов. Доминирующий

хлорид-анион Cl^- живых клеток участвует в поддержании осмотического равновесия. Содержание хлористых соединений в человеческом организме 0,15%: хлорид-ионы *in vivo* активируют некоторые ферменты, обеспечивают транспортную функцию биомембран. В продуктах питания и природной воде часто недостаточно соединений хлора для нормального развития человека, поэтому с древних времен люди добавляют в пищу поваренную соль. Наземные растения, в отличие от животных организмов, не испытывают дефицита хлористых веществ.

Ежегодно во всем мире производят различными химическими технологиями около 50 миллионов тонн соединений хлора. Только в США в конце 20 века ежегодно путем электролиза NaCl получали около 12 млн. тонн молекулярного хлора Cl_2 . Основная его масса (до 50%) расходуется на хлорирование органических соединений: для получения растворителей, поливинилхлорида и других пластмасс, пестицидов, лекарственных средств и многих других веществ. Остальное количество газообразного Cl_2 употребляется при водоподготовке, для синтеза неорганических хлоридов, а также в целлюлозно-бумажной промышленности для отбеливания.

Круговорот соединений хлора в антропогенных ландшафтах происходит в составе простых и сложных (неорганических и органических) веществ. Некоторые океанические бактерии продуцируют в небольших количествах хлорметан CH_3Cl (улетучивается в атмосферу), а морские организмы могут осуществлять биосинтез галогенированных метаболитов (например, хлорвулонов). Следует отметить, что большинство хлорорганических веществ появились в результате производственной деятельности и являются ксенобиотиками (чужеродными для организмов) в биогеохимических циклах.

Хлорированные органические соединения (производные метана и других углеводородов) в окружающей среде выделяются персистентностью (устойчивостью к трансформациям), токсичностью и биоаккумуляцией. Например, тетрахлорметан, обладающий канцерогенным действием, в организме

млекопитающих превращается в радикал – трихлорметил, который инициирует биохимические реакции, поражающие клетки печени.

К числу экотоксикантов относятся и хлорированные фенолы, используемые в качестве антисептиков древесины, дезинфицирующих средств, интермедиатов в синтезе различных пестицидов. Одними из источников загрязнения водных экосистем являются целлюлозно-бумажные комбинаты, применяющие хлор для отбеливания целлюлозы. Значительные количества соединений хлора переходят в газообразное состояние при сжигании бытовых отходов и топлива при относительно низких температурах (500-700°C). Особую опасность представляют, содержащиеся в летучей золе, полихлорированные дибензо-*p*-диоксины (рис. 30):

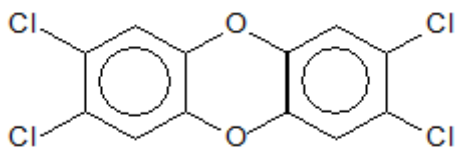


Рисунок 30 - Структурная формула хлорорганических диоксинов

Ксенобиотики диоксинового ряда образуются при производстве ароматических и алифатических хлор- и броморганических соединений, неорганических галогенидов. Промышленными технологиями, в процессе которых возможно генерирование диоксиновых соединений, являются процессы производства хлорфенолов и их производных интермедиатов. Среди множества причин, способствующих поступлению диоксинов в природные ландшафты, можно выделить следующие: 1) функционирование несовершенных технологий производства продукции химической, целлюлозно-бумажной промышленности; 2) использование продукции, содержащей примеси диоксинов; 3) нарушение технологий уничтожения, захоронения или утилизации отходов химических и других токсичных производств.

На уфимском предприятии "Химпром" более 50 лет существовало крупнотоннажное производство хлорорганических соединений, в т.ч. пестицидов. Эти производства явились источником поступления в окружающую

среду диоксинов как побочных продуктов. Чрезвычайно широкий спектр биохимического действия диоксинов стал причиной выделения этих ксенобиотиков в категорию суперэкоотоксикантов. Диоксины, подавляя иммунитет и цитотоксически воздействуя на процессы деления клеток, провоцируют развитие онкозаболеваний.

С конца 40-х годов прошлого века началось масштабное производство хлорорганических пестицидов (алдрин, гептахлор и др.). К числу нейротоксичных пестицидов относятся дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и полихлорированные бифенилы. Способность атома хлора к нуклеофильному замещению при взаимодействии с аминок группами белков и нуклеиновых кислот объясняет их высокую токсичность. Например, гербицид пентахлорфенол C_6Cl_5OH (ПДКр.з. = 0,1 мг/м³) вызывает дерматиты, раздражение дыхательных путей.

Пестициды, содержащие хлор (ДДТ, гексахлоран и др.), отличаются не только высокой токсичностью, но и способностью накапливаться (увеличение концентрации ≈ 10 раз) в различных звеньях пищевой цепи (рис. 31).

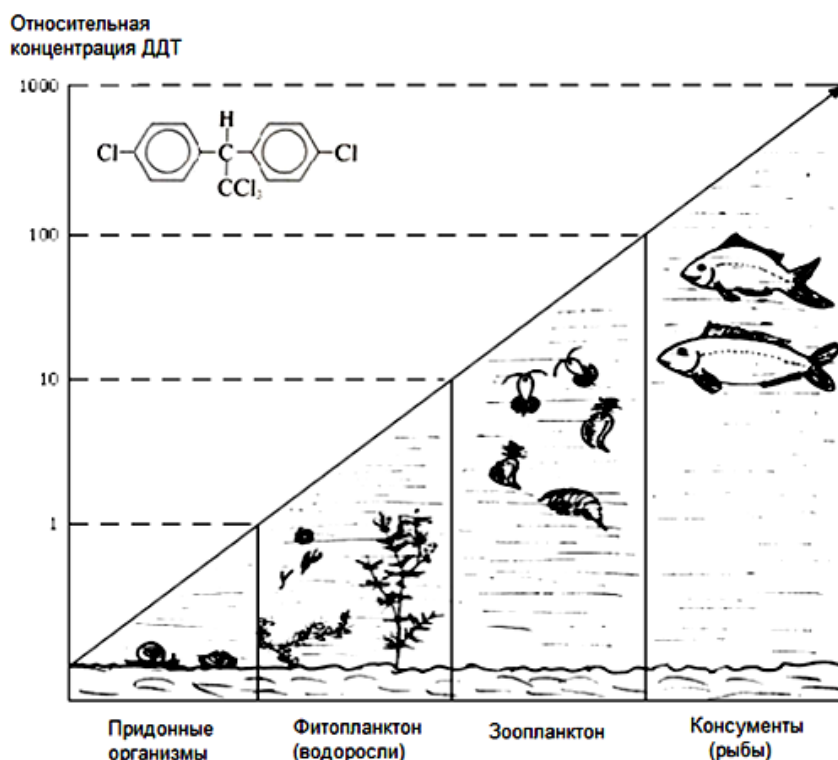


Рисунок 31 - Схема аккумуляции дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) в трофических цепях гидросферы

Первое звено трофической цепи – продуценты (фотосинтезирующие растения, фитопланктон), конечное – консументы высшего порядка (или редуценты). Хлорорганические инсектициды, использованные против вредных насекомых (малярии) на сельскохозяйственных полях и лесах, вместе с осадками и речными стоками со временем накапливаются в Мировом океане.

В наибольших количествах полихлорированные экотоксиканты накапливаются в организмах высших уровней водных экосистем: в жировых тканях рыб, морских птиц и животных. Стойкие экотоксиканты (период полураспада десятки лет) аккумулируются в пищевых цепях, например, инсектицид дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) был найден в организме пингвинов, обитающих в Антарктиде. Когда отрицательные последствия применения ДДТ стали катастрофическими, от его использования в 1970-80 годах постепенно отказались в развитых государствах.

Следовательно, хлорсодержащие пестициды, выступая как мощный фактор антропогенного воздействия, отрицательно влияют на биоразнообразие природных экосистем. Увеличение изменчивости привело к росту числа устойчивых (резистентных) к действию хлорорганических пестицидов видов насекомых-вредителей. Особенно неблагоприятные последствия использования гербицидов проявляются в агробиоценозах, приводя к резкому сокращению видового состава.

Непрерывное увеличение промышленного производства хлорсодержащих веществ и расширение их ассортимента неизбежно влекут за собой усиление экологической нагрузки на биогеоценозы. В результате производственной деятельности человека усиливается прессинг соединений хлора в антропогенных ландшафтах (рис. 32):

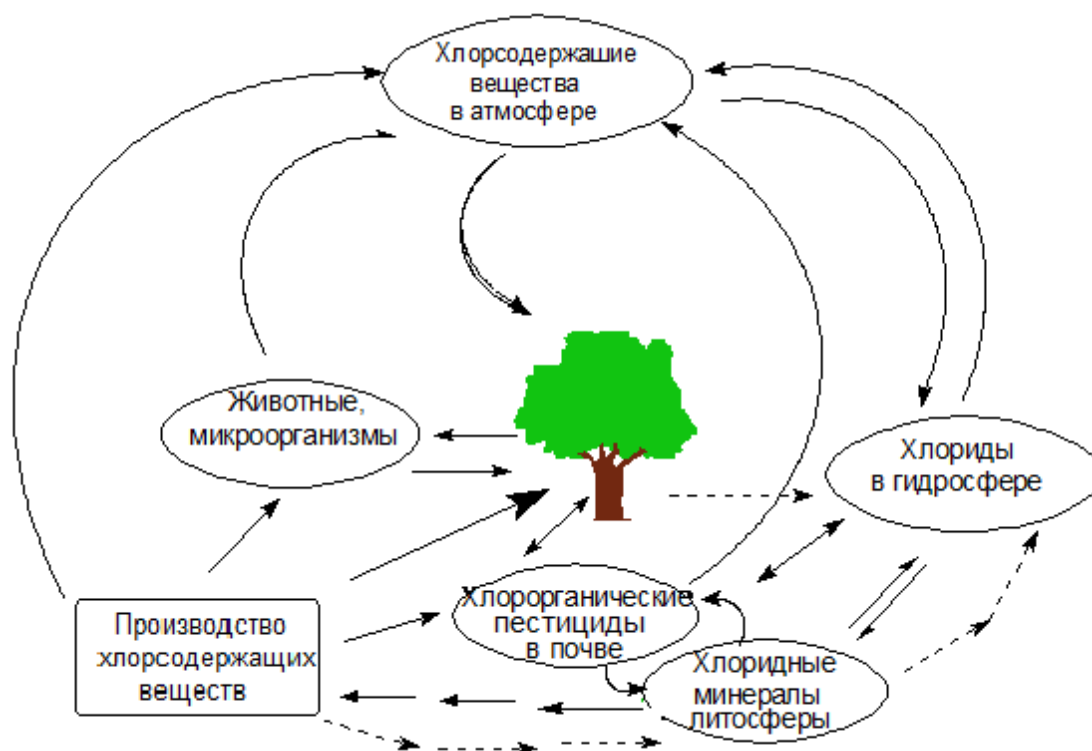
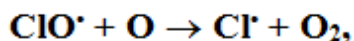
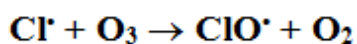


Рисунок 32 - Схема круговорота хлорсодержащих соединений в природных сферах Земли

В настоящее время питьевую воду в процессе технологической водоподготовки хлорируют для уничтожения патогенных микробов. В питьевой воде, согласно ГОСТ Р 51232-98, после 30 минутного контакта хлора с водой остаточного хлора не должно быть более $0,5 \text{ мг/дм}^3$. Активный хлор включает, кроме растворённого в воде молекулярного хлора, и другие соединения хлора (гипохлориты). В процессе водоподготовки, в результате взаимодействия хлора с органическими веществами, присутствующими в природной воде могут образовываться хлорированные оксосоединения.

Серьезные опасения экологов вызывают также неконтролируемое использование в быту фреонов (хлорфторуглеводородов CFCl_3 , CF_2Cl_2) и др. озоноразрушающих веществ, которые приводят к необратимым изменениям в составе атмосферы. Фреоны на высоте 30 км под воздействие ультрафиолетового излучения распадаются с образованием атомарных радикалов хлора, которые быстро взаимодействуют с озоном:



т.е. один атом хлора может разрушить до 10000 молекул озона.

В последнее время современное общество всё чаще сталкивается с хемофобией – панической боязни химических соединений в производстве и бытовых условиях. Экологические беды и катастрофы – следствие низкого уровня знаний человека о природе и недостаточно глубокого понимания физико-химической и биологической сущности процессов, протекающих на Земле (в организме человека и вокруг него). Для предотвращения негативных экологических последствий хлорсодержащих токсикантов в ландшафтах необходимо повысить уровень экомышления администраторов, инженеров, экономистов.

В поле зрения технологических инноваций лежат следующие проблемы защиты окружающей среды от хлорорганических загрязнителей:

- прогнозирование трансформаций химических загрязнений в природных ландшафтах, разработка рекомендаций по снижению концентрации наиболее опасных экотоксикатов;
- постоянный контроль (мониторинг) за состоянием окружающей среды; утилизация побочных продуктов хлорорганических производств методами «зеленой химии».

Инновационные пути решения непростых экологических проблем должны основываться на мониторинге и управления качеством среды обитания. Медленное снижение объемов использования хлорорганических пестицидов объясняется тем, что экологически более безопасные – альтернативные методы защиты растений недостаточно разработаны, особенно в области подавления сорняков. Достаточно эффективными подходами уменьшения пестицидного воздействия на агробиоценозы являются тенденции создания препаратов с низкой дозой, быстрым разложением и биопрепаратов. В зонах

санитарной охраны источников питьевого водоснабжения следует ограничить применение хлорсодержащих инсектицидов.

Таким образом, за миллиарды лет геологической истории нашей планеты сформировались биогеохимические круговороты, в том числе и соединений хлора и это является основой нормального функционирования живых организмов. Мониторинг за количеством экотоксикантов, разработка малоотходных технологий являются достаточно эффективными способами уменьшения антропогенного прессинга хлористых ксенобиотиков на ландшафты и сферы Земли.

-8-

Алюминий - один из трех наиболее распространенных элементов земной коры. Железо по распространенности занимает второе место после алюминия среди металлов и четвертое среди всех элементов земной коры. Содержание марганца в земной коре значительно ниже - 0,1%.

Железо и марганец активно вовлекаются в биологический круговорот, так как входят в состав многих ферментов. Железо участвует в образовании хлорофилла и входит в состав гемоглобина. Марганец принимает участие в окислительно-восстановительных реакций – дыхании, фотосинтезе и усвоении азота. Участие алюминия в биологическом круговороте ограничено. Хотя в земной коре это самый распространенный металл, биофильность его очень низкая.

Геохимические циклы железа (см. рис. 33) и марганца (см. рис. 34) в решающей степени зависят от условий увлажнения, реакции среды, степени аэрации почвы, условий разложения органического вещества. Миграция алюминия в меньшей степени зависит от окислительно-восстановительных условий, так как он обладает постоянной валентностью. В то же время, амфотерность этого элемента обуславливает сильную зависимость его миграции от кислотно-основных условий среды: в сильно кислой среде он ведет себя как катион, а в сильно щелочной – как анион. Наиболее высока подвижность этого металла в сильно кислых водах районов активного вулканизма и зон окисле-

ния сульфидных месторождений. Под защитой органических коллоидов алюминий активно мигрирует в болотных водах. Тем не менее, интенсивность миграции алюминия в целом значительно ниже, чем у железа и марганца, а его минералы более устойчивы. Слабая подвижность алюминия определяет остаточное (за счет выноса более подвижных элементов) накопление его гидроксидов в коре выветривания влажных тропиков и образование бокситов.

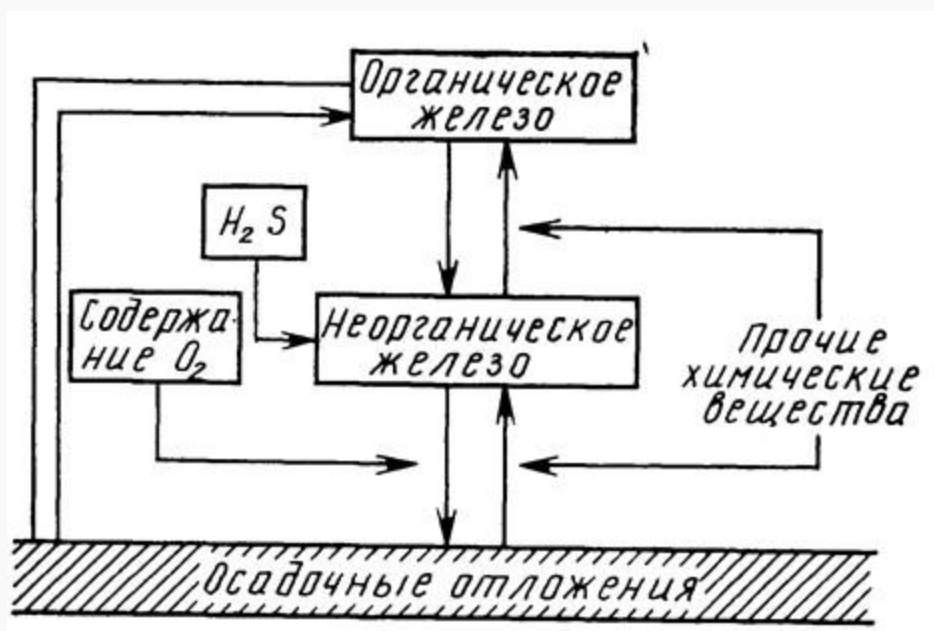


Рисунок 33 – Круговорот железа

Известно, что соединения алюминия, железа и марганца в почвах с промывным режимом мигрируют в вертикальном направлении и образуют иллювиальные горизонты, обогащенные полуторными окислами и марганцем.

Соединения железа и марганца активно мигрируют с боковым внутрипочвенным стоком, образуя скопления конкреций в болотах. Луговых и глеевых почвах, мелководных озерах и лагунах. Это свидетельствует о способности этих соединений мигрировать на весьма большие расстояния. Осаждение железа в аккумулятивных ландшафтах происходит в виде карбонатов железа, окислов разной степени гидратированности, а также фосфатов и гуматов. В степях и пустынях в условиях щелочной среды эти элементы мигрируют слабо.

Миграция железа и марганца возможна и в составе живого вещества. После отмирания организмов и их минерализации в почве часть этих элементов закрепляется в почве, другая же часть поступает в природные воды. Возвращаясь в почву, они начинают новый биогеохимический цикл.

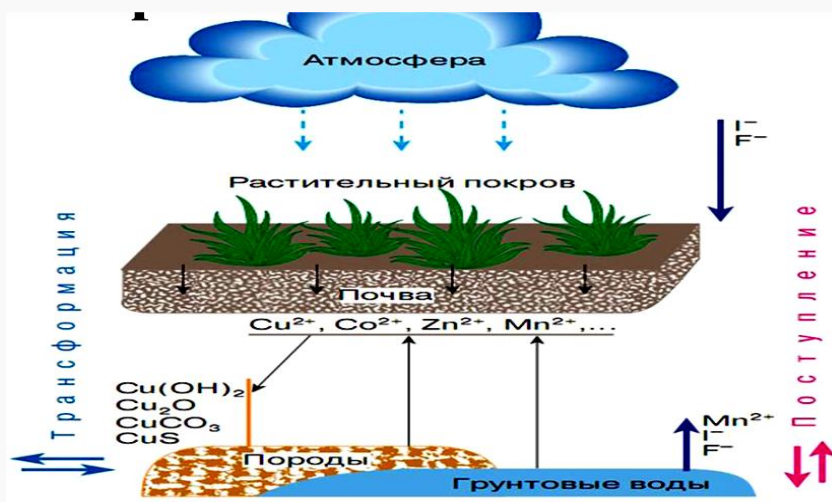


Рисунок 34 – Поступление и трансформация микроэлементов в экосистеме

В результате процессов выветривания железо в огромных количествах выносится в океаны. Вынос железа реками в океан происходит в разнообразных формах – в виде грубых взвесей обломков минералов и пород, содержащих железо в кристаллической решетке (силикатов, в т.ч. глинистых минералов), в виде коллоидов, содержащих железо в абсорбированном состоянии, в виде гидратов, гуматов и органических соединений закисного железа.

Недостаток железа приводит у растений к заболеванию, известному под названием хлороз. Однако непосредственное накопление железа в значительных количествах характерно лишь для немногих организмов. В этом отношении уникальны железобактерии, окисляющие двухвалентное железо, в результате чего образуется лимонит. Диатомовые водоросли способны усваивать железо из нерастворимых коллоидов. Железо потребляет и зоопланктон с красной кровью (мелкие рачки). При гибели этих организмов и

растворения детритовых частей определенное количество железа также переходит в раствор в виде гидратов и других форм. В качестве особых случаев концентрации железа организмами можно отметить наличие магнетита и гематита в зубах некоторых современных гастропод.

Биогеохимический цикл железа и марганца существенно нарушается техногенными процессами, причем, несмотря на значительно более высокое содержание в земной коре железа, технофильность этих элементов примерно равна. В техносфере алюминий играет исключительно важную роль, но технофильность его почти в 100 раз ниже, чем у железа.

-9-

Кремний является вторым по распространенности (после кислорода) химическим элементом в земной коре. Его кларки в земной коре – 29,5, в почве – 33, в океане – 5×10^{-5} . Однако, несмотря на огромную распространенность кремния и его соединений в природе (кварц и силикаты составляют 87% литосферы), биогеохимические циклы кремния (особенно на суше) изучены еще недостаточно.

Содержание кремнезема в водах современных озер и рек составляет 10-30 мг/л, а в морской воде еще меньше – 0,5-3 мг/л, то есть он присутствует в виде резко ненасыщенного раствора. Это связано с тем, что кремний непрерывно поглощается из воды живыми организмами (см. рис. 35).

Недаром В.И. Вернадский считал, что никакой организм в биосфере не может существовать без кремния, необходимого для образования клеток и тканей растений и животных, их скелетов. Живое вещество извлекает кремний из природных вод и почв для питания и функционирования биохимических процессов, высвобождая его затем с экскрементами и при отмирании. В результате отмирания миллиардов организмов огромные массы кремнезема откладываются на дне водоемов. Так формируется биогеохимический цикл кремния. В.И. Вернадский подчеркивал, что историю кремнезема нельзя понять без изучения результатов жизнедеятельности организмов.

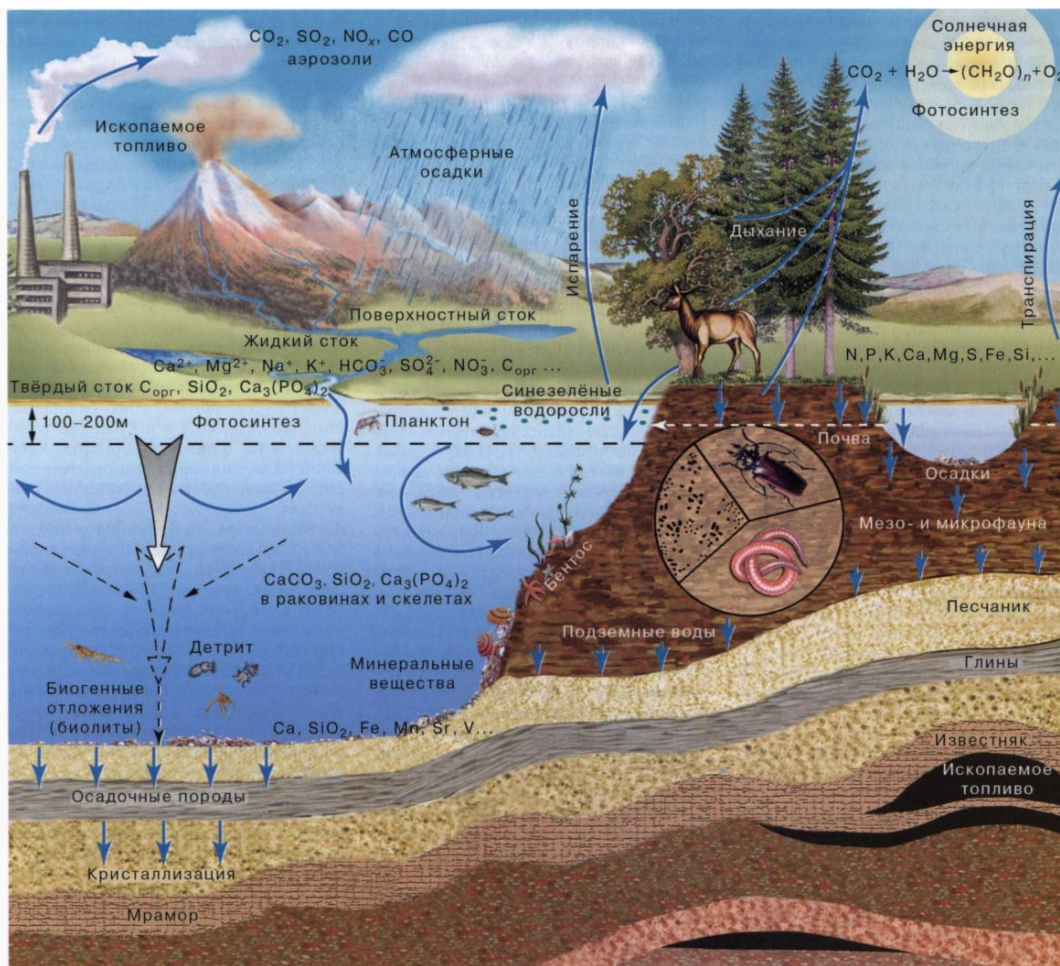


Рисунок 35 – Схема биогеохимической цикличности в биосфере

М.Страхов доказал возможность исключительно биогенного извлечения SiO_2 из поверхностных вод. Однако, поступление растворенного кремнезема в океан с суши недостаточно для нормального развития фитопланктона. Именно поэтому в умеренных и тропических широтах в океане слабо развиты организмы с кремнистым скелетом. При существующей насыщенности воды кремнеземом для нормального развития фитопланктона диатомовых водорослей каждый атом кремния должен в течение года использоваться многократно (десятки и даже сотни раз). Из всей массы кремнезема, продуцированного в поверхностном фотосинтезирующем слое, донных отложений достигает не более 0,1 части, а нередко это только 0,05-0,01 часть. Остальной кремнезем снова переходит в водорастворимое состояние. В дальнейшем, он захватывается из воды новыми поколениями диатомовых водорослей, крем-

нистых губок и радиолярий. Тем не менее, доходящая до дна 0,1-0,01 часть остатков скелетов диатомового планктона приводит к значительным по масштабам накоплениям осадочных кремнистых пород. Эта ветвь кругооборота кремния относительно статична и необратима и часть кремнезема именно таким путем выводится из биогеохимического круговорота.

Для нас важнее другая, более динамичная ветвь круговорота, которая и является собственно цикличной. Это тот кремний, который много раз за год переходит из организмов фитопланктона в окружающую среду и обратно. В этих переходах проявляется наиболее важная функция водного биогеохимического цикла кремния – функция массо- и энергопереноса вещества из поверхностных более глубокие зоны Мирового океана.

Вторая особенность биогеохимического цикла кремния в Мировом океане – его неразрывная связь с углеродом.

Континентальная ветвь круговорота кремния сложна. Водная миграция кремнезема тесно связана с ландшафтно-геохимическими условиями: составом растительности, и литологией подстилающих отложений. Подвижность кремнезема резко возрастает с увеличением рН среды, особенно, в щелочном интервале. При рН=10-11 концентрация кремнезема может достигать 200 мг/л. Сильно увеличивает растворимость аморфного кремнезема и повышение температуры. Сульфаты, бикарбонаты и карбонаты магния и кальция резко снижают растворимость кремнезема и вызывают его осаждение. В условиях сильноокислой среды рН=1-2 растворимость кремнезема также сильно повышается. Некоторые растения являются концентраторами кремния.

Мощным механизмом, приводящим в движение этот круговорот является растительный покров суши, в котором происходят разнообразные процессы образования содержащих кремний органогенных минералов (биолитов). Под биолитами в данном случае понимаются минералы, образующиеся внутри организма в процессе его жизнедеятельности. Их роль в круговороте кремния чрезвычайно велика, но изучена недостаточно. В основном, кремнезем инкрустирует клеточные оболочки. Больше всего биолитов кремнезема

содержат злаки, осоки, хвощи, папоротники, мхи, пальмы, хвоя сосен, елей, листья и кора вяза, осины, дуба. В золе ковылей содержание кремнезема по данным Парфенова и Ярилова может достигать 80%. В стволах бамбука иногда обнаруживаются образования, сложенные опалом, достигавшие в длину 4 см и имевшие массу до 16 г! Генезис почвенной кремнекислоты в некоторых условиях напрямую связан с накоплением этого элемента живыми организмами. Наиболее яркий пример – образование солодей, кремнекислота которых накапливалась благодаря деятельности диатомовых водорослей. В процессе жизнедеятельности сине-зеленых водорослей происходит «захват» железа, марганца и кремнезема с образованием биолитов. Соотношение процессов накопления и выноса кремнезема в условиях умеренной зоны сдвинуто в сторону накопления. Растительный покров суши, особенно хвойные леса, выступает как мощный механизм, перекачивающий массы кремнезема из горных пород, почв и природных вод, и возвращающий их снова в ландшафт в форме биолитов. В дальнейшем опал биолитов переходит в халцедон и даже во вторичный кварц. Значительная же часть кремнекислоты биолитов включается в активную миграцию в почвенно-грунтовых водах в форме коллоидных и истинных растворов.

В результате воздействия аэрозолей кремнезема на живые организмы (животные и человек) развивается серьезное заболевание – силикоз.

-10-

Тяжелыми металлами обычно называют химические элементы, имеющие атомную массу более 50 единиц. Несмотря на сравнительно низкую распространенность этих элементов в природе, они оказывают большое влияние на биогеохимические процессы в биосфере. Так как многие из них оказывают выраженное токсическое действие на живые организмы.

Многочисленными исследованиями установлено, что наиболее токсичными являются следующие 9 элементов: Cr, As, Ni, Sb, Pb, V, Cd, Hg, Ta. Польские ученые провели ранжирование тяжелых металлов по потенциалу загрязнения на 4 группы. К группе элементов с очень высоким потенциалом

загрязнения отнесены кадмий, ртуть (см рис. 36), свинец (см. рис. 37), медь, таллий, олово, хром, сурьма, серебро, золото.

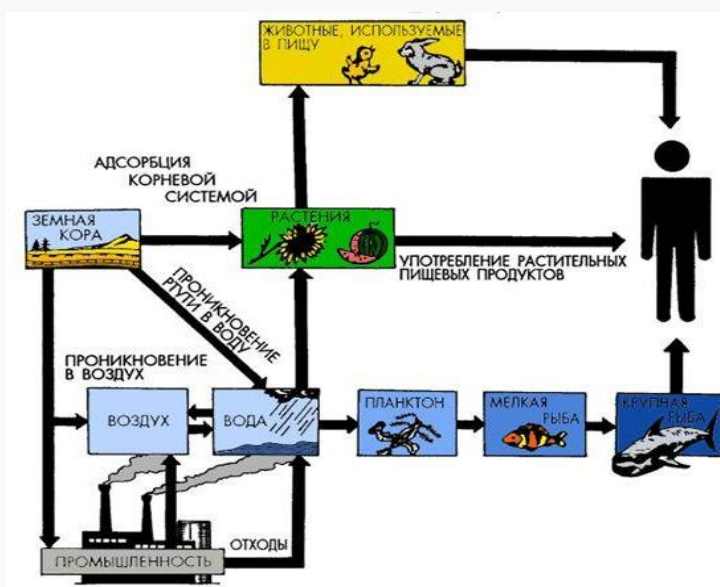


Рисунок 36 – Биогеохимический цикл ртути

К группе элементов с высоким потенциалом загрязнения относятся висмут, уран. Молибден, барий, марганец, титан, железо, селен, теллур. К группе элементов со средним потенциалом загрязнения относятся фтор, бериллий, ванадий, рубидий, никель, кобальт, мышьяк, германий, индий, цезий, вольфрам. Элементы со слабым потенциалом загрязнения – стронций, цирконий, лантан, ниобий.

Как видно, 4 металла из первой группы (с очень высоким потенциалом загрязнения) – свинец, ртуть, кадмий и хром

В известной степени каждый крупный город является причиной возникновения биогеохимических аномалий, в том числе и опасных для человека.

Общеизвестно, что накопление свинца и цинка происходит в зонах интенсивного движения автотранспорта, вдоль автострад и в промышленных центрах. Почвы в сельской местности содержат в 10-20 раз меньше свинца. Чем почвы городов. Свинец обладает способностью накапливаться в органическом веществе почв.



Рисунок 37 – Биогеохимический цикл свинца

Доступность тяжелых металлов растениям зависит от вида растений, почвенных и климатических условий. У каждого вида растений концентрации тяжелых металлов могут варьировать в различных частях и органах, а также зависят от возраста растений.

К почвенным факторам, существенно влияющим на доступность для растений тяжелых металлов относятся: гранулометрический состав, реакция среды почвы, содержание органического вещества, катионообменная способность и дренаж. В более тяжелых почвах меньшая опасность возможной адсорбции растениями избыточного (токсичного) количества тяжелых металлов. С повышением рН почвенного раствора возрастает вероятность образования нерастворимых гидроксидов и карбонатов. Сложилось мнение, что для снижения до минимума доступности токсичного металла в почве необходимо поддерживать рН не ниже 6,5. Металлы могут образовывать сложные комплексные соединения с органическим веществом почвы, и поэтому в почвах с высоким содержанием гумуса они менее доступны для поглощения растениями. Обменная емкость катионов зависит, главным образом, от содержания и минералогического состава глинистой части почв и содержания в

них органического вещества. Чем выше обменная емкость катионов, тем больше удерживающая способность почв по отношению к тяжелым металлам.

Избыток воды в почве способствует появлению в ней металлов с низкой валентностью в более растворимой форме.

Приоритетные загрязнители биосферы – ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь. Увеличение их концентрации в воде, почве, воздухе и биоте является прямым показателем опасности для животных и человека.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое большой и малый круговорот веществ, чем они отличаются?
2. Опишите круговорот кислорода и углерода.
3. В чем особенность круговорота фосфора, его отличие от круговорота других биогенных веществ?
4. Опишите круговорот азота, какова роль азота как биогенного вещества биосферы?
5. Круговорот воды, роль транспирации в круговороте воды.
6. Круговорот серы и причины его нарушения.
7. Круговорот натрия и калия, значение для человека.
8. Круговорот кремния, значение для человека.
9. Круговороты кальция, магния и железа, значение для человека.
10. Круговороты марганца и алюминия, нарушение человеком.
11. Круговорот свинца, ртути и других тяжелых металлов, причины их нарушения.

Лекция 6. Ноосфера как этап развития биосферы

«Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой».

В. И. Вернадский

«Человек геохимически переделывает мир».

А. Е. Ферсман

План:

- 1 Понятие о ноосфере с позиции биогеохимии.
- 2 Технофильность элементов.
- 3 Миграция элементов в ноосфере.
- 4 Изменение круговорота атомов.
- 5 Накопление информации.
- 6 Структура ноосферы.

-1-

Учение В. И. Вернадского о ноосфере является дальнейшим развитием биогеохимии, оно основано на той же методологии. Напомним, что планетарное значение живых организмов было установлено, когда Вернадский ввел понятие о живом веществе - совокупности живых организмов. Аналогичный «интегральный подход» возможен и при анализе геохимической деятельности человечества.

Однако имеется принципиальная разница между геохимической деятельностью животных, растений, микроорганизмов, с одной стороны, и человека - с другой. Организмы оказывают влияние на окружающую природу через обмен веществ - фотосинтез, дыхание и т. д. Человечество также участвует в подобных процессах, но эта его геохимическая роль невелика и, например, «биомасса» всего населения земного шара не идет ни в какое сравнение с биомассой тайги или каких-либо других ландшафтов.

Если представить себе, что население Земли соберется в одном месте и каждый человек займет один квадратный метр поверхности, то вся «толпа» расположится на площади около 3600 км², т. е. в квадрате, сторона которого

составит 60 км, а площадь около одной десятитысячной территории нашей страны. Примем средний вес человека в 50 кг, тогда биомасса человечества составит 1,8-109 ц, т. е. столько, сколько содержится в растениях тайги на 6000 км².

Итак, биомасса человечества ничтожна, и непосредственная его геохимическая роль, аналогичная роли других животных - невелика.

И все же человечество является мощной геохимической силой, преобразующей природу земной поверхности. Эта его роль связана с разумом, общественной деятельностью. Человек не только ускорил миграцию атомов на Земле, но и создал новые пути этой миграции, невиданные ранее состояния и сочетания атомов. Одни химические процессы усилились, другие ослабились, наконец, развились третьи, которые вообще никогда ранее на Земле не протекали. В движение пришли химические элементы, находившиеся в покое в течение целых геологических эр и периодов - миллионов и миллиардов лет.

Геохимическую работу человеческого общества А. Е. Ферсман предложил именовать «техногенезом», он подчеркивал, что эти явления надо изучать с позиций геохимии - с точки зрения свойств атомов и их положения в периодической системе элементов.

В результате техногенеза биосфера сильно изменилась. Такая преобразованная биосфера и именуется «ноосферой» - сферой разума.

В ноосфере развиты и механические, и физические, и химические, и биологические процессы, но не они определяют ее сущность и своеобразие. Здесь важную роль играют социальные закономерности.

По сравнению с биосферой для ноосферы характерна новая, высшая форма движения материи - общественная деятельность людей.

Первые сотни тысяч лет в первобытном обществе геохимическая деятельность людей была очень мала. И только тысячелетия назад, геологически совсем «недавно» (10-40% от всего времени существования биосферы!), человек стал важным геохимическим фактором. Это произошло в крупных государствах античного мира, коренным образом преобразовавших природу

долины Нила (Древний Египет), Амударьи (Древний Хорезм), Тигра и Евфрата (Вавилония) и т. д. Геологическая деятельность человечества быстро возрастала, и в XX в. человек превратился в главную геохимическую силу на поверхности Земли.

Следовательно, первое существенное отличие ноосферы от биосферы - огромное ускорение развития. Напомним, что стационарное состояние биосферы в отдельные периоды продолжалось десятки миллионов лет (например, влажные тропики мезозоя с голосеменными растениями).

Первые сотни тысяч лет ноосфера полностью входила в пределы биосферы, причем далеко отстояла от ее границ. Но за последние полвека человек вырвался за пределы биосферы. Это особенно относится к верхней границе, так как космические спутники Земли и геофизические ракеты подняли границу ноосферы на сотни километров от поверхности Земли. В литосфере человек также вышел за пределы биосферы, проникнув наиболее глубокими шахтами и скважинами в термальную зону, где естественная жизнь уже невозможна (бурение на нефть до 7 км, разведочные скважины на металлы до 1000 и более метров и т. д.).

Нам представляется рациональным говорить о ноосфере, как о «планетном явлении» и не распространять «ноосферу Земли» на Луну или другие планеты. Освоение лунной поверхности, начатое человеком, следует трактовать как создание на Луне собственной ноосферы. Естественно предположение, что многие планеты в Космосе имеют ноосферы, которые также возникли двумя разными путями:

- 1) в результате эволюции биосферы (как на Земле),
- 2) в результате освоения разумными существами планет, лишенных биосферы (как на Луне).

Термин «ноосфера» был введен в науку французским ученым и философом Е. Леруа в 1927 г. Он развивал это учение совместно с геологом и палеонтологом Тейяр де Шарденом.

Теоретической основой данной концепции послужили лекции Вернадского в Сорбонне в 1922-1923 гг., в которых он излагал свои взгляды на биосферу. Французские ученые встречались с Вернадским в Париже и в дальнейшем поддерживали контакты путем переписки. Однако их концепция ноосферы носит идеалистический характер: ноосфера в своем развитии ведет к богу, «ноогенез» венчается «теогенезом». В. И. Вернадский развил учение о ноосфере на материалистической основе, для него ноосфера - оболочка Земли, результат естественноисторического развития биосферы.

-2-

Технофильность элементов. Важной функцией ноосферы является использование человеком химических элементов окружающей среды - литосферы, атмосферы и гидросферы. При этом мы опять имеем в виду не биологические особенности человека (дыхание и т. д.), а его социальные функции - добычу руд, строительных материалов и т. д. В. И. Вернадский в 1915 г. подсчитал, что в древние века использовалось лишь 19 элементов, в XVIII в.- 28, в XIX в.- 50, а в начале XX в.- 60. Спустя полвека человек стал использовать все 89 химических элементов, известных в земной коре. Он также начал получать и частично использовать 20 элементов, никогда в земной коре не существовавших,- плутоний, нептуний, калифорний и т. д. Ныне периодическая система включает в себя 109 элементов и это, очевидно, не предел.

Характерна общая тенденция этого процесса: в начале использовались преимущественно природные вещества - минералы, в том числе самородные элементы (золото, сера и т. д.). В дальнейшем человечество стало синтезировать новые соединения этих элементов, а также получать их в чистом виде (металлургия железа, свинца, цинка и т. д.), наконец, в XX в. началось использование изотопов. Следовательно, общая тенденция такова: химические соединения → элементы → изотопы. Эту эволюцию можно проследить на истории многих элементов в ноосфере. Например, еще в глубокой древности были известны аквамарин, изумруд и другие драгоценные камни, содержащие

бериллий. Однако металлический бериллий был получен лишь в 1828 г., а промышленное его использование началось в 1930 г. В наши дни бериллий - важный металл атомной техники и электроники, он используется очень широко в промышленности.

Размер добычи того или иного элемента зависит от многих причин. Несомненно, играют роль его свойства у одних элементов более ценные, чем у других. Важное значение имеет и технология извлечения из руд: алюминий и титан практически не использовались до XX в., так как технология их извлечения из минералов была слишком сложна и дорога. Большую роль играет и способность элемента к концентрации в земной коре - образованию месторождений. Например, ртуть образует месторождения с большими запасами, и этот редкий металл использовался еще в древности. Но существует и еще один фактор - распространенность элементов в земной коре, их кларки. Действительно, как бы ни было ценно золото для человечества, какие бы крупные самородки этого металла ни находили в земной коре, все равно добыча золота никогда не сравняется с добычей железа, так как кларк золота - $4,3 \times 10^{-7}$, а железа - 4,65. Кремний и германий - химические аналоги и GeO_2 похож на SiO_2 . Но кремний - второй по распространенности элемент в земной коре (кларк 29,5), а германий редок (кларк $1,4 \times 10^{-4}$). Поэтому кремний (вернее его соединения) - основа строительства (кирпичи, бетон, цемент и т. д.), а германий добывается в ничтожном количестве.

Если бы кларк германия равнялся 29, то и этот элемент нашел бы огромное применение.

Исключительная роль железа в ноосфере (XIX столетие - «железный век») также связана не только с его свойствами, но и большим кларком.

Итак, в использовании химических элементов отчетливо проявляется влияние кларка (рис. 38).

Степень использования химического элемента относительно его кларка мы предлагаем именовать технофильностью. Она характеризуется отношением ежегодной добычи химического элемента в тоннах к его кларку в ли-

тосфере. Можно рассчитывать технофильность для отдельной страны, группы стран, всего мира. Естественно, что технофильность очень динамична, она может резко измениться за несколько лет. Например, литий был открыт в 1817 г., но его широкое применение началось лишь в середине XX в. В США производство лития, а следовательно, и технофильность за 30 лет увеличились в 40 раз. Технофильность достигла 5×10^5 , т. е. стала близкой к магнию (1×10^6), титану (1×10^6), алюминию (7×10^6). Все это металлы с резко различными кларками, но с одной общей особенностью - их широкое применение связано с новой техникой, научно-технической революцией.

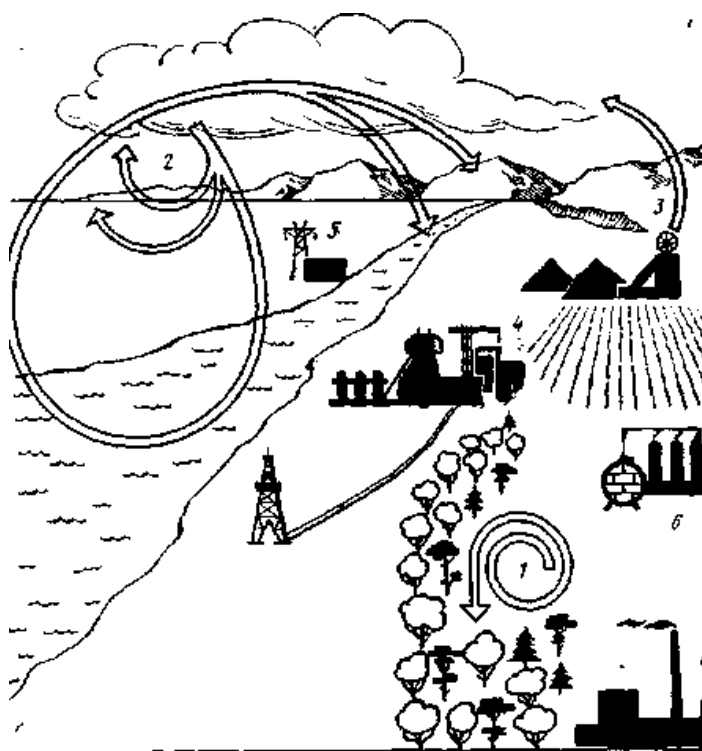


Рисунок 38 - Геохимия ноосферы

Процессы, унаследованные от биосферы, но существенно измененные в ноосфере:

1 - биологический круговорот атомов; 2- круговорот воды, водная и атмосферная миграция элементов; 3 - рассеяние элементов - отработка месторождений и т. д.;

Процессы, чуждые биосфере: 4-получение металлов и других элементов, неустойчивых в термодинамическом поле биосферы; 5 - производство энергии на атомных электростанциях; 6 - синтез органических веществ, не существовавших в биосфере (полимеры и др.)

Полна превратностей судьба радия, который был открыт супругами Кюри в конце XIX в. Это сверхредкий элемент с кларком около $10^{-10}\%$. Использование радия для лечения раковых опухолей привлекло внимание к его

добыче из урановых руд. С конца XIX в. и до 1940 г. в зарубежных странах ежегодно добывались десятки граммов радия, что отвечает технофильности $n \times 10^5$, т. е. близкой к ванадию (8×10^5), магнию (1×10^6). Следовательно, в единицах кларков человечество извлекало радий в тех же масштабах, что и другие элементы. Интерес к радю резко упал с открытием практического использования ядерной энергии, технофильность радия понизилась.

Все же общая тенденция развития ноосферы состоит в увеличении технофильности. По некоторым подсчетам ежегодно из недр извлекается не менее 4 км^3 горных пород и руд, причем темп добычи составляет около 3% в год.

За тысячелетнюю историю Англии из ее копей было извлечено более 15 км^3 пород, а из каменоломен - 12 км^3 . Эта величина вполне соизмерима с такой геологической константой, как сток рек, который, например, для Западной Двины составляет ежегодно $21,4 \text{ км}^3$, а для рек бассейна оз. Иссык-Куль - $3,52 \text{ км}^3$.

Ю. Г. Саушкин считает, что ежегодно из недр извлекается 10^{11} т горных пород, причем это число к 2020 г. возрастет в 6 раз.

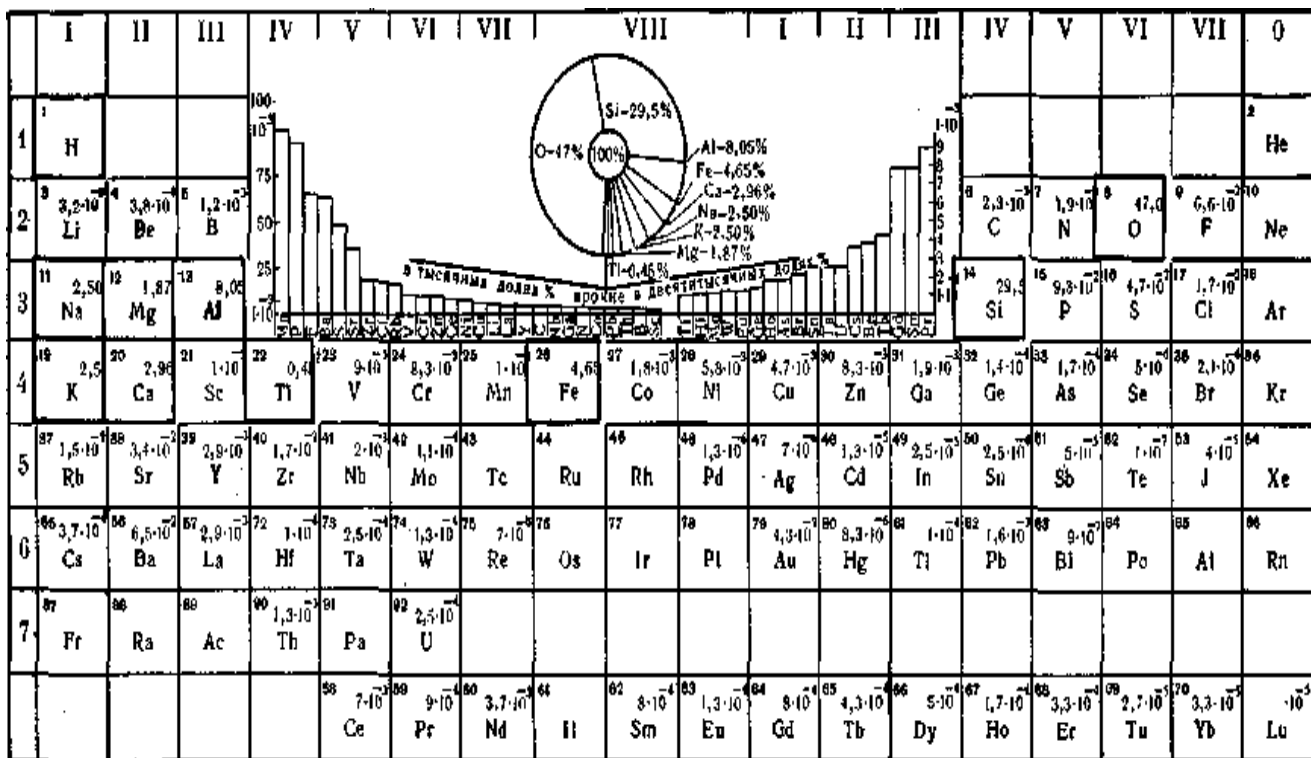


Рисунок 39 - Кларки литосферы (по А. П. Виноградову)

Наибольшей технофильностью обладает углерод (уголь, нефть) – $n \times 10^{11}$, несомненно в связи с его качеством геохимического аккумулятора, т.к. в современную эпоху соединения углерода служат главным источником энергии для человечества.

Химические элементы с резко различными кларками, но сходные в химическом отношении отмечены часто и близкой технофильностью. Например, у железа кларк – 4,65, у марганца – 0,1, а технофильность их одинаковая – 6×10^7 . Близка технофильность у рубидия и таллия, молибдена и вольфрама, ртути и сурьмы, золота и серебра. Но имеются и существенные различия, например, у хлора и фтора.

Анализ технофильности позволяет прогнозировать добычу элементов. Например, магний сильно отстал по размерам добычи от других щелочноземельных элементов - кальция, бария, его технофильность меньше, чем у натрия, хлора, меди, свинца, цинка, олова, никеля, молибдена, ртути и т. д. Это свидетельствует о слабом использовании магния человечеством, о том, что в ближайшем будущем, оно, вероятно, сильно возрастет.

Технофильность элементов колеблется в миллионы раз - от 8×10^{11} у углерода до 1×10^3 у иттрия, но контрасты в кларках составляют многие миллиарды ($n \times 10^1 - n \times 10^{-10}$). Следовательно, человеческая деятельность направлена к уменьшению геохимической контрастности ноосферы (по сравнению с биосферой и земной корой).

Эти данные также показывают, что для человечества важнее энергетические свойства элементов, чем их любое другое использование, так как геохимические аккумуляторы обладают наибольшей технофильностью.

Исключительно высокая технофильность углерода определяется не его химическими свойствами и не его способностью к концентрации, а тем, что он является геохимическим аккумулятором солнечной энергии.

Различия в технофильности элементов служат одной из причин изменения химического состава ноосферы по сравнению с биосферой.

В ноосфере происходит грандиозное перемещение атомов, их рассеяние и концентрация. С продукцией сельского хозяйства и промышленности атомы начинают миграцию по равным областям и странам и, наоборот, из самых отдаленных районов поступают в ландшафт химические элементы, образующие небывалые в природе сочетания. В течение немногих лет рассеиваются целые месторождения полезных ископаемых, накопленные природой за миллионы лет. Это относится к углероду, железу, меди, цинку и многим другим химическим элементам. В городах создаются новые концентрации элементов в несвойственных природе сочетаниях.

Для осуществления этой миграции человек использует солнечную энергию современных ландшафтов и энергию живого вещества, т. е. те виды энергии, которые характерны и для биосферы. Он также разряжает геохимические аккумуляторы, извлекая энергию, накопленную в углях и нефти за время существования биосферы (энергию фотосинтеза девона, карбона и т. д.). Наконец, он овладел «нетрадиционными» видами энергии, как, например, энергией деления ядер урана и других элементов, энергией ядерного синтеза.

Все это определяет увеличение действенной энергии в ноосфере по сравнению с биосферой.

Если первобытный человек ежедневно расходовал на работу 2-3 ккал, то после покорения огня, появления земледелия и животноводства - уже 10 ккал, а после освоения гидроэнергии, газа, нефти и угля - около 200 ккал. При этом надо учитывать, что население Земли за это время также сильно возросло. Имеются проекты использования солнечной энергии, кинетической энергии вращения Земли и т. д., сулящие резкий рост энерговооруженности человечества.

В соответствии со вторым законом термодинамики часть используемой в ноосфере энергии производит работу, но часть неизбежно обесценивается и выделяется в виде тепла. Это определяет «разогревание» ноосферы по сравнению с биосферой. Пока что эффект такого разогревания невелик, хотя хо-

рошо, например, известно, что в зимнее время температура воздуха на улицах больших городов на несколько градусов выше, чем в окружающей сельской местности. В центре Москвы, например, теплее, чем в пригородах, приблизительно на 2°. В городах с населением от 100 до 500 тыс. человек средняя годовая температура выше на 1°, свыше миллиона - на 1,3-1,5°. Главная причина - отопление жилых домов, промышленных предприятий и т. д. Игрет роль и тепло человеческого тела.

Дальнейшее развитие техники сулит значительное разогревание ноосферы, и специалисты всерьез задумываются о последствиях такого процесса. Уже сейчас количество тепла, связанного с техногенезом, в некоторых районах соизмеримо с энергией радиационного баланса. Ежегодный прирост производства энергии составляет 4% с перспективой увеличения в ближайшие годы до 10%. При таких темпах менее чем через 100 лет энергия, вырабатываемая человеком, превысит энергию радиационного баланса. В результате солнечная энергия уже не будет главным фактором климата, а это в свою очередь позволит человеку преобразовать климат Земли.

Как и в биосфере, в ноосфере широко распространены процессы раздробления вещества, увеличения поверхностной энергии (распашка почв, дробление пород, руд и т. д.). Имеются и противоположные процессы, но раздробление явно преобладает. С этим связано запыление атмосферы, усиление эрозии почв и другие нежелательные явления, с которыми ведется борьба.

Для одних химических элементов их миграция в ноосфере продолжает ту же тенденцию, которая наметилась уже в биосфере. Так, например, бериллий является редким и рассеянным элементом, но все же в магматических процессах наблюдаются его концентрации в пегматитах и других телах. В биосфере преобладает рассеяние бериллия, которое еще больше усиливается в ноосфере: человек извлекает бериллий из его месторождений, чтобы рассеять этот металл. Тем самым человек, в конечном счете, увеличивает энтропию ноосферы, хотя для того, чтобы извлечь бериллий из руд, он должен был затратить много энергии.

Тенденция к рассеянию элементов - характерная особенность ноосферы.

Значительно реже в ноосфере наблюдается концентрация тех элементов, которые рассеивались в земной коре и биосфере. К ним относятся золото, радий, платина.

Во многих процессах ноосферы человек идет вслед за природой, не меняя направленность, изменяя лишь скорость. Так, на полях культурных растений также протекает фотосинтез, в топках и двигателях происходит окисление угля и нефти и т. д.

В других процессах человек действует «вопреки природе», осуществляя реакции, чуждые биосфере, получая вещества, никогда в ней не существовавшие и неустойчивые. К ним, например, относятся металлургические процессы, при которых в свободном виде получают железо, алюминий, цинк, кобальт, никель, магний, марганец, титан и другие металлы. Здесь человек уменьшает энтропию системы.

Природа никогда не знала тех полимерных материалов, которые с каждым годом все больше и больше входят в наш быт и технику, множества других химических соединений, без которых немислима современная цивилизация.

-4-

С первых шагов человеческое общество стало вмешиваться в «святыя святых» механизма биосферы - в биологический круговорот и круговорот воды.

Как и в биосфере, в ноосфере протекает биологический круговорот атомов, причем человек стремится ускорить обе его ветви - и образование живого вещества, в том числе фотосинтез, и его минерализацию. К этому направлены все мероприятия по повышению урожайности, мелиорации и т. д. Где возможно, человек стремится собрать 2-3 урожая в год, повысить коэффициент К.

В природе биогенная миграция отмечена огромной расточительностью, неэкономичностью. В первую очередь это находит отражение в размножении.

И в растительном, и в животном мире продуцируется колоссальное количество семян, икры и т. д., из которых выживает лишь ничтожная часть. Для ноосферы, напротив, характерно стремление к упорядоченности, бережливости, экономичности. Человек прилагает огромные усилия, чтобы все семена проросли, чтобы большая часть всходов выжила и дала урожай, чтобы все потомство домашних животных сохранилось, были реализованы все возможности генетически ценных особей. Человек ускоряет биологический круговорот атомов и вовлекает в круговорот элементы, давно вышедшие из него.

Особенно наглядна эта роль человечества на примере углерода, месторождения которого - угли, нефть, природный газ отрабатываются в течение десятков лет. В результате углерод снова соединяется с кислородом, входит в состав углекислого газа, начинает новое странствие в земной коре.

Ежегодное потребление угля близко к 2×10^9 т и нефти - 1×10^9 т, что соответствует ежегодному поступлению в атмосферу $8-9 \times 10^9$ т CO_2 . За последние 100 лет человек добавил в атмосферу $3,6 \times 10^{11}$ т CO_2 и увеличил его концентрацию на 13%. При современных темпах поступления CO_2 в атмосферу через 50 лет содержание ее может удвоиться, и температура земной поверхности в среднем повысится на 4° . Это сулит растопление льдов Антарктики и Арктики, затопление приморских низменностей, улучшение фотосинтеза, бурное развитие в морях животных с известковым скелетом и другие положительные и отрицательные последствия.

Сжигание угля и нефти - это также связывание кислорода воздуха, причем уже в настоящее время на бытовые и промышленные нужды из атмосферы извлекается 23% кислорода, продуцируемого при фотосинтезе. В 2050 г. весь продуцируемый кислород будет сгорать в топках. Дефицит кислорода будет преодолеваться за счет орошения пустынь, усиления фотосинтеза и т. д. Не менее значительно вмешательство человека в круговорот воды путем орошения пустынь, опреснения морских вод, поворота рек из гумидных

районов в аридные, создания искусственных водохранилищ, использования вод артезианских бассейнов.

Орошение пустынь началось уже в античную эпоху и с тех пор непрерывно протекает с возрастающей скоростью.

«Проблема воды» во многих районах Земли, в том числе и в нашей стране, приобрела исключительно важное значение. Она обсуждается на многочисленных конференциях и съездах представителей науки и техники.

В этой комплексной проблеме имеется и геохимический аспект, в частности защита природных вод от загрязнения.

Наша страна обладает величайшими в мире скоплениями чистой пресной и ультрапресной воды, которую необходимо всячески сохранять и оберегать (особенно это относится к Байкалу и другим озерам).

Большое значение имеет не только охрана внутренних вод от загрязнения, но и морских, и океанических.

-5-

Миграция в ноосфере разнообразнее, чем в биосфере. Наряду с процессами, характерными для земной коры и биосферы, в ноосфере, как мы убедились, протекают процессы, чуждые биосфере. При этом количество биологической информации часто уменьшается, так как человек делает природу более однообразной. Например, в степи растут сотни видов растений, но, распахивая черноземы, человек заменяет степные травы посевами пшеницы, тем самым сильно уменьшая биологическое разнообразие (информацию). Еще сильнее уменьшается биологическая информация, когда на месте тропического леса с его тысячами видов диких растений создаются плантации бананов, ананасов, сахарного тростника.

По внешнему виду культурные ландшафты также однообразнее диких. Например, в тайге и степях сельский ландшафт представляет собой открытые пространства с участками, засаженными деревьями (лесные полосы, сады и т. д.). Следовательно, в обеих зонах ландшафт приобретает «лесостепной облик» (частично залесенная местность).

В ноосфере происходит уменьшение естественной неорганической информации. Например, распашка почв, удобрение, осушение, орошение и т. д. сильно нивелируют природные почвы, придавая им ряд общих черт.

Однако потеря природной информации с избытком компенсируется резким ростом информации за счет техногенеза - главным образом промышленности. Поэтому в целом ноосфера разнообразнее биосферы. Итак, образование ноосферы сопровождалось резким ростом информации, появлением новых ее видов, новых способов хранения, переработки и передачи.

Источником резкого увеличения разнообразия ноосферы служит колоссальное расходование не только текущей энергии биосферы, но и той энергии, которая была аккумулирована за миллиарды лет ее существования (главным образом, горючих ископаемых).

Следовательно, рост разнообразия в ноосфере, уменьшение в ней энтропии (увеличение негэнтропии) сопряжены с огромным увеличением энтропии в земной коре (рассеяние месторождений полезных ископаемых, сжигание угля, нефти, горючих газов и сланцев и т. д.).

-6-

Как и биосфера, ноосфера имеет определенную структуру, «уровни организации», она состоит из «подсистем». Некоторые структурные единицы ноосферы наследуются от биосферы, хотя в ноосфере они и претерпевают существенные изменения. Например, и в ноосфере существуют почвы, но здесь часто речь идет уже не о природных, а об окультуренных почвах или даже о почвах, не имеющих природных аналогов (например, «культурно-поливные почвы оазисов»). В ноосфере имеются и более сложные системы - ландшафты, в том числе и особые их представители - культурные ландшафты.

Наряду с такими традиционными системами, характерными и для биосферы, и для ноосферы, в последней наблюдаются сложные специфические системы, чуждые биосфере. Так, возможен геохимический анализ отдельных государств, административных областей, городов и т. д. В геохимии

данная проблема разработана слабо, хотя ее практическое значение несомненно. При решении этих сложных вопросов особенно важен контакт геохимиков и философов.

Культурный ландшафт понимается как результат совместной работы, совместного творчества человека и природы, произведение человека и природы. В географическом смысле культурный ландшафт - не просто результат сотворчества человека и природы, но также целенаправленно и целесообразно формируемый природно-культурный территориальный комплекс, который обладает структурной, морфологической и функциональной целостностью и развивается в конкретных физико-географических и культурно-исторических условиях.

Его компоненты образуют определённые характерные сочетания и находятся в определённой взаимосвязи и взаимообусловленности. В отечественной научно-географической лексике понятие «культурный ландшафт» отчасти корреспондируется с пониманием антропогенного ландшафта и во многом синонимично понятию «исторический ландшафт». Выделение культурного ландшафта в системе географических ландшафтов важно в том отношении, что в отечественном ландшафтоведении до настоящего времени основными операционными понятиями являются «природный ландшафт» и «антропогенный ландшафт».

Природный ландшафт - это пространственная среда, в пределах которой основные ландшафтные компоненты сформировались и существуют без участия человека. Ведущую роль в природном ландшафте играют рельеф и почва. Геоморфологическая структура определяет размещение и движение вод и в значительной степени воздействует на состояние и движение воздушных масс. На основе этих трех компонентов развивается живая природа - растительные сообщества, животный мир и другие биогенные компоненты ландшафта. Литогенная основа наиболее стабильна, живая природа наиболее изменчива. Однако именно растительность и животный мир обеспечивают устойчивость и саморегуляцию ландшафта.

В природных системах складывается баланс между производством биомассы и ее усвоением. Складываются пищевые (трофные) цепочки, в которых участвуют растения и организмы. Как правило, у животных и насекомых, вредных для сельского хозяйства и отдыха людей, в пределах стабильной экологической системы существуют естественные враги, которые регулируют их численность и распространение.

В природном ландшафте складывается биогеоценоз - устойчивый обмен веществ между всеми компонентами ландшафта. В этом смысле природный ландшафт выступает как единый живой организм, обладающий функциями защиты и самовосстановления. Скелетом этого организма является рельеф: его изменения неизбежно вызывают изменения во всех компонентах.

Антропогенный ландшафт в той или иной степени преобразован человеком, в нем изменены природные компоненты: водный режим, растительность, фауна, рельеф и почва. В него входят различные сооружения, культурные растения, измененная почва и др. Существенная особенность антропогенных ландшафтов - сложное сочетание природной самоорганизации и управления со стороны людей. Большинство современных ландшафтов относятся к антропогенным.

Культурный ландшафт - это целостная, территориально-локализованная совокупность природных, технических и социально-культурных явлений, сформировавшихся в результате влияния природных процессов и художественно-творческой, интеллектуально-созидательной и жизнеобеспечивающей деятельности людей. Один из наиболее существенных критериев культурного ландшафта - гармоничное сочетание культурного наследия, традиционной и современной культур.

Физические границы территории культурного ландшафта, выдвигаемого для включения в Список культурного наследия, зависит от его функциональности и различимости. Отобранный образец должен в каждом случае достаточно убедительно представлять культурный ландшафт, который он иллюстрирует, во всей его полноте. Не должно исключаться и выдвижение

протяженных линейных участков, представляющих культурно значимые транспортные и коммуникационные сооружения.

Основными свойствами культурного ландшафта являются:

- 1 Высокая производительность и экономическая эффективность;
- 2 Оптимальная экологическая среда для жизни человека.

Для создания культурного ландшафта необходимо следующее: рациональное использование и расширенное воспроизводство природных ресурсов. Поэтому один из главных признаков культурного ландшафта – максимальная биологическая продуктивность и интенсивный биологический круговорот, эффективная утилизация возобновимых и практически неисчерпаемых энергетических ресурсов (солнечной радиации, геотермического тепла, энергии ветров и приливов).

Осуществление инженерно-технических мероприятий, не вступающих в противоречие с естественными структурами геосистем, не нарушающих их природных механизмов. Предотвращение нежелательных стихийных процессов (природного и техногенного происхождения). Оптимизация санитарно-гигиенических условий (включая биогеохимическую ситуацию как причину возникновения природно-очаговых болезней). Создание условий оптимального функционирования геосистем.

Культурные ландшафты менее устойчивы, чем исходные ландшафты. Поэтому из нескольких возможных следует выбирать наиболее устойчивую модификацию, более экономичную, требующую меньших средств для своего поддержания. Так же как в природных геосистемах, устойчивее при прочих равных условиях многокомпонентные геосистемы.

Для функционирования ландшафта при превращении его в культурный необходимо соблюдать следующие требования:

- культурный ландшафт не должен быть однообразным, но он обусловлен сложным морфологическим строением, что затрудняет использование земель (применять сельскохозяйственную технику) (например, в Нечерноземной зоне России, где рас-

пространены холмисто-моренные таежные ландшафты с большим числом болот и переувлажненных почв, с чередованием небольших массивов пашни, лугов с лесными массивами). Однако и проводившееся в одно время укрупнение полей, и борьба с мелкоконтурностью вряд ли оправданы;

- лучше технику приспособлять к ландшафту, чем провоцировать эрозию почвы и другие нежелательные последствия;

- в культурном ландшафте не должно быть антропогенных пустошей, заброшенных карьеров, отвалов, свалок, служащих источниками загрязнения, все они должны быть рекультивированы;

- при организации территории следует стремиться к увеличению площади под растительным покровом, включая посевы сельскохозяйственных культур, среди которых обязательно должны быть травы;

- рекультивируемые площади желательно занимать древесными насаждениями, устраивать природоохранные зоны в виде древесно-кустарниковых полос;

- на части культурного ландшафта желательно экстенсивное приспособительное использование земель, так как естественные ценозы довольно эффективно используют солнечную энергию и при определенных условиях экономически не менее выгодны, чем посевы культурных растений, при разумном уходе за лесами, естественными лугами, пастбищами и даже болотами (особенно верховыми) и с них можно получать продукцию, полезную для человека, и это будет способствовать охране природы;

- культурный ландшафт должен иметь охраняемые территории, на которых могут быть расположены заповедники - строго охраняемые земли, где разрешены только научные исследова-

дования без всякой хозяйственной деятельности и без массового посещения людьми;

- природные резерваты, заказники разного назначения (в том числе и охотничьи), а также редкие или интересные природные объекты: водопады, формы рельефа, геологические обнажения, уцелевшие остатки коренных растительных сообществ и т.п.

- Хорошо сочетаются природоохранные, рекреационные, культурно-воспитательные и экономические функции ландшафта в национальных и природных парках;

- при организации территории ландшафта необходимо учитывать горизонтальные связи между его составляющими, направление потоков веществ и их интенсивность, что очень важно при размещении промышленных предприятий, жилых кварталов, зеленых зон, водоемов, участков пашни при расчлененном рельефе;

- на территории культурного ландшафта должен быть выполнен комплекс работ по улучшению, восстановлению и облагораживанию гидрографической сети: восстановление малых рек, создание водоемов, регулирование поверхностного и подземного стока, улучшение качества поверхностных и подземных вод;

- при создании культурного ландшафта завершают его внешним благоустройством - рекультивация земель, рациональное размещение угодий, создание природоохранных зон, а также удачное вписывание в ландшафт различных сооружений (это предмет ландшафтной архитектуры).

Перечисленные мероприятия по рациональному размещению угодий, правильному их использованию и охране необходимо сочетать с мероприятиями по повышению их потенциала - различные мелиорации, т.е. активное

регулирование процессов функционирования ландшафта. Высказанные соображения начинают реализовываться в научных и практических проработках по ландшафтному земледелию.

В современную эпоху, когда цивилизация переживает экологический кризис, на международном уровне разрабатывается стратегия защиты окружающей среды. Одним из возможных путей выхода из кризиса является сохранение, восстановление и развитие культурного ландшафта.

В настоящее время понятие "культурный ландшафт" имеет три определения:

1. В традициях русской географической науки оно означает "хороший" антропогенный ландшафт, изменённый человеком по определённой программе и обладающий высокими эстетическими и функциональными качествами.

2. Второе определение характеризует культурный ландшафт как некую местность, которая в течение длительного исторического периода была местом обитания определённой группы людей, являющихся носителями специфических культурных ценностей.

3. В третьем случае под культурным ландшафтом понимают ландшафт, в формировании и развитии которого активную роль играют духовные и интеллектуальные ценности, хранимые и передаваемые от поколения к поколению в виде информации, являющиеся его частью и испытывающие на себе воздействие других, материальных компонентов ландшафта.

В настоящее время существует несколько классификационных признаков культурных ландшафтов:

1. По степени культурных преобразований и по жизнеспособности ландшафта (целенаправленно созданные, естественно сформировавшиеся и ассоциативные ландшафты).

2. По исторической функции ландшафта (ландшафты сельскохозяйственные, промысловые, сакральные, заповедные, мемориальные и т.д.). В данном случае исторические функции ландшафта определяют его специфи-

ческие особенности. Функциональная ориентация ландшафтов указывает на воспроизводящие процессы и действия, необходимые для поддержания их в "рабочем" состоянии.

3. По типу культуры (ландшафты усадебные, дворцово-парковые, монастырские, горнозаводские, военно-исторические, сельские и городские). В данном случае типы культуры обладают или обладали собственным "почерком" освоения ландшафта. В соответствии с этими типами культур образуются чётко выраженные типы ландшафта: усадебный, дворцово-парковый, монастырский, горнозаводской, военно-исторический (ландшафты полей сражений), архаичный или традиционный сельский (крестьянская культура), городской (исторические кварталы).

4. По природным характеристикам. В системе типологий культурного ландшафта наряду с культурологическими основаниями обязательно должны присутствовать и природные, поскольку культурный ландшафт - это результат сотворчества человека и природы. Эти основания должны быть существенны с позиций отношения человека и природы. Среди таких оснований чаще всего называют: гипсометрический уровень и рельеф (ландшафты низменные, равнинные, холмистые, грядовые, горные, нагорные и т.д.), характер растительности (лесной, луговой, болотный, степной и пр.), отношение к водотокам и акваториям (приморский, приозёрный, приречный), генезис и морфология (водно-ледниковые, дюнные, террасовые, долинные ландшафты и т.д.). Как правило, выбираются те характеристики, которые наиболее весомы в процессе созидания культурного ландшафта.

В документах ЮНЕСКО для оценки культурных ландшафтов применяется типология культурных ландшафтов, основанная на таких классификационных признаках, как степень культурных преобразований и жизнеспособность ландшафта.

Согласно ей существует три основные категории культурных ландшафтов:

1. Целенаправленно созданные (рукотворные) ландшафты. К данной категории прежде всего относятся объекты ландшафтной архитектуры - парки и сады. Они создаются по замыслу художника и их характерной особенностью является определённая планировочная композиция. В своём развитии данные объекты подчинены целеполагающей деятельности человека, в связи с чем представляют наибольший интерес в культурологическом аспекте. Сугубо функциональное предназначение отдельных элементов культурного ландшафта садов и парков всегда соотнобразуется с их эстетическими качествами.

Различают две субкатегории целенаправленно созданных ландшафтов:

1.1 Ископаемые (памятники археологического или палеонтологического наследия - остатки древних городов, курганные комплексы, оазисы древних или сменивших географический ареал культурных общностей, сформировавших облик ландшафта, но безвозвратно ушедших или утративших функции носителя культурной традиции, например Мучу–Пикчу).

1.2 Развивающиеся - ландшафты, продолжающие своё существование благодаря деятельности человека, направленной на восстановление, сохранение и развитие его объектов и функций.

2. Естественно сформировавшиеся ландшафты. В ландшафтах такого типа природные процессы в результате длительных, целенаправленных воздействий претерпевают определённые изменения. Природные компоненты ландшафта адаптируются к этим изменениям, в результате чего формируется ландшафтный комплекс, где сложным образом переплетаются процессы природной эволюции и целенаправленной деятельности. Примером могут служить многие сельские и исторические индустриальные ландшафты. Такие ландшафты чаще всего формируются благодаря аборигенным (туземным) экофильным экстенсивным культурам, находящимся в гармонии с окружающей их природой и идентифицирующим свой мир как часть природы.

Различают три субкатегории таких ландшафтов:

2.1 Ископаемые (археологические ландшафты).

2.2 Реликтовые (в отличие от ископаемых такие ландшафты продолжают жить и развиваться, но время их расцвета уже осталось в прошлом).

2.3 Развивающиеся (такие ландшафты могут быть связаны с географически детерминированными аборигенными культурами, такими как культуры американских индейцев, африканских племён, северных евразийских народов).

3. Ассоциативные ландшафты. К этой категории относятся ландшафты с сильными религиозными, художественными и культурными ассоциациями, а также чисто природные ландшафты без каких-либо материальных объектов культурного наследия - мемориальные ландшафты, хранящие память о важнейших событиях или великих личностях, ландшафты, нашедшие отражение в творчестве выдающихся деятелей искусства, и сакральные ландшафты.

Вернемся снова к геохимии биосферы и рассмотрим одну особенность развития жизни на Земле.

Первые миллиарды лет существования жизни, в архее и протерозое, поверхность суши, вероятно, была покрыта лишь микроорганизмами и водорослями, представляла собой примитивную пустыню. Около 350 млн. лет назад, в конце девонского периода палеозойской эры, на Земле появились первые леса.

Так, в течение длительной эволюции за сотни миллионов лет в условиях теплого климата и хорошего увлажнения сухопутные растения выработали способность накапливать путем фотосинтеза большое количество органических веществ.

Накопление большой органической массы, т. е. усиление биологического круговорота, знаменовало новый качественный этап в развитии биосферы, определяло значительную роль жизни в миграции атомов. Однако это привело к противоречию в развитии жизни и ландшафтов в целом.

Чем сильнее была в ландшафте биогенная аккумуляция, тем больше разлагалось мертвых остатков растений и животных, тем энергичнее была противоположная ветвь биологического круговорота - минерализация. В

почву поступало много углекислого газа, органических кислот, почвенные воды становились кислыми.

В результате в палеозойских лесах возникали сильно выщелоченные кислые малоплодородные почвы, развивалось минеральное голодание растений. Следовательно, чем лучше растение было обеспечено водой, светом и теплом, тем сильнее было кислое выщелачивание - хуже минеральное питание. Так биологический круговорот привел к противоречию между световым и минеральным питанием растений - растения сами стали ухудшать условия своего существования.

Это грозное противоречие в развитии растительного мира, вероятно, послужило одной из движущих сил эволюционного процесса: естественный отбор действовал в направлении его преодоления.

Почти 250 млн. лет понадобилось растительному миру, чтобы выработать способность поглощать из почвы больше кальция, магния, натрия и других катионов. Это произошло, когда в середине мелового периода мезозойской эры голосеменные растения сменились лесами из покрытосеменных, которые содержали больше золы и, следовательно, лучше, чем голосеменные, противостояли кислому выщелачиванию. Однако полностью преодолеть данное противоречие растительный мир не смог. И в современную эпоху во влажном климате тропиков и умеренной полосы в результате биологического круговорота происходит кислое выщелачивание почв, ухудшение минерального питания растений.

Старое противоречие, которое природа не смогла преодолеть за сотни миллионов лет, быстро исчезло в ноосфере в результате прогресса науки и техники, развития производительных сил общества.

В культурном ландшафте, используя удобрения и минеральную подкормку домашних животных, человек обеспечил богатое питание растений и животных в условиях влажного климата. Это создало возможность невиданного повышения биологической продуктивности ландшафта, ускорения биологического круговорота, появления новых ценных сортов растений и пород

домашних животных. Хорошо известно, какое разнообразие сортов культурных растений и пород домашних животных вывел человек, как быстро осуществляется этот процесс, как продуктивны порой полученные сорта и породы. Причину мы видим не только в искусственном отборе, но и в сочетании его с той геохимической обстановкой, которую сначала бессознательно, а позднее и вполне сознательно создает человек для культурных растений и домашних животных. Изучив их химические потребности, он предоставляет им все необходимое для жизни и таким образом преодолевает то противоречие, которое угрожало жизни в течение сотен миллионов лет существования лесных ландшафтов.

Оптимизация культурного ландшафта. С точки зрения изменения природной среды (почв, воздуха, вод и т. д.) оазису противоположен искусственный сернокислый ландшафт, возникающий в тех местах добычи сульфидных руд, где не соблюдается необходимая охрана природы и серная кислота поступает в реки, серный ангидрид - в атмосферу. В оазисе среда изменилась в благоприятном для человека направлении, в сернокислом - неблагоприятном. Это позволяет ввести понятие об оптимальном культурном ландшафте, для которого характерно наиболее благоприятное соотношение всех его частей и свойств. Следовательно, при превращении природного ландшафта в культурный необходимо использовать оптимальный вариант, т. е. решить хорошо известную кибернетическую задачу оптимизации. Эта одна из основных практических задач кибернетики.

Мы можем наметить в самой общей форме геохимические особенности оптимального культурного ландшафта. Для него в первую очередь должны быть характерны оптимальные биологический круговорот и водная миграция (в том числе и круговорот воды). Это означает:

1. Высокую продуктивность и разнообразие биологической продукции. Энергичный фотосинтез.
2. Быстрое разложение остатков организмов и включение продуктов минерализации в новый цикл биологического круговорота.

3. Быстрое протекание биологического круговорота в целом.

4. Минимальный «выход» химических элементов из биологического круговорота (желательно, чтобы химические элементы все время «вращались» в биологическом круговороте и не включались в водную миграцию, чтобы N, P, K и т. д. не выносились реками).

5. Удаление из ландшафта избыточных элементов и привнос дефицитных.

6. Мобилизацию «внутренних ресурсов ландшафта» для усиления биологического круговорота (использование сапропеля для удобрений, подкормки и т. д.).

7. Оптимальный круговорот воды.

8. Замкнутый цикл в промышленности, чтобы заводы не отравляли воды, воздух и почвы.

Одна из важнейших задач науки о ландшафтах, таким образом, заключается в разработке теории оптимизации культурных ландшафтов, в установлении их типов для различных природных районов.

Элементарный состав культурных ландшафтов. Большинство химических элементов, извлекаемых из земных недр, рассеивается по земной поверхности. Это приводит к изменению химического состава земной поверхности, т. е. культурных ландшафтов.

Например, алюминия добывается много меньше, чем железа, хотя у алюминия кларк выше. Это приводит к изменению отношения Fe: Al в техногенезе. В культурных ландшафтах нарушается также природное соотношение между медью и цинком, никелем и кобальтом, калием и магнием (в пользу первых). В результате геохимия культурного ландшафта существенно изменяется - ожелезнение почв должно вести к ослаблению оподзоливания, увеличение K : Mg - к возрастанию роли калиевых глин по сравнению с магниевыми и т. д.

Человек в ноосфере. Какова же судьба в ноосфере человека как биологического вида? Вопрос этот уже давно занимает умы ученых, не безраз-

личны к нему и писатели, которые рисуют как радужные, так и весьма мрачные перспективы.

Новые пути миграции атомов в ноосфере вызывают явления, опасные для здоровья человека. Изменение состава атмосферы в промышленных центрах и крупных городах, усиление эрозии почв, нехватка питьевой и технической воды, рост заболеваний, связанных с развитием техники, например рака легких в крупных городах, - эти и многие другие проблемы современности показывают, что геохимическая деятельность человечества может быть источником бедствий.

Подобные вредные тенденции можно проследить на примере истории многих химических элементов. Остановимся на геохимии серы в ноосфере. Советский геохимик А. А. Колодяжная отмечает, что сернокислотные, суперфосфатные, медеплавильные и цинкообрабатывающие заводы, котельные, электростанции, ТЭЦ, железнодорожный транспорт, бытовые топки выбрасывают в воздух много SO_2 . Ежегодно на Земле только за счет сжигания каменного угля в атмосферу поступает 20 млн. т SO_2 .

Повышенное содержание SO_2 не только вредит растительности, но и не безразлично для здоровья людей.

С нежелательным обогащением воздуха SO_2 приходится считаться во всех городах, где в качестве топлива используется бурый или каменный уголь, где развита металлургия.

SO_2 , окисляясь и растворяясь в воде, дает серную кислоту. В результате атмосферные осадки периодически становятся кислыми, они вредно влияют на окружающую растительность. В Вене, например, при годовом потреблении 2,5 млн. т угля ежегодно в 70-х гг. поступало в атмосферу 26 000 т серной кислоты.

В промышленных районах человеческая деятельность оказывается главным поставщиком SO_2 в атмосферные осадки.

Преодоление нежелательных последствий хозяйственной деятельности человечества ныне - предмет изучения многих естественных и общественных

наук. Доказано, что человечество в состоянии ликвидировать указанные недостатки, что они не являются неизбежным следствием цивилизации, существования ноосферы.

Когда развитие преобразованной биосферы Земли - ноосферы - получит необходимое для жизни человека направление, выявятся и новые геохимические возможности ноосферы в отношении биологической природы человека («оптимистический аспект»).

Созданному на научной основе культурному ландшафту присущи положительные геохимические особенности многих природных ландшафтов, оптимальное содержание элементов. Например, оазис в пустыне сочетает положительные качества пустынного ландшафта (изобилие тепла и света, плодородие почв) с положительными качествами лесного ландшафта (изобилие воды).

Наконец, в культурном ландшафте могут быть созданы такие геохимические условия, которые вообще в природе нигде не встречаются.

Новая геохимическая обстановка, которая создалась на Земле в результате общественной деятельности, содержит в себе замечательные возможности улучшения жизни человека.

В начале нашего века русский биолог И. И. Мечников в «Этюдах оптимизма» писал, что человеческая природа, способная к изменениям точно так же, как и природа организмов вообще, должна быть видоизменена сообразно определенному идеалу. Мечников имел в виду несовершенство биологической природы человека. Каковы же факторы, которые позволят улучшить человеческий организм? В каком направлении происходит развитие биологической природы человека в настоящее время и какова связь этого развития с социальными условиями?

Среди западных ученых и писателей немало считающих, что цивилизация ведет человека к физическому вырождению, протестующих против гигиены, которая якобы способствует выживанию «неполноценных» индивидов. «Уже давно медицине и в особенности гигиене ставят в вину то, что эти

пауки способствуют ослаблению рода человеческого. Благодаря всяким научным применениям сохраняют больных и одержимых наследственными недугами, которые производят слабое потомство», - писал по этому поводу Мечников в упомянутой книге.

Эти идеи в XIX в. развивали английский философ-идеалист Спенсер, немецкий врач Ленце и многие другие, а гитлеровские фашисты сделали их учение основой «расовой политики».

Остановимся на одной стороне проблемы, поставленной Мечниковым, рассмотрим ее с позиций геохимии.

В человеческом организме содержится свыше 60 химических элементов, которые поступают в организм с пищей, водой или воздухом.

В течение длительной эволюции жизнь на суше довольствовалась теми химическими элементами, которые предоставлял местный ландшафт. Постепенно организмы приспособились к местным условиям, хотя они и не всегда были наилучшими.

Напомним, что тайга, степи, влажные тропики, приморские и континентальные районы, горные районы и равнины, районы развития гранитов, известняков, песков отличаются один от другого по химическому составу горных пород, почв и вод. Естественно, что продукты питания (особенно растительные), вода и воздух из различных ландшафтов по-разному удовлетворяют потребности человека.

А. П. Виноградов, его ученики и последователи доказали, что некоторые заболевания связаны с особенностями химического состава почв и вод. Такие заболевания распространяются на целые области - биогеохимические провинции. Известны биогеохимические провинции с недостатком кальция, кобальта, йода, с избытком молибдена, бора, свинца и других элементов.

Уже в 30-х годах XX в. была обстоятельно изучена геохимия йода в биосфере. Выяснилось, что океан и поступающие с него атмосферные осадки - главный источник йода для ландшафтов. Поэтому внутриматериковые районы, горные долины сильно обеднены йодом.

Щебнистые горные почвы неблагоприятны для адсорбции йода или для его накопления вместе с органическим веществом. Поэтому в горах особенно слабо работают механизмы, задерживающие йод. Содержание йода в высокогорных растениях низкое, мало его в животных и в пище человека. Это приводит к увеличению щитовидной железы, которая начинает усиленно работать, на шее появляется характерное утолщение - «зоб». Во многих случаях такая разросшаяся железа в общем обеспечивает организм йодсодержащим гормоном - тироксином, и люди не испытывают серьезных недугов. Однако в некоторых районах содержание йода в окружающей среде настолько мало, что увеличенная железа не справляется со своими задачами, количество тироксина уменьшается, развиваются тяжелые общие нарушения в организме вплоть до глухоты и кретинизма. Все эти явления получили наименование «эндемического зоба».

Ранее зоб был широко распространен в горах Средней Азии, Кавказа, Сибири, Карпат, в Альпах, Пиренеях, Андах, Гималаях и других горных странах. Дефицит йода наблюдается и во многих равнинных районах, особенно с бедными песчаными или торфянистыми почвами (лесная зона, лесостепь).

Ландшафты, обедненные йодом, могут быть обеспечены им за счет привозных продуктов питания. Например, во многих районах Севера население получает достаточно йода, несмотря на его дефицит в местных ландшафтах. Эффективным средством борьбы с эндемическим зобом служит йодирование поваренной соли (добавляется 10 г на одну тонну NaCl). «Йодная профилактика», широко проведенная в России, ликвидировала эндемический зоб во многих горных районах или же сильно уменьшила заболеваемость.

В последние десятилетия в России быстро развивается медицинская география. Исключительно интересные данные получены по географии различных болезней, по географии долголетия. Оказалось, что и в размещении многих болезней наблюдается хорошо известная закономерность - зональность.

С геохимических позиций рассматривают распространение уродств новорожденных, врожденных вывихов бедра, эндемического зоба, кариеса и флюороза зубов, рассеянного склероза, мочекаменной болезни, отдельных форм рака и других заболеваний. Медициной накоплен огромный фактический материал о распространении болезней и условиях жизни человека в разных районах. Весь этот материал нуждается в осмысливании с позиций геохимии ландшафта. В частности, особенно интересно сопоставить карты заболеваемости населения и карты геохимических ландшафтов. Только анализ заболеваемости по естественным (а не административным!) районам, т. е. по ландшафтам, позволяет выявить связь заболевания с природными условиями.

Необходимо, чтобы в дальнейшем медико-географические исследования проводились на базе геохимии ландшафта, чтобы врач и геохимик работали руку об руку. Важно установить, как отражаются на здоровье такие отклонения от среднего содержания химического элемента в ландшафте, которые не достигают уровня, вызывающего явные симптомы болезни. Не связаны ли с этим предрасположения к различным болезням или хронические заболевания у населения, объясняемые другими причинами? Наконец, нельзя ли, увеличивая или уменьшая потребление людьми определенных химических элементов, воздействовать на физическую природу человека, подойти к реализации давнишней мечты человечества - долголетию? И применительно к человеку можно говорить об оптимальном содержании химических элементов в окружающей среде, т. е. о содержании в продуктах питания, водах, воздухе, которое наилучшим образом обеспечивает потребности.

На земной поверхности, вероятно, нет ландшафтов, местные продукты питания, вода и воздух которых содержали бы все химические элементы в оптимальных количествах и соотношениях. Даже при наилучшем обеспечении калориями один элемент в организме может оказаться в избытке, а других будет не хватать. Медицина установила оптимальные содержания элементов для разных географических условий, разных профессиональных, возрастных и прочих групп населения. Не так давно человечество не могло

практически реализовать рекомендаций науки. Но в нашу эпоху развитой химической промышленности, широких экономических связей между районами и странами положение существенно меняется. В будущем жители горных районов будут потреблять столько же йода, сколько жители морских побережий, что улучшит работу щитовидной железы, население районов с влажным климатом получит столько же фтора, сколько имеют жители степей, и это ликвидирует заболевания зубов. Продукты питания из тропических, умеренных, полярных ландшафтов, морская пища и минеральные воды дадут возможность населению использовать благоприятные геохимические особенности многих районов и исключить неблагоприятные особенности данного. Иначе говоря, культурному ландшафту должны быть присущи положительные санитарно-гигиенические особенности многих природных ландшафтов. В нем можно создать и такие условия, которых не было и нет ни в одном природном ландшафте.

Практические пути решения этой проблемы очень разнообразны. Уже сейчас вырисовывается перспектива улучшения качества овощей и фруктов при помощи внекорневой подкормки их йодом и другими микроэлементами. Это позволит успешно бороться с атеросклерозом и другими болезнями.

Известно, что одна из причин кариеса зубов - дефицит фтора в питьевой воде. Для борьбы с этим было предложено фторировать водопроводную воду. В США такой водой пользуются более 40 млн. человек. В результате заболеваемость кариесом снизилась на 40-70%. Фторирование применяется в Европе и в нашей стране. Однако фторированием воды надо пользоваться осторожно, имеются сведения о вреде этого мероприятия. Вероятно, возможны и другие пути обогащения рациона фтором. Например, доказано, что чай содержит повышенные количества этого элемента. Возникает интересная проблема - как влияет широкое потребление чая на состояние костной системы, в частности зубов? В Средней Азии, Казахстане, Сибири население пьет много чая. Не является ли эта привычка полезной и в данном отношении?

С другой стороны, многие установившиеся нормы потребления химических элементов могут оказаться завышенными. Например, имеются данные, что избыток хлористого натрия в пище способствует гипертонической болезни. Возможно, что бытовое потребление поваренной соли во многих странах является завышенным и привычка густо солить пищу не так уж невинна, как это может показаться с первого взгляда.

Создавая оптимальный геохимический режим ландшафта, общество получает новый мощный фактор улучшения условий существования человека, продления его жизни, преобразования всей его физической природы.

Можно не сомневаться, что развитие производительных сил в условиях социализма и коммунизма, дальнейшее развитие науки позволят создать в любом районе земного шара столь благоприятные условия для жизни человека, что улучшение его физической природы, о котором мечтал Мечников, станет реальностью.

Создание оптимального геохимического режима ландшафта - это новый мощный фактор улучшения физической природы человека, фактор эволюции, которым природа не располагала в течение нескольких миллиардов лет существования жизни на Земле.

Геохимия должна включиться в создание оптимальных условий жизни человека в любых ландшафтных зонах и районах и внести свой вклад в решение грандиозной задачи улучшения здоровья.

Ноосфера и биосфера. Специфика постановки вопроса о ноосфере в геологических науках состоит в том, что ноосфера рассматривается как планетарное явление, как особый этап развития планеты. С этой точки зрения можно установить следующие этапы развития Земли: мантия - земная кора - биосфера - ноосфера. Подобный подход позволяет выявить некоторые общие планетарные закономерности развития Земли, приведшие к образованию ноосферы. И в этом случае анализ следует вести в трех аспектах: превращения вещества, изменения энергии, накопления информации.

Несомненно, что часть процессов в ноосфере продолжает те тенденции, которые наметились уже в биосфере и даже земной коре. Такое развитие мы будем именовать «унаследованным». Оно характерно для истории многих химических элементов. Например, никель и хром концентрируются в ультраосновных породах, т. е. в породах мантии. В земной коре они преимущественно рассеиваются, еще большее рассеяние наблюдается в биосфере и максимальное - в ноосфере. Об этом свидетельствует быстрая отработка месторождений никелевых и хромовых руд разного происхождения.

Тенденция к рассеянию характерна, как мы убедились, для большинства химических элементов.

С ходом геологического времени возрастала действенная энергия биосферы, и эту же тенденцию мы наблюдаем в ноосфере, где не только используются огромные энергетические ресурсы биосферы (уголь и др.)? но работают и «небиосферные» источники энергии, как, например, энергия атомного ядра. Имеются грандиозные проекты использования энергии вращения Земли и т. д.

Развитие Земли, несомненно, сопровождалось усложнением структуры ее верхней части, увеличением разнообразия, развитием новых форм материи. Все это мы теперь объединяем в понятие «информация» и, следовательно, можем наметить следующий ряд увеличения количества информации и усложнения ее качества: мантия → земная кора → биосфера → ноосфера.

Наряду с унаследованным развитием в ноосфере, как мы убедились, наблюдаются противоположные тенденции, «отрицающие» процессы биосферы.

То, что природа накопила за миллионы лет, например залежи угля, человечество рассеивает за сотни лет.

Во всех этих процессах человек выступает в роли мощного энтропийного фактора, а природа - антиэнтропийного (негэнтропийного). Но в ноосфере наблюдаются и противоположные тенденции, когда человек выступает в роли антиэнтропийного фактора, а природа - энтропийного.

Следовательно, в ноосфере усиливаются как энтропийные, так и анти-энтропийные процессы.

Вопросы для самоконтроля:

- 1 Дайте понятие о ноосфере с позиции биогеохимии.
- 2 Что такое технофильность элементов?
- 3 Опишите пути миграции элементов в ноосфере.
- 4 Изменение круговорота атомов.
- 5 Накопление информации.
- 6 Структура ноосферы.

II Практикум

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И СТРАТЕГИИ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

*Два мира есть у человека:
один - который нас творил.
Другой - который мы от века
творим, по мере наших сил.*

Н. Заблоцкий

Постановка проблемы

Каждый из нас и все человечество в целом переживает такой период развития, когда обеспечение нашей безопасности становится даже более важным, чем дальнейший прогресс. Загрязненный воздух, отсутствие или нехватка чистой питьевой воды, сомнительное качество продуктов питания, захламление мусором жилых кварталов и пригородных лесов, лесные и травяные пожары, наводнения, тайфуны - вот далеко не полный перечень проблем, являющихся по своей сути одновременно экологическими, экономическими, социальными и политическими. Современное общество характеризуется как общество потребления. Идеями всеобщего потребления (консумеризм) пронизаны все средства массовой информации. Применяются промоушн-технологии, перепрограммирующие сознание человека на стремление покупать.

Общество потребления, имея главным показателем развития экономической рост, по словам Э. Фромма, продуцирует дефективных людей с примитивными, редуцированными потребностями. Для удовлетворения этих потребностей с каждым годом требуется все больше и больше ресурсов. О разрушительных для окружающей среды тенденциях рыночной экономики откровенно писал апологет рынка В. Лебоу: «Наша чрезвычайно производи-

тельная экономика... требует, чтобы **потребление** стало для нас стилем жизни, чтобы мы превратили покупку и использование вещей в ритуал, чтобы в потреблении мы искали духовное удовлетворение, утверждение своего «Я», нам нужно, чтобы вещи покупались, выбрасывались и заменялись другими во все больших масштабах».

Из сказанного ясно, что производительная рыночная экономика строится на умножении потребления природных ресурсов и неизбежно сопровождается массовым загрязнением среды обитания отходами производства и потребления.

Цели:

- выявление сущности современного экологического кризиса;
- поиск путей решения экологических проблем разного уровня;
- осознание необходимости самоограничения «потребностей, в которых нет никакой потребности» (М. Твен).

Глоссарий: проблема, экологическая проблема, глобальные экологические проблемы, экологическая ситуация, ресурсы, потребности, консумеризм, окружающая среда, система, экосистема, личность, экологический императив, экологическое сознание, антропоцентризм, эгоцентризм, космоцентризм, ноосфера, коэволюция, экологическая безопасность, природопользование, охрана окружающей среды.

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные книги и другие информационные ресурсы.

Задание 2. Определите потребности человека.

Это задание эффективней выполнить в группе в форме **мозгового штурма**.

Потребность - нужда или недостаток в чем-либо необходимом для поддержания жизнедеятельности организма, человеческой личности, социальных групп, общества в целом; или состояние индивида, создаваемое испытываемой им нуждой, в объектах, необходимых для его существования и развития, и выступающее источником его активности.

Потребности выступают как такие состояния личности, благодаря которым осуществляется регулирование поведения, определяется направленность мышления, чувств, воли.

Понятие «потребность» существует в научной литературе, по крайней мере, в трех значениях:

ПОТРЕБНОСТЬ -

- 1) как обозначение объекта внешней среды, необходимого для нормальной жизнедеятельности;
- 2) как состояние психики, отражающее нехватку чего-либо;
- 3) как фундаментальные свойства личности, определяющие ее отношение к миру.

В соответствии с этим разграничиваются понятия:

- потребность-объект;
- потребность состояние;
- потребность-свойство.

Теория иерархии фундаментальных потребностей, выстраивающихся в своеобразную пирамиду, в которой вышестоящий уровень потребности может возникнуть исключительно после реализации нижестоящего.

В 60-е годы прошлого столетия большую популярность имела классификация, предложенная А. Маслоу (см. рис. 1):

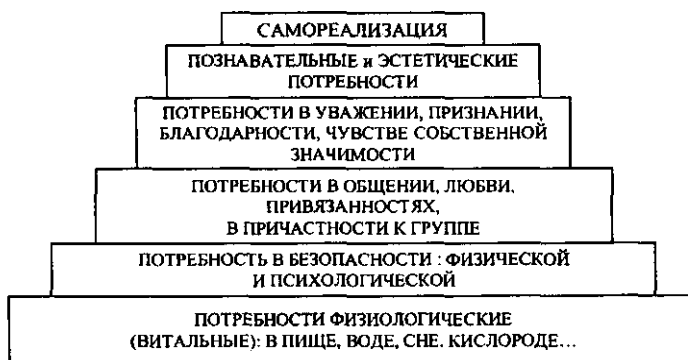


Рисунок 1 – Пирамида потребностей А. Маслоу

- Польский психолог К. Обуховский (Психология влечения человека. М., 1971) предлагает свою классификацию:
 - потребность в самосохранении;
 - потребность в сохранении вида;
 - познавательная потребность;
 - потребность эмоционального контакта;
 - потребность смысла жизни.

П.В. Симонов (Симонов П.В., Ершов П.М. Темперамент. Характер. Личность. М., 1984) включил в научный обиход деление каждой потребности на две разновидности - **сохранения** и **развития**. Сама классификация состоит из:

- биологических потребностей;
- социальных;
- идеальных.

Организация работы группы:

- Назовите как можно больше потребностей человека. Записывайте все высказываемые гипотезы, даже если они, на первый взгляд, кажутся фантастическими.
- Сделайте анализ всех предложенных гипотез и выберите те из них, которые наиболее вероятны.
- Классифицируйте сформулированные вашей рабочей группой потребности человека.
- Ранжируйте выделенные классы потребностей (укажите цифрой 1 - самый важный для Вас класс потребностей, цифрой 2 - чуть менее важные и т. д.).
- Результаты совместной работы подготовьте к публичному представлению.

Задание 3. Ответьте на вопросы:

- Что значит разумно пользоваться материальными и духовными благами?
- Что включает в себя понятие «разумные потребности»? Какие потребности можно назвать «неразумными»?

Принципы социальной экологии

- Человечество, как и любая популяция, не может расти беспредельно;
- Общество в своём развитии должно учитывать меру биосферных явлений;
- Устойчивое развитие общества зависит от своевременности перехода к альтернативным ресурсам и технологиям;
- Любая преобразующая деятельность общества должна основываться на экологическом прогнозе;
- Освоение природы не должно уменьшать разнообразия биосферы и ухудшать качество жизни людей;
- Устойчивое развитие цивилизации зависит от нравственных качеств людей;
- Каждый несет ответственность за свои действия перед будущим;
- Надо мыслить глобально, действовать локально;
- Единство природы обязывает человечество к сотрудничеству.

Задание 4. Сопоставьте результаты выполнения задания 2 с формулировками, приведенными в заключительной части текста этой практической работы, где представлены результаты исследований ученых по проблемам потребностей человека. Сравните с ними свое отношение к проблеме человеческих потребностей. Изобразите пирамиду потребностей А. Маслоу в своей тетради.

Задание 5. Ответьте на вопросы анкеты.

1. Если бы вам предложили в пяти словах изложить свое понимание личного счастья, то какие из приведенных ниже ответов вы используете? (смотрите список пункта 2 анкеты).

2. Укажите цифрой 1 свое самое важное для вас, цифрой 2 - чуть менее важное и т. д. А как бы на этот же вопрос вы ответили 10 лет назад (укажите 3-5 значимых для вас факторов счастья 10 лет назад).

- активная деятельная жизнь

- интересная работа
- материально обеспеченная жизнь
- наличие верных друзей
- счастливая семейная жизнь
- жизнь, полная удовольствий, развлечений
- свобода, независимость
- расширение своего образования, кругозора
- мирная обстановка в стране
- чистая совесть, честная жизнь
- общественная активность
- комфорт, покой
- здоровье
- любовь
- наличие детей
- достижение власти
- уважение окружающих
- творчество
- равенство для всех
- искусство
- деньги любыми способами
- успех в карьере
- общение с людьми
- вера
- _____ что-то другое

Задание 6. Составьте таблицу-схему, характеризующую современные экологические проблемы разного масштаба (см. рис. 2).

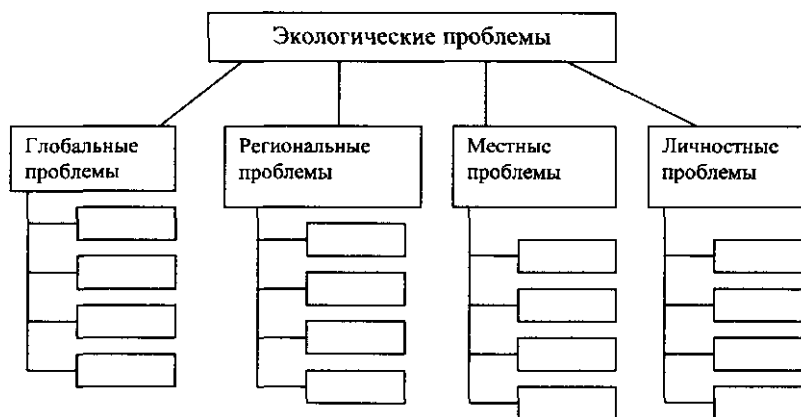


Рисунок 2 - Современные экологические проблемы разного масштаба

Задание 7. Заполните таблицу, в которой приведены формулировки законов известного американского эколога Барри Коммонера и закономерности, отраженные в них. Приведите собственные примеры действия этих законов в жизни.

Таблица 1 - Законы Б. Коммонера

Формулировка закона	Закономерности, отраженные в законе	Примеры действия закона
1. Все связано со всем		
2. Все должно куда-то деваться		
3. Ничто не дается даром		
4. Природа знает лучше		

Задание 8. Перечислите глобальные проблемы человечества, структурировав их в формате таблицы.

Таблица 2 – Характеристика глобальных экологических проблем

Глобальные проблемы	Сущность проблемы	Аспекты проблемы		
		Экологические	Экономические	Социальные
1.				
2.				
3. и т.д.				

Для любых трех из указанных вами глобальных проблем укажите: чем порождена проблема темпы развития проблемы на современном этапе; пути решения проблемы.

Задание 9. Ознакомьтесь с идеями, изложенными в работах Н.Ф. Реймерса, Н.Н. Моисеева, В.И. Данилова-Данильяна. Используя представления об особенностях современной цивилизации, охарактеризуйте основные её черты.

Материалы к выполнению задания 9.

ОБРАЩЕНИЕ АКАДЕМИКА Н.Н. МОИСЕЕВА

Человечество на пороге XXI века

Глобальная экологическая катастрофа может подкрасться внезапно и совсем незаметно

29 февраля, в день когда не стало академика Н.Н. Моисеева в редакции журнала "Вопросы философии" проходил "круглый стол" по его книге "Быть или не быть человечеству?". Этой книге он придавал исключительно важное значение. Академик был убежден: если не принять срочных - в масштабе всей планеты - мер, то уже в середине будущего века может разразиться глобальная экологическая катастрофа, чреватая гибелью всего рода человеческого. Никита Николаевич направил участникам дискуссии обращение, в котором изложил главные мысли своей книги и главные тревоги, глубоко волновавшие его. Предлагаем читателям полный текст этого обращения, который был опубликован "Независимой газетой" 23 августа 2000 г. - в день его рождения.

Уважаемые коллеги, дамы и господа!

Тема, послужившая предметом предстоящей дискуссии в этом зале, стала особенно актуальной в настоящее время. По моему мнению, человечество на пороге XXI века подошло к такому пределу в своем историческом развитии, который может обозначить некоторый рубеж, отделяющий более или менее благополучную историю рода человеческого от неизвестного и, вероятнее всего, очень опасного будущего. Опасного для судеб наших детей и

внуков. Я имею в виду, конечно, не только жителей России. Это относится ко всему планетарному сообществу

В первую очередь меня заботит судьба России. Наверное, никогда наша страна не была в столь отчаянном положении, как сейчас. Даже в пору «смутного времени» в XVII веке ситуация не была более сложной. И, если следовать нынешнему ходу событий, экстраполировать в будущее те тенденции, которые мы наблюдаем сегодня, то надо полагать, что народ наш, нашу страну может ожидать только дальнейшая деградация. Причем во всех направлениях - в области экономики и культуры, в нравственном климате. Особенно в области образования.

Для того чтобы остановить сползание в небытие, граждане России однажды будут вынуждены представить себе ожидающую нас бездну, заглянуть в нее и увидеть реальность. Это необходимо, как бы тяжело это для нас ни было. Нельзя пережить горе, справиться с ним, не почувствовав его до конца. Это горестное ощущение, но его необходимо пережить. И я верю, что мы его переживаем, и это не сломит нас.

Я считаю, что нашему народу надо признать, что обратного пути у нас нет. Надо искать новые дороги. Нужно на новом основании построить новое здание, с новыми нравственными устремлениями. Но такое основание надо еще разыскать. В том числе, и в нашем прошлом, далеком и близком. И еще нам необходимо поверить в то, что не всё потеряно. Почувствовать, что мы не одиночки, что нас много, что у нас общая судьба и что у нас есть то, ради чего имеет смысл идти на жертвы.

Нам нужны новые идеи, планы, публичные дискуссии о путях, которые приведут к рождению новой России, наследницы той, которую мы безвозвратно потеряли. И нам нужно с уважением относиться к нашему прошлому, каким бы горестным оно ни было.

Я верю, что мы однажды справимся с нашими бедами и невзгодами. Но нам было бы куда легче жить и работать, если бы мы знали, что во власть

придут люди, способные страдать из-за горестного состояния собственного народа, как страдает из-за этого большинство русских людей.

Одной из самых страшных бед современной России я считаю ту, что едва ли не четверть русского народа оказалась за границами нашего государства, что многие русские люди превратились в иностранцев, причем нежелательных в своей собственной стране. В условиях нашего запустения, вечного безденежья помочь этим людям как следует мы не можем. Но обязаны - не перед иностранцами, а перед русскими, перед своей совестью - сказать во всеуслышание: «Мы - разделённая нация!» Сказать всем нашим зарубежным соотечественникам: «Мы, русские, живущие у себя в России, не забыли вас, помним о вас, не отрекаемся от вас и сделаем всё возможное для вашего благополучия».

Главный вопрос, который стоит перед всеми нами: есть ли будущее у России, достойное будущее? Нам нужно понять, сможем ли мы вернуться к более или менее благополучному существованию, на какой основе это может произойти и к чему следует стремиться. Одним словом, что может стать с нами ЗАВТРА?

Очевидно, что, рассуждая о будущем нашей страны, нельзя не учитывать современной международной обстановки. Я думаю, что процессы, которые имели место в Советском Союзе и которые привели к катастрофе его распада, а также последующий ход событий нельзя объяснить только слабостью организации псевдосоциалистической экономики СССР, пороками тогдашней власти или ошибочностью выбранного большевиками пути. По моему глубокому убеждению, то, что произошло в нашей стране, - лишь фрагмент общей перестройки мировой системы и, прежде всего, её экономической составляющей. Эта перестройка была подготовлена всей предшествующей историей капитализма.

Миропорядок, утвердившийся в послевоенные годы на Западе, иногда принято называть PAX AMERICANA. Такое название не лишено основания. Даже при активном противодействии Советского Союза оно более всего

подходило к описанию планетарного порядка, до недавнего времени игравшего определяющую роль в международной жизни. Этот миропорядок рухнул, как и Советский Союз. И я думаю, что вследствие этого мир надолго потерял стабильность, хотя это обстоятельство не всеми пока осознается. PAX AMERICANA тоже рухнул и, наверное, навсегда. Но в отличие от того, что произошло с Советским Союзом, разрушение PAX AMERICANA происходит пока без видимых катаклизмов. Однако под ковром уже идет жестокая война, и исход ее неотвратим.

Вся планета, как и наша страна, находится на пороге неизвестности и непредсказуемости. Можно лишь утверждать с достаточной долей уверенности в своей правоте, что планета и мировое сообщество вступают в новую стадию развития. Человечество превращается в основную геологообразующую силу. Необходимо признать также, что в результате человеческой деятельности нарушилось естественное равновесие природных циклов, восстановить которые известными нам методами невозможно. Деятельность человечества, вероятнее всего, ведёт к деградации биосферы и не способна гарантировать существование Человека в ее составе.

Причина этого заключается в том, что антропогенная нагрузка на биосферу возрастает стремительно и, вероятно, близка к критической. Человек подошел к пределу, который нельзя переступить ни при каких обстоятельствах. Один неосторожный шаг - и человечество сорвётся в пропасть. Одно необдуманное движение - и биологический вид *Homo sapiens* может исчезнуть с лица Земли. При этом глобальная экологическая катастрофа может подкрасться совсем незаметно, совершенно неожиданно и столь внезапно, что никакие действия людей уже ничего не смогут изменить.

Хочу подчеркнуть, что такая катастрофа может случиться не в каком-то неопределённом будущем, а, может быть, уже в середине наступившего XXI века.

Изменения, происходящие в окружающей Человека среде, диктуются как оскудевшей Природой, так и изменением цивилизационной парадигмы -

постепенным превращением нашей планеты в «единый дом». Люди во всех странах мира оказываются все более зависимыми друг от друга. И такая тенденция становится всё более явной и неодолимой. У всех людей возникает всё больше общих интересов, главный из которых - сохранить на Земле человечество.

Проблемы взаимодействия человечества с Природой постепенно оказываются предметом большой политики. Противоречия, о которых в начале XX века даже не подозревали, становятся всё более острыми и опасными. Стремления к их преодолению могли бы превратиться в главные побудительные мотивы для конкретных действий руководящих государственных деятелей.

В современных условиях для всей популяции *Homo sapiens* становится жизненно важным наиболее полное раскрытие творческого потенциала личности. Поскольку назревающий экологический кризис, грозящий перерасти в глобальную катастрофу, вызван развитием производительных сил, достижениями науки и техники, то и выход из него немыслим без дальнейшего развития этих составляющих процесса цивилизации. Для того, чтобы найти такой выход, потребуется предельное напряжение творческого гения человечества, бесчисленное количество изобретений и открытий. Поэтому необходимо как можно скорее максимально раскрепостить личность, создать возможности для раскрытия своего творческого потенциала любому способному к этому человеку.

Учитывая, что заседание «круглого стола» проводится в высшем учебном заведении, в присутствии студентов и преподавателей, хочу подчеркнуть, что, по моему мнению, новая цивилизация должна начаться не с новой экономики, а с новых научных знаний и с новых образовательных программ. Человечество должно научиться жить в согласии с Природой, с её законами. Люди должны воспринимать себя не господами, а частью Природы. Новые моральные принципы должны войти в кровь и плоть Человека. Для этого необходимо иметь не только специальное, но и гуманитарное образование. Я

убежден, что XXI век будет веком гуманитарного знания, подобно тому, как XIX век был веком пара и инженерных наук.

В заключение я выражаю благодарность организаторам «круглого стола» за проявленную инициативу и надеюсь, что у вас найдутся достойные последователи.

Спасибо за внимание.

Подписал 24 февраля 2000 года, действительный член РАН Н.Н. Моисеев.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МАНИФЕСТ

Николай Федорович Реймерс (1931-1993) - известный российский ученый, доктор биологических наук, профессор. Более 20 лет научной деятельности связано с решением экологических проблем. Н.Ф. Реймерс - автор более 300 печатных работ и 13 монографий, посвященных эколого-экономической проблематике. Он стоял у истока создания Международного эколого-политологического университета и был первым деканом экологического факультета.

Природа. Тысячелетиями мы боролись с нею, покоряли ее, преобразовывали, нещадно уничтожали. Мы пели гимны тем, кто лишал нас естества Матери-Натуры, родившей человечество, той Матери, что до сих пор терпеливо кормит неразумного сына, даёт жизнь новым поколениям людей.

Тысячелетиями мы лицемерно взывали: «Люби ближнего!», демагогически рассуждали о благе для всех. И столько же лет уничтожали себе подобных, среду жизни человечества - саму основу его существования. Нас не смущал даже путь к самоубийству в результате глобальной войны или экологического апокалипсиса. Мы не видели, не хотели видеть, что, куя оружие, не только вырываем кусок изо рта голодного младенца, женщины, старика, но сокращаем, а быть может, и лишаем человечество будущего.

В упоении от борьбы с природой и инакомыслящими мы проглядели две великие истины. Первая - та, что человечество существует и развивается за счёт природы. Глупо рубить сук, на котором сидишь. Вторая в том, что вовсе

не противоборство, а взаимопомощь - основа всего сущего на Земле. Она первична, борьба вторична. Не злые ведьмы, а добрые феи продолжают жизнь.

Пока люди дрались за кусок хлеба, их можно было ещё простить. Когда же они пытаются утопить Корабль, на котором все вместе плывут по океану небытия, - прощения им нет. Ведь до обетованного берега не доберётся никто. И не поможет нам ни царь и ни герой. Лишь общими усилиями возможно придти к благополучию.

Мы создавали себе богов и идолов, уходили от языческого почитания сил Земли. В конце этого пути мы преклонили колена перед истуканом техники, не заметив, что уже не прежняя, а изменённая нами природа довлеет над нами. Брошенный нами бумеранг возвращается. Мы сами занесли меч над собственной головой.

Миллионы транзисторов не заменят куска хлеба голодному, миллиард телевизоров не спасёт от жажды, триллион автомашин не даст глотка воздуха задыхающемуся. Умереть под горой технических побрякушек - удел лишь жадных глупцов.

Выбрасывать 98 % используемого природного вещества и потреблять из него не более двух не лучшая стратегия развития.

Если химия умеет всё, то прежде всего - убивать. Пестициды уничтожают не только «вредителей». Они угрожают всему живому на Земле и прежде всего человеку. Химизация сельского хозяйства ведёт в тупик безысходности. Тут война с природой проиграна. Нужны новые пути к изобилию.

Все химические загрязнения среды жизни ведут в никуда: к человеческим болезням и разрушению природы. Они недопустимы. С химией нужна осторожность, осторожность и еще раз осторожность. Неестественное неразумно - такова мудрость веков.

Физика Земли должна быть неизменной. Атом войны - это вечная зима смерти, испепеляющий планету ураган. Мирный атом ни к чему каждому дому. Пусть он остается в стенах ядерных реакторов.

Шум - враг номер один. Он - физический наркотик, калечит тело и душу.
Тишина нужна миру.

Радиоволны несут одну информацию и разрушают другую - генетическую. Они способны уничтожить банк данных жизни. Им место лишь в закрытых каналах связи

Мировая свалка и сточная яма - Океан - уже задыхается от грязи, теряет способность к самоочищению. В наших интересах сохранить его чистоту.

Артерии планеты - реки - не должны вспухать склеротическими тромбами. Вода - кровь Земли - должна течь в них хрустальными струями, а не гнить в грязных клоаках.

Венозная кровь бежит к сердцу, артериальная - от него. Желаящий обращать потоки в спясть, попробуй это сначала на себе!

Почва - кожа Земли. Эрозия ее разрушает, химия травит, свалки душат. Без почвы нет и не будет процветания.

Без «братьев наших меньших» мы не можем существовать. В унылом мире одних клопов и тараканов человек обречён на гибель. Сеть жизни едина, и он её звено.

Биотехнология - великое достижение. Но и она несёт с собой массу угроз. Закон экологии гласит: уничтожая вредное, мы вызываем к жизни иное, быть может, не менее вредоносное; порождая новое, мы вытесняем старое, возможно, более нужное всем нам. Это старое может быть и генетическим наследием предков, т. е. тем, что только и даёт нам способность жить.

Лишь естественная, чистая пища - залог крепкого здоровья.

Вместимость космического корабля «Земля» не бесконечна. Нужно трезво думать, как накормить, напоить, где поселить и где дать отдохнуть каждому гражданину Земли. Пространство - тоже ресурс.

Безмерные возможности планеты - неумный и вредный миф. Мы живём на малом космическом теле, любая часть которого не может быть бесконечной.

Уход в космос - горячечный бред технократа. Счастье на Земле не заменят космические странствия. Землеотступников ждет неминуемая гибель: Земля во Вселенной только одна и лишь на ней может жить человек. Мечта о завоевании Космоса сродни мечте о мировом господстве. Разумный принцип: космос для Земли, а не Земля для космоса.

Таковы реалии.

Не природе нужна наша защита. Это нам необходимо ее покровительство: чистый воздух, чтобы дышать, кристальная вода, чтобы пить, вся Природа, чтобы жить. Она - Природа - была и всегда будет сильнее человека, ибо она его породила. Он лишь миг в ее жизни. Она же вечна и бесконечна. Человек для неё деталь.

Она для него - всё. А потому: не вреди!

Люди, прозрите! Труд вас сделал разумными. Земля дала пищу и кров. Капитал обогатил. Наука повела в будущее. Но вы обманываете себя. Вы идёте в грядущее через минное поле опасных изобретений. Вы заморочили себе голову псевдопрогрессом, в котором не осталось ни грана гуманизма. Вам подсовывают безумную технизацию под видом научно-технической революции. Вам объявляют об Излишке знания, когда никто не ведаёт, что будет с планетой завтра, через час, через минуту...

Грядёт новая эпоха. На пороге глобальная революция - мирная революция экологии. Её цели - выживание и благополучие человека. Это революция гуманизма, путь любви и счастья, здоровья, мира и радостей для всей планеты.

Человеку - человечье, природе - природное. И все - для блага людей.

Протрите глаза! И вы увидите очи любимых, милые личики детей, мозоли отцов, светлые озера, ленты рек, ширь полей и дали водных просторов.

Прислушайтесь! И сквозь рёв моторов и транзисторов вы услышите журчание ручьев, шелест трав, неповторимую звенящую тишину природы.

Это не «эмоции». Это - ресурсы, условия жизни и работы. В конечном счёте это фундамент экономического процветания и социального благополучия.

Угроза нависла над всем этим. Призрак экологического кризиса стал грозной явью. Его тяжёлая поступь слышна в аномалиях климата, опустынивании планеты, кислотных осадках.

Биосфера серьёзно больна. Её поразило вмешательство человека в её жизнь.

Помимо острых, всем очевидных невзгод, подкрадывается хроническая болезнь нарушения экологического равновесия, искажения биогеохимических циклов. Снизить давление на среду жизни можно только уменьшив население Земли. «Плодитесь и размножайтесь», но с оглядкой: как бы не превратить всех своих потомков в смертников.

Бездумная техника сминая природу, кромсает биосферу, давит человечество, травит Землю.

Этот путь окончен. Смог, удушающий людей, озоновые дыры над полюсами и чума XX века - ВИЧ (СПИД) достаточное тому доказательство. В обращении с планетой, с самим человеком нужны глубокие знания и мудрая осторожность. Они - символ экологии.

Век безоглядной эксплуатации позади: и человека человеком, и природы человеком. Природа требует воспроизводства. В особой заботе нуждается человек. Экономика перестала быть единственной общественной целью. Не безвременно скончаться богатыми, а жить, пользуясь благами природы и цивилизации, - задача людей.

Мы не технофобы. Нелепо призывать к отказу от успехов физики и химии, любых других наук. Нам по пути с техническими новшествами. Но только с теми, что возникают не за счёт горя людей и беспросветности будущего человечества. Мы за науку и технику здоровья и жизни, мы против техники и науки разрушения.

МЫ ЗАЯВЛЯЕМ: люди обязаны знать правду о состоянии своего вечного дома. Его сохранение - в их интересах.

В области экологии:

- самое малое отклонение должно быть известно всем;
- опасное немногим требует пристального внимания;
- несущее вред сотням достойно осуждения;
- угрожающее тысячам требует пресечения;
- тревожащее миллионы должно быть уничтожено;
- грозящее миру и планете - вне закона;
- вредное одному виду живого не может быть безразличным для других и прежде всего для человека;
- благо для одних не должно оборачиваться горем для остальных;
- любой терроризм бессмысленен: с его помощью не решить никаких проблем;
- не «падающего толкни», а не дай упасть никому.

Мы «улучшаем» природу, забыв, что сами нуждаемся в улучшении. Мы тратим миллиарды, возводя плотины на реках. Куда больше средств и сил мы положили на создание барьеров между людьми. Плотины на реках лишают нас рыбы, но дают хотя бы электричество, нуждается в новых условиях жизни и воду для полива. Барьеры между людьми не дают ничего, кроме людского горя. Не природа требует дальнейшего преобразования - человечество нуждается в новых условиях жизни.

Всегда что-то происходит за счёт чего-то. И нужно думать и считать, что получаем и что теряем. Считать и снова думать. Иначе нить Ариадны оборвется и не приведёт к благополучию.

Созидай! Но созидай осторожно и разумно, с оглядкой на человека, на мир людей и мир природы. О разрушении и так позаботится время.

Впереди огни благополучия. Они вечны. Путь к ним нелёгок, борьба тяжела. Светлая цель оправдывает любые усилия. Объединимся же под знаком мудрости экологического гуманизма!

Наше НЕТ:

- любым войнам;
- любым битвам с Природой, под какими бы личинами благого преобразовательства они ни скрывались;
- безграмотному технократизму и волюнтаризму в природопользовании;
- неумному экономизму;
- шапкозакидательству в демографии;
- технократическому гигантизму, который всегда предвещает начало конца;
- всему тому, что конъюнктурно и не обещает реальных экономических, социальных и экологических выгод на перспективу столетий, и только в этой единой совокупности благ, а не иначе;
- всему тому, что грозит биосфере Земли, угрожает людям, каждому человеку - всем и по отдельности.

Наше ДА:

- миру и спокойствию;
- любви и уважению к Природе - фундаменту и условию человеческой жизни;
- сохранению биосферы того типа, в котором возник и развивался Человек разумный;
- максимальному сбережению видов живого, мест их обитания, всей природоохранной политике;
- вниманию к человеку - ко мне и к тебе, к нему и каждому;
- ресурсосберегающим, экономным и малоотходным технологиям;
- «замкнутым» циклам производства;
- миниатюрным изделиям;
- новым биологизированным путям развития сельского хозяйства;
- заводам без дыма, фабрикам без ядовитых стоков, автомашинам без удушливого выхлопа;

- тишине;
- трезвой демографической стратегии;
- разуму и науке, осторожности и мудрости, - экологической культуре.

Гений человечества должен служить только людям, их процветанию. Зелёный свет всему, что берегает ресурсы жизни. «Стоп» любому, кто транжирит их. Лишь тот не против нас, кто с нами!

Реймерс Н. Ф. Надежды на выживание человечества: Концептуальная экология. -М.: «Россия Молодая» - Экология. 1992.

В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев

ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА КРИЗИС ЦИВИЛИЗАЦИИ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

К началу третьего тысячелетия человечество подошло в состоянии проявляющегося со всей очевидностью кризиса своей цивилизации, который складывается из экологического, социального, демографического и еще скрытого, но уже обретающего черты экономического кризиса; этот комплексный, многоаспектный кризис можно назвать эколого-социальным. Современная цивилизация, отнюдь не однородная, но несомненно единая, каким бы конгломератом осколков когда-то независимых или почти независимых цивилизаций она нам ни представлялась, уже давно и полностью перешла на единые технологии все более изощренного разрушения экосистем и естественных сообществ организмов, деформации и направленных изменений окружающей среды. Научно-технический прогресс, скорость которого на 5 порядков превышает скорость создания новых "технологий" биосферы (новых видов биологических организмов), порождает все более мощные источники возмущения, а направляемая по преимуществу силами рынка экономика воплощает создаваемые человеком природоразрушающие технологии в хозяйственной практике.

Жестокое столкновение человека с биосферой происходит по всем направлениям и выражается в упомянутых аспектах общего эколого-социального кризиса. Это столкновение цивилизации с биосферой - след-

ствие того, что цивилизация не принимает во внимание законы целого, законы биосферы, поскольку учет их действия требует долгосрочных и сверхдолгосрочных мер, противоречащих краткосрочным и среднесрочным интересам. Конечно, последние всегда воспринимаются (не значит - осознаются) гораздо более остро, чем отдаленные негативные явления, связанные с удовлетворением этих интересов. Биосфера - система, которая 4 млрд. лет сосуществовала с меняющейся окружающей средой, - всегда находила способы выживания, перестраивая генетическую программу биоты и с ее помощью саму окружающую среду (вспомним хотя бы возникновение кислородной атмосферы). В новых условиях посредством особых механизмов она всякий раз обрезала пути развития тех видов, которые не способствовали ни стабилизации жизни, ни стабилизации окружающей среды. Возможно, в прошлом дестабилизаторами окружающей среды стали крупные динозавры, и жизнь обрезала эту тупиковую ветвь.

Сейчас такие механизмы, без сомнения, задействованы против человека. Человек является разрушителем не только окружающей среды, но и самой жизни, так как на себя и небольшую группу организмов, его окружающих (домашних животных и "домашних" паразитов), он перевел около 40% чистой первичной продукции биоты, обрекая, таким образом, на голод и вымирание огромное количество биологических видов. Кроме того, он разрушает и деформирует естественные экологические ниши организмов и собственную экологическую нишу. В разрушенной экологической нише в результате нарушения конкурентного взаимодействия превышает допустимый предел скорости накопления вредных соматических мутаций у млекопитающих. Этот предел превышен у домашних животных и у видов, живущих в искаженных внешних условиях, в том числе у человека, а у лошади эта скорость приблизилась к летальному пределу.

Кроме разрушения экологических ниш биота и человек дополнительно несут сейчас тяжкий груз выбрасываемых в процессе хозяйственной деятельности токсикантов, канцерогенов и мутагенов, которые вносят дополни-

тельный вклад в разрушение генома организмов и человека. Следствие этого - быстрый рост числа генетических заболеваний, врожденных отклонений, снижение иммунного статуса организма человека, появление новых заболеваний, носители которых (микробы, вирусы и грибки) и раньше циркулировали в отдельных небольших человеческих популяциях и группах, но сейчас в связи с ростом плотности населения, его быстро растущей подвижностью, распадом защитной иммунной программы они выходят из своих ограниченных очагов и становятся глобальным явлением. Вновь активизируются также "старые" инфекционные заболевания, вспышки которых становятся все чаще и обширнее. Мощные системы санитарно-гигиенических и медицинских технологий помогают увеличить продолжительность жизни человека, но не сократить число больных людей, которое непрерывно возрастает. Это ведет к исключительно быстрому росту потребления лекарств, подавляющее большинство которых требует индивидуального дозирования и обладает побочными эффектами, о значительной части которых нет точных сведений.

Системы медицинского обслуживания стали непомерно дороги даже для развитых стран, поэтому в последние два десятилетия в США и Великобритании постепенно отказываются от государственных систем медицинской помощи и перестраивают их таким образом, чтобы основные расходы несли сами больные. Распад генома домашних животных и культурных растений, а также расширяющееся использование в животноводстве и растениеводстве биотехнологий и биоинженерии создают еще одну, на этот раз генетическую, "черную дыру", которая определяет дополнительную грозную опасность для здоровья человека. Как и в других случаях, "всем одаренный", кроме возможности предвидеть последствия своих поступков, человек снова и снова открывает ящик Пандоры (Пандора по-гречески - "всем одаренная"). Кроме подобных жестких обратных связей, которые уже начинают регулировать численность человечества и, скорее всего, приведут к глобальному катастрофическому снижению его численности, нащупываются и не столь очевидные связи. Так, гордая научно-техническая мысль тщится представить себя в

качестве совершенно автономного, самостоятельного генератора новых идей и теорий. На самом деле этот генератор чрезвычайно зависим от экономики и военных структур, которые, во-первых, дают ему (и оплачивают) заказы на все, что им нужно, во-вторых, процесс выполнения этих заказов имеет существенно большее значение, чем собственно удовлетворение желаний заказчика, в-третьих, экономика и военные структуры выступают как очень жесткий селектор всего, что производит данный генератор, чем бы ни определялось появление инноваций.

Глубинная основа милитаристского уклона научно-технического прогресса - распад генома: в генетической программе человека, как и у всех родственных ему видов (крупных передвигающихся растительноядных млекопитающих), записан запрет на убийство особей своего вида. Ощущение этого запрета реализовано в библейской заповеди "не убий", о которой все знают, но которая слишком часто не соблюдается, так как у многих ответственная за это часть генома распадается. В геноме человека имеется также запись об оптимальной плотности населения. По всей видимости, эта запись еще не стерта, так как современный цивилизованный человек, в особенности, живущий в городской среде, испытывает сильные стрессы, разрушающие его здоровье. Таким образом, в биосфере и в цивилизации (которая является подсистемой биосферы, возникла в ней и существует благодаря биосфере) уже действуют обратные отрицательные связи, направленные на ликвидацию источника возмущения. Человек пока еще противодействует этим связям, опираясь на свою энергетическую мощь, но и здесь уже проявляются какие-то механизмы, которые все больше ограничивают мощь современной цивилизации. Но обратные связи возникают и в других областях. Производство постепенно дорожает, хроническим стало сокращение инвестиций, в том числе в развитых странах, в оборудование и новые технологии, зреет продовольственный кризис. Это тоже следствие отрицательных обратных связей, возникших в результате разрушения и деформации окружающей среды, которую биота уже не в состоянии воспроизводить в прежнем ее качестве. Как отмечает

Г. Дейли, если в прошлом, когда присутствие человека в биосфере было незначительным, созданный им капитал был ограничителем роста, то теперь, после беспрецедентного увеличения этого капитала, ограничителем стал природный "капитал": в рыболовстве - это репродуктивные возможности популяций рыб, а не число рыболовных судов и их мощность, при лесоразработках в большинстве стран - оставшаяся залесенная территория, а не число и мощность технических средств для вырубki и вывозки леса и его переработки, в нефтяной промышленности - доступные запасы, а не мощность предприятий по добыче, транспортировке и переработке и т.д. Сейчас, например, Коста-Рика и Малайзия импортируют древесину для своих деревообрабатывающих предприятий вместо ее экспорта, как было длительное время, когда они вырубали свои тропические леса. Приведенный пример - один из весьма многих - показывает, что растут потоки природных ресурсов между странами и регионами. Но эти потоки тоже не могут поддерживаться вечно, так как рост экспорта ограничен теми же природными причинами, что и рост производства (которое предшествует всякому экспорту). Другой фактор, лимитирующий рост экономики, - возрастающие затраты на очистку, восстановление и сохранение окружающей среды, в связи с ограниченной емкостью естественных поглотителей загрязнений. Очистка среды ведется не только под нажимом населения, которое почувствовало на себе давление нарушений окружающей среды, но и по чисто экономическим соображениям: для сохранения и обеспечения максимального эффекта от трудовых ресурсов, который определяется здоровьем этих ресурсов, а последнее сильно зависит от состояния окружающей среды в поселениях и местах отдыха. Рассматривая указанные ограничения, связанные с природной средой, многие ведущие экономисты - Г. Дейли, Я. Тинберген, Т. Хаавелмо, С. Хансен и др. пришли к выводу о необходимости переноса инвестирования с хозяйственного капитала в сферу природного капитала; они отмечают, что эра "пустого" мира окончилась и наступила эра "заполненного" мира. Они также показали, что многие ресурсные пределы достигнуты. Г. Дейли отмечает, что Всемирный банк,

ЮНЕП и ЮНДП начинают инвестировать нерыночный природный капитал: защита озонового слоя, снижение выбросов парниковых газов, защита международных водных ресурсов и охрана биоразнообразия. Но это все равно, что лечить больного раком легких средствами от кашля. Абсолютно ясно, что человек столкнулся с общесистемным "заболеванием" биосферы, но поскольку цивилизация - часть биосферы, находится внутри нее и не может без нее существовать, системное "заболевание" поразило и нашу цивилизацию в том смысле, что включились жесткие обратные связи, которые будут разрушать цивилизацию, ставшую источником системной "болезни" биосферы.

Еще в начале второй половины XX века экологи "диагностировали" развитие экологического кризиса, а затем и эколого-социального кризиса. Мировое сообщество отреагировало на этот "диагноз": была создана весьма внушительная природоохранная инфраструктура, затрачены огромные средства (около 1,5 трилл. долл. за последние 25 лет), разработаны ресурсосберегающие технологии. Однако глобальные показатели окружающей среды продолжают непрерывно ухудшаться, появились новые экологические угрозы. Все это привело к осознанию необходимости смены траектории развития.

Устойчивое развитие

Итак, причина эколого-социального кризиса - столкновение цивилизации с внешними границами. Первоначально доминировала точка зрения, что это - ресурсные ограничения (она восходит к Т. Мальтусу), и развивалась в докладах Римскому клубу. Однако последовательный и беспристрастный анализ привел к выводу, что подлинные границы, столкновение с которыми представляет действительно угрожающую опасность для человечества, определяются не хозяйственной емкостью биосферы, что критичными являются не ресурсы недр, не запасы пресной воды и не доступные для освоения источники энергии.

Главная проблема именно в том, что расширяющееся, причем в геометрической прогрессии, воздействие цивилизации на биосферу угрожает экологической катастрофой. В результате катастрофы окружающая среда

изменится таким образом, что человечество как биологический вид существовать в ней не сможет. Биосфера будет деградировать до тех пор, пока не исчезнет причина деградации - цивилизация, не сумевшая нормализовать свое воздействие на окружающую среду. Биосферная катастрофа может произойти раньше, чем реально скажется ресурсный кризис хотя бы по какому-нибудь виду ресурсов. Конечно, по некоторым ресурсам (например пресной воде) дефицит жестко коррелирует с экологическими проблемами и даже обусловлен ими - тем более, первична именно экологическая, биосферная проблематика.

Поэтому понятие устойчивое развитие родилось у экологов, именно они произвели его на свет. Но сейчас, по прошествии двадцати лет после этого события, о нем все меньше и меньше говорят в экологическом плане и все больше в каких-либо иных аспектах. Наверное, именно поэтому раздаются голоса о том, будто мы не знаем, что такое устойчивое развитие. Если не забывать, по каким причинам и для каких целей это понятие было введено, то знаем прекрасно. Согласно экологическому подходу, устойчивое развитие - это такое развитие, которое не выводит систему за пределы хозяйственной емкости биосферы. Оно не вызывает в биосфере процессов разрушения, деградации, результатом которых может стать возникновение принципиально неприемлемых для человека условий.

Предупреждения о том, что экспоненциальное расширение мировой экономики и взрывной рост населения не могут продолжаться бесконечно, звучали давно (например, в книге "Пределы роста"). Однако не только в массовом сознании, но и практически у всех политиков господствовали наивные представления о том, что все как-нибудь само собой образуется, переход к новому пути развития будет бескризисным и не потребует коренной ломки всех сформировавшихся структур цивилизации - экономических, политических, институциональных, социокультурных, религиозных. Все это нашло отражение в разнообразных стратегиях, программах, планах устойчивого развития, разрабатывавшихся на национальных уровнях.

Однако время наивно-прагматического подхода к решению экологических проблем прошло, как и время стихийного развития. Попытка же придать развитию цивилизации новое направление, названное устойчивым развитием, пока слишком слаба и не дает положительных результатов.

Кризис и обратные связи

Анализ проблем устойчивого развития в нерешительности останавливается перед неопределенностью истории. Теория биотической регуляции окружающей среды, конечно, дает ответы далеко не на все экологические вопросы. Но теорий регуляции исторического процесса, или регуляции общественного развития, или регуляции социальных систем у нас вовсе нет.

При экологическом кризисе (это особенно важно) биосфера в духе принципа Ле Шателье "защищается", поскольку переход антропогенных возмущений за предел ее хозяйственной емкости разрушает систему биотической регуляции окружающей среды, вынуждая биосферу к поиску новой устойчивости. У человечества были бы развязаны руки, если бы наука вполне достоверно, убедительно для большинства знала, какие обратные связи должны возникнуть по мере углубления экологического кризиса, какие явления в системе современной цивилизации следует интерпретировать как сигналы развития экологического кризиса. В первом разделе дан лишь самый общий очерк таких связей, так как пока о них известно слишком мало. У нас почти нет сведений, позволяющих достоверно говорить о том, как экологический кризис будет разрастаться в биосферную катастрофу, какими будут реакции человека в биологическом и социальном аспектах, как будет реагировать цивилизация в целом, отдельные страны и т.д.

Пока сделаны только первые шаги для статистической оценки воздействия неблагоприятных экологических условий на здоровье людей. Ведь на здоровье в том же направлении влияют низкий уровень благосостояния, плохое качество продуктов питания, неудовлетворительные условия труда, стрессы, алкоголь, курение и многое другое. Все эти факторы, однако, взаимозависимы и в современных условиях представляют собой проявления од-

ного феномена: эколого-социального кризиса. Их взаимозависимость - принципиальное препятствие для разработки корректных статистических оценок и в будущем. То, что трудно для статистики, трудно и для обыденного сознания: оно тоже не может понять истинную роль экологического фактора в жизни человечества не только на перспективу, но и в данный момент, адекватно выделить этот фактор из синкретической массы всевозможных остро-воспринимаемых обстоятельств своего бытия. Этот фактор подобен радиационному воздействию, его последствия ощущаются много времени спустя после самого воздействия и нередко у будущих поколений.

Под угрозой оказалось сохранение нормального генома человека. Доля распадных особей вида *Homo sapiens* в его современном состоянии намного выше, чем для стабильных биологических видов. Экономически это требует огромных и притом непрерывно возрастающих социальных затрат, а по биологическим критериям означает, что человек - быстро вырождающийся вид, несмотря на все свои "победы" вытесняемый из биоты. Каким образом уже начавшаяся деформация генома скажется на социальных, политических и экономических структурах, представители соответствующих наук пока все-речь даже не пытаются прогнозировать. Можно только предполагать, что кровавость, массовая жестокость, разрушение этических норм, наблюдающиеся в XX веке, несомненно связаны с этим явлением.

В экономической сфере также формируются обратные связи, обусловленные разрушением биосферы.

Экологические издержки цивилизации уже сегодня начали прямо конвертировать в экономические издержки, породив тенденции к снижению рентабельности мировой экономики, уменьшению инвестиционной активности, падению уровня жизни, росту бедности и т.п. В своих взаимодействиях с природой человечество до настоящего времени остается в границах "присваивающего хозяйства", не только получая природные дары практически бесплатно, но и безоглядно разрушая естественные экосистемы - основу своего существования. Эпоха "экологического собирательства" заканчивается.

Человечество вынуждено радикально пересмотреть отношение к производству: на смену описанию разомкнутого производственного цикла, безвозмездно изымающего из природы сырье и безвозмездно и неограниченно возвращающего в нее отходы, должно прийти замкнутое описание, включающее в воспроизводственный процесс характеристики взаимодействия хозяйства с биосферой, причем для допустимых значений последних будут устанавливаться жесткие нормативы. "Прогресс", таким образом, станет не только гораздо менее рентабельным, но и существенно ограниченным, что не может не отразиться на самой его идеологии и насаждаемых ею социальных ожиданиях.

В стратегиях устойчивого развития многих развитых стран (например, США, Германия, Швеция и др.) в неявном виде проводится идея строительства устойчивого развития для избранных стран с сохранением "золотого миллиарда" процветающей части человечества. Тут возможны две схемы. Вот очень простая схема: "золотой миллиард" живет за счет нескольких миллиардов людей, составляющих "остальное человечество" - удовлетворяя свои потребности за счет материальных ресурсов всей планеты. Но это не сценарий, а совершенно невероятная гипотеза, у которой нет никаких шансов осуществиться. Не может миллиард до бесконечности эксплуатировать остальную часть человечества при тех социальных структурах, которые сейчас имеются и развиваются. Либо эти социальные структуры будут сломлены вместе с ценностями и идеалами, либо форма эксплуатации будет принципиально иной, чем предполагает эта гипотеза. Не может и биосфера выдержать существование такого "человеяника" (находка А. Зиновьева). Ни о каких обратных связях в этой гипотезе и речи нет, их и приткнуть-то при таком примитивизме некуда. Вот еще одна гипотеза с "золотым миллиардом": только он выживет после экологической катастрофы, все остальное человечество погибнет. Спрашивается: как он выживет, если доминирующая часть его ресурсной базы останется без рабочей силы? если его экономическая система столкнется с утратой столь значительной части рынка, что последствия вынужденной "перестройки" непредсказуемы?

Подобным гипотезам превратиться в сценарии не дано. Только заведомо грубые, совершенно нереальные предположения могут позволить растянуть их во что-то сценариеподобное, но в это никто не поверит, как только будет сделан хотя бы один шаг в сторону детализации, хотя бы малейшая попытка показать действие обратных связей в процессе трансформации человеческого общества под воздействием расширяющегося и углубляющегося эколого-социального кризиса. Нелишне напомнить, что экологическая защищенность отдельной страны или группы стран на самом деле - иллюзия, поскольку в экологической угрозе доминирует глобальный фактор. Более того, локальные улучшения окружающей среды, достигаемые за счет разрушения экосистем и бесконтрольного использования природных ресурсов других регионов, приводят к дальнейшей деградации глобальной экосистемы и усилению экологической опасности для всех стран.

Современный кризис цивилизации есть результат 10 тысяч лет свободного развития человечества, когда оно само строило свою историю, не ощущая того коридора, который ему предоставляла биосфера. Только в начале XX века человечество достигло границ "коридора" в результате непрерывной экспансии. Перечисленные кризисы - это сигналы о том, что человечество больше не может свободно строить свою историю, как оно делало 10 тысяч лет. Оно должно согласовывать ее с естественными законами биосферы, и прежде всего, с законом распределения в ней потоков энергии, который и определяет "коридор" существования цивилизации.

Современное состояние цивилизации

1. Жестокий экологический кризис, который осознают еще далеко не все люди и политики, хотя его отрицание или преуменьшение несопоставимо с той национальной и международной природоохранной инфраструктурой, которая создана за последнюю четверть века, затратами на охрану окружающей среды и внедрением ресурсосберегающих технологий.

2. Нарастающий социальный кризис со всеми его атрибутами: рост числа бедных и голодных, рост разрыва между богатыми и бедными, рост безработицы и т.д.

3. Демографический кризис, в результате которого поддерживается социальный кризис, снижается площадь пахотных земель на душу населения, снижается объем продовольствия на душу населения. На арену жизни выходит огромная масса молодых людей, требующих своего места и своей доли благ. Наконец, идет ускоренное нарушение генома человека.

4. Подспудно развивающийся экономический кризис, который время от времени проявляется как локальные финансовые кризисы.

5. Духовный кризис человека, его "хроническая шизофрения" на фоне нарушения генома.

Сигналы, которые подает разрушаемая человеком биосфера, пока еще не производят достаточно сильного впечатления на большинство населения Земли или их не связывают с быстро развивающимся эколого-социальным кризисом. Вместе с тем, пока остаются на нашей планете естественные сообщества организмов и экосистемы, остается надежда на то, что необратимые изменения еще не начались и процесс можно остановить и повернуть вспять. Но для этого уже поступающие из разрушающейся биосферы сигналы необходимо воспринимать как руководство к действию.

В настоящее время неизвестно, какими будут предвестники биосферной катастрофы, т.е. достижения необратимого состояния окружающей среды. Критическим, по-видимому, будет следующее обстоятельство: наступят ли предвестники биосферной катастрофы достаточно убедительные для политиков и большинства населения до начала необратимых процессов или они станут для них убедительными слишком поздно.

Между тем, уже сейчас имеется пример, когда научное сообщество оказалось способным побудить политиков действовать в стратегически важном для всего человечества направлении. Таким примером является проблема антропогенного изменения климата. То, что такое изменение имеется, не

подлежит сомнению, но, во-первых, какова его величина - пока еще никто не смог определить, так как нет способа выделения антропогенной составляющей в климатическом сигнале. Во-вторых, антропогенное изменение климата связывается только с углекислым газом, а разрушение естественных экосистем, полностью игнорируется, что, без сомнения, приводит к изменениям альбедо и континентального влагооборота, в результате чего усиливается процесс антропогенного воздействия на климат.

Основные глобальные антропогенные изменения в биосфере

Если в 1900 г. естественные экосистемы были разрушены на 20% суши, то к концу XX века - на 63% суши, и человек все активнее вторгается в естественные экосистемы океана, разрушая их в первую очередь в полузамкнутых морях и в прибрежной зоне. Человек, в особенности в XX веке, все больше направлял в антропогенный канал поток энергии, протекающий в биосфере, и в XX веке увеличил его почти на порядок по сравнению с началом века, когда он потреблял около 1% чистой первичной продукции. Попутно человек еще снижает и разрушает поток чистой первичной продукции примерно на 30% и разрушенную часть перераспределяет в пользу сопровождающей человечество фауны (крыс, мышей, тараканов, микроорганизмов). В результате нарушаются естественные циклы биогенов и идет направленное изменение их концентрации во всех средах, а также сокращение биоразнообразия с никогда не наблюдавшимися ранее высокими скоростями.

Удивительно, но до сих пор не только множество людей, но и большинство экологов, не замечают и не понимают, в чем заключаются основные антропогенные глобальные изменения, произведенные человеком за время цивилизации и, в особенности, за XX век. Это не та масса загрязнений, воздействие которых люди стали особенно сильно ощущать в наше время.

Это не изменение климата в сторону потепления. Самое главное изменение, которое произвел человек, - это разрушение естественных экосистем на огромных территориях суши с целью все большего замыкания на себя потока энергии, протекающего в биосфере. Вся сумма геологических, палеонтоло-

гических и палеогеографических данных свидетельствует, что жизнь была мощным фактором, формировавшим окружающую среду (литосферу, атмосферу, океан и почву), а такие среды, как кислородная атмосфера и почва, практически полностью сформированы биотой. Поэтому происходящее сейчас быстрое разрушение окружающей среды, в первую очередь естественных экосистем, которые в интересах жизни на Земле регулируют и стабилизируют окружающую среду, несомненно, ведет к экологической катастрофе, могущей повлечь за собой обвальное сокращение численности населения. Ясно, что этого допускать нельзя. Следовательно, можно рассматривать лишь две возможности. Одна из них - сохранение естественного биотического механизма регуляции окружающей среды, т.е. естественных биологических сообществ в неосвоенном человеком состоянии, занимающих территории, достаточные для обеспечения регуляции окружающей среды в глобальных масштабах. Другая возможность - построение нового искусственного технологического механизма регуляции окружающей среды в глобальных масштабах, способного полностью заменить собою естественную биотическую регуляцию.

Естественная биотическая регуляция окружающей среды функционировала в течение всего времени существования жизни на Земле. Факт сохранения жизни на Земле в прошлом означает, что биотическая регуляция никогда не переставала действовать в глобальных масштабах. Биотическая регуляция обеспечивается работой многочисленных мелких организмов - бактерий и грибов, потребляющих около 90% энергии, запасаемой в органическом веществе, синтезированном растениями. Мелкие беспозвоночные животные потребляют менее 10%, т.е. практически всю оставшуюся часть потоков энергии. Крупные позвоночные животные ответственны за тонкую настройку функционирования сообществ. На долю позвоночных животных приходится менее 1% потока энергии в сообществе. Работа позвоночных животных, выполняемая в рамках биотической регуляции окружающей среды, составляет очень малую долю той работы, которая выполняется всеми организмами сообщества. В этом смысле жизнь позвоночных животных в

приемлемой для них окружающей среде обеспечивается функционированием остальных организмов сообщества. Таким образом, энергетическая мощность сообщества обладает малым КПД поддержания жизни позвоночных животных, имеющим порядок 1% .

Такая малая величина к.п.д. поддержания жизни крупных передвигающихся животных, включая первобытного человека, наблюдается во всех различных сообществах биосферы и поэтому не является случайностью. При построении техногенной системы управления окружающей средой можно надеяться на достижение лишь такой же величины к.п.д. существования человека. Это значит, что 99% энергетической мощности цивилизации и 99% труда самого человека, направленного на управление мощностью цивилизации, должны будут затрачиваться на стабилизацию окружающей среды. На индивидуальные нужды жизни самого человека останется менее 1% всей энергетической мощности.

Существующая энергетическая мощность естественной биоты составляет одну тысячную часть бюджета солнечной энергии. Эта часть обеспечивает регуляцию и устойчивость климата, который формируется за счет всего бюджета солнечной энергии. Увеличение рассматриваемой части за счет остальных компонентов бюджета солнечной энергии или посредством добавочных к солнечному источников энергии может привести к полной разбалансировке климата Земли и принципиальной невозможности поддержания его любыми управляющими механизмами в устойчивом, пригодном для жизни состоянии. Энергетическая мощность механизма стабилизации окружающей среды, будь то естественная биота или технологическая система, управляемая человеком, не может превышать допустимую долю бюджета солнечной энергии. Поэтому гипотетическая техногенная система регуляции окружающей среды не сможет превзойти энергетическую мощность естественной биоты. Следовательно, после уничтожения последней и построения соответствующей техногенной системы, человек получит для удовлетворения своих внутренних нужд столько же энергетической мощности, сколько он

имел в естественной биосфере, не затрачивая никакой энергии на поддержание естественной биоты и даже не задаваясь вопросом о том, как она работает. Есть все основания считать, что сообщества видов естественной биоты функционируют как единственный механизм, способный управлять окружающей средой. Этот вывод основан на оценке потоков информации, перерабатываемых живыми организмами, и их сравнении с потоками информации в существующей цивилизации. Потоки информации в живых организмах связаны с молекулярными ячейками памяти. Оценки показали, что потоки информации в одной бактериальной клетке совпадают с потоком информации в современном персональном компьютере. Поверхность суши и океана покрыта сплошным покровом живых клеток, расположенных в несколько десятков слоев. Размеры бактериальных клеток составляют около одного микрона, а площадь поверхности Земли равна 5×10^{14} м². Поэтому общее число живых клеток в земной биосфере имеет порядок 10^{28} , что почти на 20 порядков больше числа людей. Поэтому техносфера никогда не сможет достичь той же величины потока информации, который развивает естественная биота.

Единственным способом сохранения приемлемой для жизни человека окружающей среды в глобальных масштабах является восстановление сообществ естественной биоты не в ничтожных по площади заповедниках, а на больших территориях земной поверхности, т.е. в том объеме, который позволит биоте осуществлять биотическую регуляцию окружающей среды. Это требует полного прекращения дальнейшего освоения дикой природы и рекультивации значительной части уже освоенных человеком земель. Уменьшение освоенной части естественной биоты позволит сократить общее энергопотребление и сохранить ценнейшие невозобновимые источники энергии для будущих поколений. Все эти мероприятия вполне достижимы путем остановки роста и последующего сокращения численности населения до допустимого уровня на основе единственно возможного и приемлемого способа - планирования семьи, который не сопровождается ни военными, ни экологическими потрясениями.

Таким образом, основной целью устойчивого развития может быть только восстановление и, в дальнейшем, сохранение в нужном объеме (на необходимой площади) естественных экосистем. Данное условие совершенно необходимое, но недостаточное, так как требуется решать в этой связи параллельно или опережающе и другие проблемы: экономические, социальные, демографические и духовные. Но решение этих проблем без выполнения необходимого условия и вне увязки с ним бессмысленно и неоправданно. В настоящее время возможно три варианта (или сценария) будущего развития.

1. Инерционный сценарий, или развитие "как обычно" - продолжают наблюдаться тенденции: разрушение окружающей среды, хотя и замедленное, на основе современных технологий, господство экономических критериев, национальный эгоизм, косность сознания, неспособность попыток адекватных действий, недооценка сигналов из разрушающейся биосферы, стихийный, неуправляемый процесс развития.

2. Ультратоталитарный сценарий - абсолютно жесткая мировая диктатура (возможно двух- или трехполюсная) как в отношении "третьего мира", так и в отношении собственного населения, непрерывная борьба за ресурсы, войны, беспощадная социальная и биологическая евгеника.

3. Трансформационный сценарий - быстрое осознание угроз, связанных с разрушением окружающей среды, адекватная реакция на социально-экологический кризис, прорыв к новому мировосприятию и новой системе ценностей на основе глобальных коллективных действий.

В настоящее время все опубликованные стратегии устойчивого развития и реальный процесс развития следуют первому сценарию, который ведет к экологической катастрофе и который может привести к перерождению во второй сценарий, когда предвестники экологической катастрофы приобретут угрожающий характер. Но ни первый, ни второй сценарии не соответствуют содержанию устойчивого развития ни в понимании доклада Комиссии Брундтланд, ни в понимании теории биотической регуляции окружающей среды, так как развитие "как обычно" есть проедание экологических ресурсов бу-

душих поколений и постепенное сползание к экологической катастрофе, а тоталитаризм неприемлем как по социальным и гуманным соображениям, так и по соображениям сомнительности в предотвращении экологической катастрофы, так как он чреват всемирной войной с возможным применением ядерного оружия. Наиболее и единственно приемлем как с позиций гуманизма, так и с экологических позиций, но и наиболее труден третий сценарий - трансформационный. В рамках этого сценария возможны варианты развития от пессимистического, когда предвестники экологической катастрофы будут осознаны достаточно поздно, вблизи критической точки, и оптимистический, когда уже наблюдающиеся изменения воспринимаются как начальные предвестники катастрофы, угроза полностью осознается и по возможности происходит мягкий переход к устойчивому развитию. Между ними возможны промежуточные варианты. Чем позже такой поворот произойдет (а пока еще не видно таких признаков) и чем менее энергично он будет происходить, тем ниже будет стартовый уровень устойчивого развития, так как мировому сообществу потребуются больше усилий и времени для восстановления экосистем на нарушенных территориях, взятых "в долг" у будущих поколений и природы, и тем дольше будет идти процесс сокращения и стабилизации населения. Таким образом, от того, когда начнется этот процесс, зависит качество устойчивого развития.

Россия в контексте устойчивого развития

Развиваемое в настоящей работе понимание устойчивого развития опирается на уже разработанную научную базу - теорию биотической регуляции окружающей среды. Другие подходы есть по сути дела опрокинутый в будущее опыт человечества, который не учитывает абсолютно новую ситуацию, в которой оказалась цивилизация в конце XX века. Экологическая цель устойчивого развития сформулирована в предыдущем разделе. В этом смысле и для России она будет такой же, как и для всего мира - восстановление в необходимых масштабах естественных экосистем, которые обеспечат устойчивость окружающей среды в пределах естественных колебаний ее парамет-

ров. Человек больше не может свободно строить свою историю, он может ее строить только в соответствии с законами биосферы и вытекающими из них ограничениями и запретами. В этом смысле устойчивое развитие не только цель, а предопределение для всего мира и России.

Каковы перспективы России с этой точки зрения? Есть ли у нее шансы вновь войти в число мировых лидеров? Все зависит от того, по какому пути пойдет мир и как, соответственно, будет пониматься мировое лидерство. Содержание этого понятия наверняка претерпит радикальные изменения. Если успехи и значимость страны измерять военной мощью или валовым продуктом в его традиционном понимании, то вряд ли Россия станет мировым лидером. Да и надо ли нам во что бы то ни стало стремиться к такому лидерству? Ведь в конечном счете это дорога в никуда, дальнейшее стихийное наступление природоразрушительных сил, результатом которого может быть только биосферная катастрофа.

Влияние экологических концепций на реальную политику уже сегодня, несомненно, непрерывно возрастает. Имеется в виду отнюдь не использование экологической ширмы для проведения решений, на самом деле преследующих вовсе не экологические цели. Этим должна пользоваться Россия, о колоссальном экологическом потенциале которой (около 11 млн. км² территорий, практически не затронутых хозяйственной деятельностью) сказано немало и неоднократно. Россия должна стремиться к экологическому лидерству, тем более, что она имеет для этого и необходимый интеллектуальный потенциал, да и печальными экономическими последствиями общесистемного кризиса нашей страны, неизбежного после 70 лет тоталитарно-коммунистического эксперимента, тоже надо суметь воспользоваться, коль скоро они случились.

Политика, последовательно направленная на экологизацию нашей жизни, на утверждение принципов устойчивого развития, и будет политикой постепенного накопления позиционных преимуществ. Эти преимущества сыграют свою роль далеко не сразу, но и речь ведь идет о долгосрочной стратегии, а не о мнимых сиюминутных приобретениях. В этой сфере надо

искать и новую национальную идею, о необходимости которой так много говорят. Уже в условиях глобализации, тем более, в предстоящую эпоху устойчивости, национальная идея такой страны, как Россия, не может противоречить формирующейся новой общечеловеческой интенции к развитию, которая имеет шансы утвердиться только в том случае, если будет полностью соответствовать экологизированному мировосприятию.

Именно в этом смысле устойчивое развитие для России - предопределение, исторический выбор уже сделан, мы должны принять его, если хотим выжить как государство и как народ. Такую страну никто, даже весь остальной мир в совокупности, в устойчивое развитие на буксире не втащит, мы сами обязаны стать одним из направителей и движителей этого мирового процесса. И каждый свой шаг, какой бы политической или экономической конъюнктурой он ни обуславливался, мы обязаны сверять с этой перспективой.

Система ценностей у людей, несомненно, будет меняться. Это коснется не только России, но неизбежно затронет все человечество. Если оно не будет идти по самоубийственному пути, а вовремя среагирует на сигналы обратной связи, поступающие от границ развития цивилизации (они определены законами устойчивости биосферы), то придется остановить перепотребление в "золотом миллиарде", изменить установку на многодетную семью в развивающихся странах. В новом человечестве с изменившейся системой ценностей, соответствующей реальным возможностям развития цивилизации на планете, вопросы о том, где периферия истории, а где ее центр, кто является лидером прогресса, а кто следует в фарватере, будут привлекать гораздо меньше внимания, чем сейчас. Не в этом дело. Сумеет человечество выжить или нет - вот в чем вопрос.

Задание 10. Опишите суть современного экологического кризиса. В чем его отличие от предыдущих экологических кризисов?

Задание 11. Познакомьтесь с наиболее известными концепциями, в которых предложены пути выхода из системного экологического кризиса.

Какие из известных стратегий выживания человечества представляются вам наиболее реалистичными? Ответ обоснуйте.

Задание 12. Ознакомьтесь с основными положениями концепции устойчивого развития, получившей широкий общественный резонанс в мире после Международной конференции по окружающей среде и развитию в г. Рио-де-Жанейро в 1992 г. Рассмотрите материалы концепции перехода России на модель устойчивого развития. Дайте оценку развития России в разные периоды ее истории с позиции соответствия решения экономических, политических, экологических, социальных проблем таким основным принципам устойчивого развития, как примата духовных ценностей над материальными; примат общественных интересов над государственными; примат государственного регулирования (законодательного и с помощью экономических механизмов) над чисто рыночными отношениями.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как, по вашему мнению, должен развиваться научно-технический прогресс?
 - а) должен развиваться с учетом законов природы;
 - б) должен устанавливать новые законы развития природы;
 - в) не должен учитывать законы природы;
 - г) должен развиваться вне зависимости от законов природы?
2. Какие из формулировок не относятся к так называемому «венку законов» Б. Коммонера:
 - а) все связано со всем;
 - б) вредное для одних - опасно и для других;
 - в) за все надо платить;
 - г) все нужно куда-то девать;
 - д) на всех не хватает;

е) как аукнется, так и откликнется (закон экологического бумеранга);

ж) природа знает лучше?

3. Выделите среди причин экологического кризиса наиболее существенные:

а) рост природных аномалий;

б) рост потребления энергии в производственной и бытовой сфере;

в) загрязнение отходами воды, атмосферного воздуха, почвы;

г) рост численности населения;

д) психология природопотребления и природопокорения;

е) все вышеперечисленное.

4. К глобальным экологическим проблемам биосферы относятся:

а) рост содержания углекислого газа в атмосфере;

б) вырубка Химкинского леса для строительства автомагистрали в

Подмосковье;

в) утоньшение и перфорация озонового экрана;

г) загрязнение побережий морей вблизи больших городов;

д) обезлесивание (в результате вырубки лесов и пожаров);

е) браконьерство;

ж) исчезновение видов растений, животных и экосистем в целом.

5. Стадия развитая биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным фактором развития на нашей планете - это:

а) техносфера;

б) антропосфера;

в) ноосфера;

г) социосфера.

6. Укажите верное утверждение:

а) безотходное производство невозможно, т.к. отходы производства многие отходы невозможно утилизировать, их только можно перевести из одной формы в другую и захоронить;

б) при достаточно высоком уровне развития техники и технологий основная часть отходов может быть переработана с получением полезных продуктов и энергии;

в) «безотходное производство» - терминологическая ошибка: вместо термина «безотходное» нужно говорить «малоотходное» производство.

7. Закончите предложение: «Способность окружающей среды поглощать вредные вещества, ослаблять негативные антропогенные воздействия...»

а) уменьшается с севера на юг;

б) увеличивается с севера на юг;

в) является постоянной величиной для всех регионов;

г) уменьшается постоянно из-за глобального потепления.

8. Устойчивое развитие человечества - это:

а) стабильность в жизни общества при медленном продвижении по пути прогресса;

б) прогресс и движение вперед, при котором удовлетворение потребностей нынешнего поколения должно происходить без лишения такой возможности будущих поколений;

в) совокупность запретов, нарушение которых приводит к деградации окружающей среды;

г) то же, что экоразвитие, т. е. экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией природных систем.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ ОПРОС КАК ОДНА ИЗ ФОРМ
ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮ-
ЩЕЙ СРЕДЫ

Исследования в прикладных науках приводят к реформам, в фундаментальных - к революции.

Дж. Томсон

Постановка проблемы

В структуре профессиональной деятельности особое место занимает коммуникативная компетентность, рассматриваемая как способность организации адекватного общения в ситуациях, соответствующих определенным культурным образцам общения и взаимодействия.

Образованный человек должен обладать уровнем компетентности, который позволил бы ему принимать эффективные решения для улучшения состояния окружающей среды. Деятельность, направленную на улучшение экологической ситуации региона, логично начать с выяснения отношения людей к месту своего проживания, уровня его привлекательности для людей, готовности общества к участию в решении природоохранных задач. Субъективное отношение разных категорий населения к окружающей среде можно изучить по результатам социологического опроса.

На каком месте среди важнейших для человека стоят экологические проблемы? Это зависит от многих факторов: возраста, пола, уровня образования, состояния природной среды в месте проживания и т. д. Социологами установлено, что в европейских государствах с наиболее высоким уровнем жизни в сознании людей экологические проблемы занимают 2-3 место по значимости, а в бедных странах отодвигаются на 10-12 место, уступая первоочередным проблемам выживания.

Цель: определение ситуаций, проблем, решение которых предполагает изучение субъективного восприятия окружающей среды и знакомство с технологиями организации социологических опросов.

Теоретическая информация

1. Анкетирование и его виды
2. Последовательность составления опросника
3. Правила формулировки вопросов анкеты
4. Виды вопросов
5. Основные причины недостоверности информации, полученной с помощью анкетирования и методы их устранения
6. Основные принципы построения анкеты

1. Анкетирование и его виды

Опрос - самый распространенный метод сбора первичной информации. С его помощью получают почти 90% всех социологических данных. В каждом случае опрос предполагает обращение к непосредственному участнику и нацелен на те стороны процесса, которые мало поддаются или не поддаются вообще прямому наблюдению. Вот почему опрос незаменим, когда речь идет об исследовании тех содержательных характеристик общественных, групповых и межличностных отношений, которые скрыты от внешнего глаза и дают о себе знать лишь в определенных условиях и ситуациях. Существует две основных разновидности социологического опроса: анкетирование и интервьюирование.

Анкетирование - один из основных видов опроса, осуществляемого путем опосредованного общения исследователя и респондента.

Различают следующие виды анкетирования:

1. По способу общения между исследователем и опрашиваемым:
 - ❖ пресловый (вопросник печатают в газете, журнале);
 - ❖ почтовый (рассылают анкеты по почте);

- ❖ раздаточный (анкетер раздает их группе респондентов).

В первых двух случаях (заочное анкетирование) нет непосредственного контакта с респондентом. В третьем случае (очное анкетирование) анкетер выступает в качестве инструктора по заполнению анкет, раздатчика анкет, однако анкета заполняется респондентом самостоятельно.

2. По месту проведения:

- ❖ по месту жительства;
- ❖ по месту работы или учебы.

В последнем случае оно может быть групповым (или аудиторным).

3. По уровню стандартизации:

- ❖ полностью стандартизированным;
- ❖ частично стандартизированным.

Этот вид анкетирования определяется характером вопросов (закрытыми или полузакрытыми).

Анкетирование имеет как достоинства (оперативность, экономия средств и времени, возможно большая откровенность опрашиваемого, чем при личном контакте и др.), так и недостатки, связанные с субъективностью получаемой информации, ее достоверностью и т. д. Поэтому анкетирование необходимо сочетать с другими методами сбора первичной информации.

2. Последовательность составления опросника

Последовательность составления опросников можно представить состоящей из четырех основных этапов. Конечно, у каждого автора своя схема составления. Однако они едины в том, что касается начального и завершающего этапов разработки опросного листа.

На рис. 1 приведена типовая схема разработки опросного листа.

Первый этап – предварительное рассмотрение, разработка идеи

На этом этапе происходит выяснение целей и методов сбора информации. Желательно четко определиться в том, какая же информация требуется, на какой (или какие) вопросы требуется получить ответ.

Первый этап составления опросников является ключевым, поскольку он формулирует конкретную задачу, которую необходимо разрешить в ходе проведения опросов. Часто бывает так, что поставленная задача однозначно определяет метод, который можно применить в опросе. Например, если аудиторская компания проверяет сеть автомобильных заправок и для нее важно определить, почему клиенты приобретают на ней топливо, то естественным является проведение опроса на данных АЗС. Важным является вопрос о том, почему другие клиенты не заправляются в этой сети АЗС. Однако ошибочно совмещать эти два вопроса в одной анкете, потому что при решении этих задач необходимо обращаться к разным респондентам (см. рис. 3).

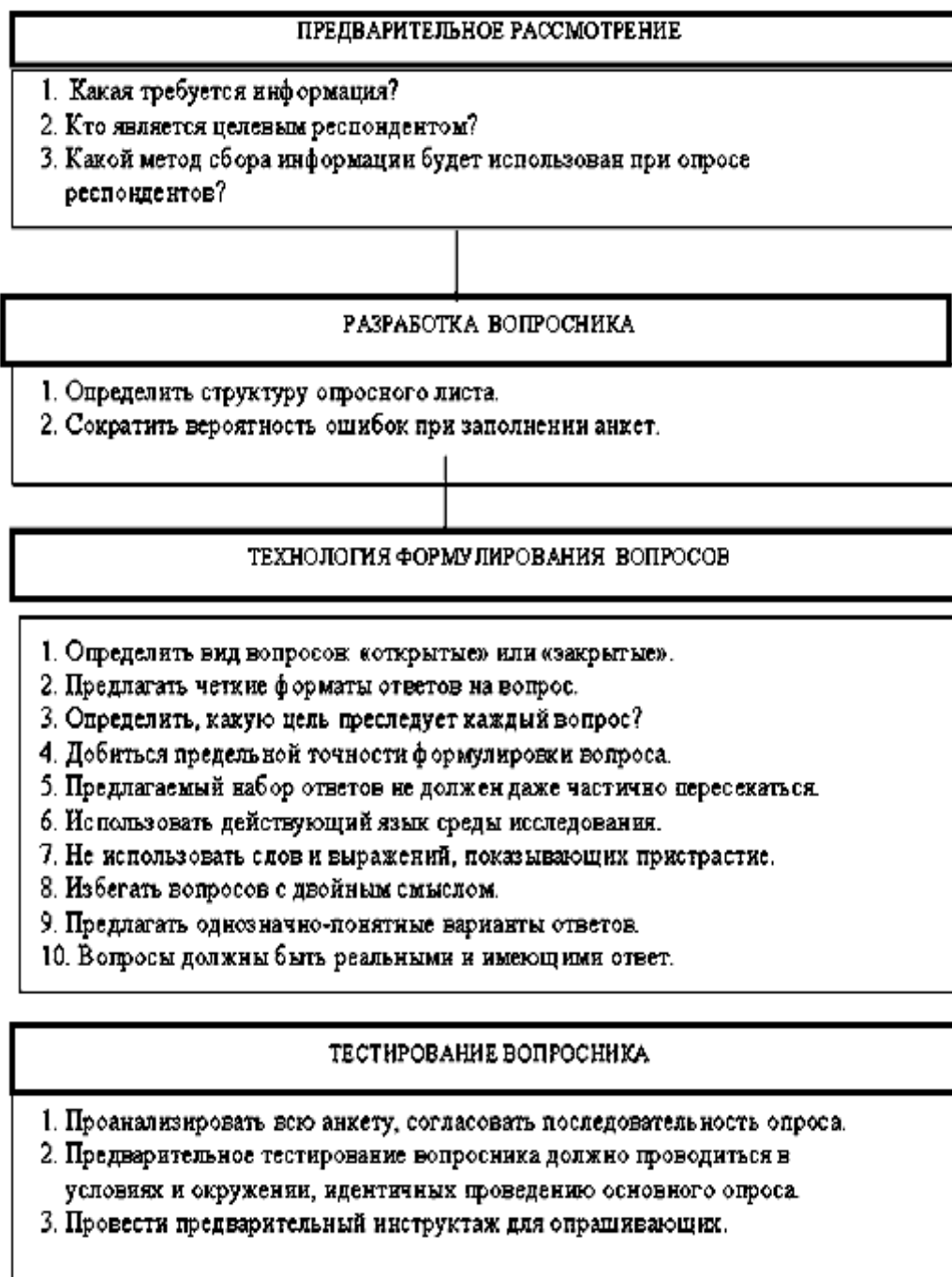


Рисунок 3 – Этапы составления анкеты

Вопросы следует задавать только тем, чье мнение действительно является значимым. Следовательно, до проведения опроса необходимо выяснить, кто может представлять интерес, как «добраться» до них, как снизить процент возможных отказов от участия в опросе.

Задача опроса и выявленные группы респондентов должны дать основание для выбора метода проведения опроса – персонального (face-to-face) или телефонного. Идеальных методов не существует, поэтому необходимо подбирать наиболее эффективный под каждую задачу.

Второй этап – разработка структуры опросника

Нарушение логики опроса может привести к дополнительным сложностям с получением ответов и снижению уровня их достоверности. Для избежания таких проблем, а также для экономии затрат и усилий, можно предварительно составлять блок-схему опросника, в которой отражается вся логика опроса.

Блок-схемы используются в современной схемотехнике. Они наглядно представляют логические связи и движение от начала какого-либо процесса до его завершения. Основными блоками таких схем являются логические блоки «Если..., то...», показывающие критерии, по которым выбирается путь для дальнейшего движения.

Классические учебники по маркетинговым и социологическим исследованиям рекомендуют, чтобы опросники структурно состояли из нескольких, чаще из четырех разделов:

I раздел. «Введение». Цель вводной части состоит в том, чтобы представить исследование респонденту. Желательно, чтобы на этой стадии создавалось положительное впечатление от участия респондента в опросе. Чтобы с самого начала не оттолкнуть опрашиваемого, не рекомендуется начинать введение словами: «Нас интересует...». Такой подход скорее вызовет ответное желание ответить, что это «Вас интересует, а не меня». На этом этапе нужно использовать другие мотивы, которые могут или придать исследованию социально-значимый оттенок, или сыграть на самолюбии, на чувстве ответственности, долга и других.

Часто сведения, которые могут быть получены в ходе опроса, относятся к очень личным или даже интимным. В таких случаях полезным бывает во введении подчеркнуть гарантии анонимности опроса. Если имеется необхо-

димось в повторном обращении к данному респонденту, то необходимо его об этом предупредить, получить согласие и контактный телефон или адрес. Можно предложить респонденту воспользоваться псевдонимом.

Если имеется необходимость, то во вводной части опросного листа можно разместить описание стимулов для его заполнения.

Например, опрос для работников аудируемого предприятия по поводу заботы предприятия о состоянии здоровья своих сотрудников.

Обращение может выглядеть следующим образом: «Ваше мнение очень важно для нас, после обработки результатов анкетирования, полученная информация будет использована для формулировки предложений и рекомендаций по улучшению условий работы на Вашем предприятии.

Личные сведения, которые Вы захотите сообщить о себе, безусловно, останутся между нами».

У анкеты обязательно должен быть заголовок и вводная информация о том, кто и с какой целью проводит исследование, не стоит начинать опрос с сухого и ничего не значащего для респондента слова «Анкета».

II раздел. «Паспортичка» – классификационный раздел опросного листа. Он посвящен изучению характеристик респондента: социальный статус, образ жизни, образование, семейное положение и многое другое, способное создать некий портрет респондента для исследователей, необходимый для решения задач исследования. Характеристики респондентов подбираются в зависимости от целей опроса, если для целей опроса не важно семейное положение респондента, то не стоит об этом и спрашивать.

III раздел. Этот раздел является основным в анкете. Дальнейшая обработка данных, полученных от опрашиваемых по вопросам этого раздела, должна дать решение задачи, поставленной перед исследованием.

IV раздел. «Детектор» – специфическая часть анкеты, рекомендуемая практиками для проведения текущего контроля искренности ответа на вопросы. Для этого можно применять иные формулировки вопросов, которые в сравнении с ответами на основные вопросы позволят оценить правдоподобие

ответов. Их задача – исключить из рассмотрения ответы данные по принципу «Напишу что-нибудь, лишь бы отвязались». Рекомендуется вопросы этой группы вплетать в текст опросника в различных местах, так чтобы они не бросались в глаза при прочтении. Важность применения «детекторных» вопросов показывает пример из практики.

В большинстве случаев невозможно в опросник поместить более одного-двух проверочных вопросов, поскольку может нарушиться логика всего опроса, появятся отвлечения от основной темы и другие неувязки.

Категоричного мнения на то, в каком порядке размещать в опроснике указанные разделы, к сожалению, не существует. Нередко встречаются ситуации, когда сведения, касающиеся респондента, предпочтительнее спросить в конце, чтобы не отпугнуть его.

Третий этап – разработка технологии формулирования вопросов.

Стройность и логичность опросника должны проходить красной нитью через все вопросы. Сначала рекомендуется сформулировать для себя главные вопросы анкеты и только после этого детализировать их.

От того, как разработчик сформулировал вопрос, во многом зависит качество и суть ответа на него.

Пример:

Евгений Киселев, ведущий программы «Итоги» канала ТВ-6, в передаче от 14 октября 2001 г., посвященной гибели подводной лодки «Курск», так сформулировал вопрос для проводимого каналом интерактивного опроса телезрителей:

«Может ли государство говорить неправду своим гражданам о тех или иных событиях?»

На вопрос, сформулированный таким образом, телезрители, скорее всего, отвечали так:

- а) может;
- б) не может.

Но что это означает для исследователя? «Может» – это категория из области вероятного, т. е. даже при ответе «может», оно предполагает наличие отрицательного ответа при определенных обстоятельствах. Однако контекст вопроса состоял в том, чтобы определить мнение респондентов о том, обязано ли государство извещать своих граждан обо всех ЧП, происходящих в стране. По личному мнению автора, государство обязано это делать. Поэтому вопрос ведущего должен был начинаться словами «Обязано ли государство...»

Иногда случается так, что во время мучительного процесса формулирования вопросов и отработки всего опросника до блеска забывается то, ради чего он затевался. Чтобы избежать таких проблем, желательно в самом начале работы над ним записать, как и какой вопрос позволит решить поставленную задачу и как информация, полученная из ответов, будет обрабатываться.

При разработке вопросника всегда возникает дилемма: сделать его пространнее или лаконичнее? Многие вопросы можно снять, если поставить себя на место респондента. Если вопросник будет очень большим, ни одна из анкет не будет заполнена до конца. Но у разработчиков анкет всегда есть желание наряду с главными вопросами задать еще несколько, которые могут пригодиться для решения текущей задачи либо для «задела» на будущее. Такой подход ошибочен. Не стоит пытаться решить несколько задач с помощью одного опроса, какой бы привлекательной ни казалась экономия в затратах.

Четвертый этап подготовки опросников – тестирование.

Предварительное тестирование помогает оперативно вносить изменения в содержание и процесс проведения опроса до того, как он будет проводиться во всем объеме. Часто для определения тестирования анкеты используется термин «пилотаж». В процессе тестирования проявляются все неточности формулировок и ошибки сбора информации. Тестирование существенно экономит деньги. Полагается, что суммарный объем тестирования может составлять 1-10 % от реального объема исследования. Минимальный объем теста – 30-50 анкет.

Существуют ситуации, когда пилотаж проводить не требуется. Это бывает в случаях, когда анкета используется уже не впервые или она было полностью позаимствована из других исследований.

Тест анкеты должен проводиться в тех же условиях и на тех же целевых группах респондентов, что и основное исследование. После получения заполненных опросников необходимо провести анализ полученных ответов и соответствие полученной информации предъявляемым к опроснику требованиям.

Чем закончить анкету? Для любого вежливого человека естественно в конце общения, происшедшего по его инициативе и удовлетворившего как-то его интересы, выразить благодарность. Желательно в конце анкеты помещать высказывания: "Большое спасибо за ответы", "Спасибо Вам за помощь", "Благодарим за участие в исследовании" и т. п.

3. Правила формулировки вопросов анкеты.

- ❖ вопросы должны быть простыми, недвусмысленными и не влияющими на направление ответа;
- ❖ вопросы должны иметь специфический характер;
- ❖ вопросы должны быть ясны респондентам;
- ❖ вопросы должны быть конкретными;
- ❖ ориентация на факты, а не на мнения;
- ❖ сначала задавать общие, а потом – конкретные вопросы;
- ❖ трудные или личные вопросы следует задавать в конце анкеты;
- ❖ избегать наводящих вопросов во избежание ошибочных ответов;
- ❖ вопросы, позволяющие классифицировать опрошиваемых по группам задают в последнюю очередь;
- ❖ каждый вопрос надо проверить, во-первых, с точки зрения вклада, который он вносит в достижение результатов исследования, во-вторых, с точки зрения приемлемости его для опрошиваемых (захотят ли они отвечать

на данный вопрос), и, в-третьих, с точки зрения возможности ответа на поставленный вопрос.

4. Виды вопросов

По форме представления вопросы бывают следующих типов: с открытым и закрытым окончанием. Часто их называют «открытыми» и «закрытыми».

Вопросы с закрытым окончанием предполагают наличие после вопроса подсказок, из которых опрашиваемый выбирает подходящий ответ. Это облегчает весь процесс ответа респондентов, позволяет автоматизировать обработку анкет и представление результатов.

Иногда используются полузакрытые вопросы, когда вместе с готовыми вариантами ответов оставляется пустое место для другого варианта.

Учитывая то, что в опросе возможно получение количественной и качественной информации, в первом случае отдается предпочтение закрытым формулировкам вопросов, а при качественных исследованиях – открытым.

Главным недостатком при ответе на открытые вопросы является очень высокая степень субъективности респондента. Исследователям бывает крайне сложно определить истинные мотивы респондентов, выражающих ту или иную позицию. Открытая форма ответов сложна в прочтении и дальнейшей обработке. Следует учитывать, что у респондентов может быть такой почерк, который практически невозможно расшифровать. Кроме того, если анкет получено несколько сотен, то обработка данных становится невероятно долгим и тяжелым трудом.

Закрытые вопросы позволяют точнее интерпретировать получаемые ответы. Появляется возможность обрабатывать очень большие объемы данных. Это относится как к пространным опросникам, так и к большому количеству полученных анкет.

Если исследователь приступает к изучению новой для себя проблемы, то в опроснике должны превалировать открытые вопросы. Если же исследователь уже знаком с проблемой, то можно сделать акцент на закрытых вопросах. В интервью, как правило, значительно больше вопросов ставится в открытой форме.

Другим критерием классификации вопросов по форме является их разделение на прямые и косвенные. Использование косвенных вопросов может быть продиктовано тем, что иногда бывает трудно или невозможно сформулировать вопрос в прямом смысле. Это бывает в случае очень личных, интимных тем, которые в социологии называются сенситивными. В таких случаях респондент не может высказываться откровенно. Также встречаются ситуации, когда нельзя сформулировать вопрос напрямую, потому что он может привести к отказу респондента отвечать. Такие ситуации типичны при проведении деловой разведки, когда явно определять тему опроса ни в коем случае нельзя. Например, когда необходимо прозондировать мнение специалиста из другого предприятия на предмет возможности перехода на другую работу, можно с успехом использовать косвенные формулировки вопросов: «Как Вы относитесь к возможности перехода на другую работу?»

При формулировании вопросов в косвенной форме удобнее переводить их из личной формы в безличную. Личная формулировка непосредственно касается респондента. Например: «Скажите, каким образом в Вашей практической работе затрагиваются интересы охраны окружающей среды?». Безличный вопрос направлен на выявление общих закономерностей и наиболее распространенных подходов. Например: «Как можно проводить на вашем предприятии мероприятия по охране окружающей среды?». Безличная форма вопросов употребляется для того, чтобы выявить мнения и отношения респондентов, которые могут расходиться с общепринятыми, но варианты ответов позволяют выбрать из возможных так, чтобы не создавалось ощущения неловкости. Например, при обследовании предприятия можно сформулиро-

вать вопрос сотрудникам таким образом: «Изменения в деятельности предприятия необходимо проводить в отделе _____».

По функциональному назначению вопросы можно классифицировать на основные, фильтры, зондирующие и детекторные. Основные вопросы призваны получить ответы для решения задачи опроса. По ходу опросника возникают ситуации, когда респондент, в зависимости от излагаемых условий, должен выбрать ту или иную ветвь продолжения ответов. Другими словами в анкете помещается условный оператор, в соответствии с которым респондент, удовлетворяющий условию 1, должен перейти к вопросу N, а удовлетворяющий условию 2 – к вопросу M.

Зондирующие вопросы предназначены для того, чтобы направить опрос в нужном направлении, когда на то имеется необходимость. Например, если в ходе интервью не получен ответ на вопрос: «Кто на предприятии принимает решение о закупках средозащитного оборудования?», то можно его сформулировать следующим образом: «Принимает ли директор решение о закупке средозащитного оборудования? Если директор отсутствует, кто сможет принять решение? Кто еще может принимать такое решение о закупках?»

Вопросы-детекторы применяются для проверки достоверности и объективности получаемой в опросе информации.

Можно выделить также контактные вопросы. Любое общение начинается с фазы адаптации (приспособления), в процессе которой социолог реализует важные цели: создает у респондентов мотивацию участия в опросе, готовит их к исследованию. Эта фаза предусматривает восприятие обращения к респондентам, знакомство с целью исследования и инструкцией о заполнении анкеты.

Первый вопрос оказывается контактным, т. е. цель его - установление контакта с респондентами. Такая особенность отдельных ответов на вопросы, как их взаимообусловленность, позволяет исследователю рассчитывать, что если респондент работает с первым вопросом, он может продолжить работу и

с остальными. Следовательно, первому вопросу необходимо уделить особое внимание. Он должен отвечать определенным требованиям.

Во-первых, контактный вопрос должен быть очень простым. Здесь часто используются вопросы, касающиеся сведений чисто событийного характера - например: стажа работы, района местожительства.

Во-вторых, контактный вопрос должен быть очень общим, т. е. касаться всех респондентов. Контактный вопрос рекомендуется делать настолько широким, чтобы на него мог ответить любой респондент. Отвечая, человек начинает верить в свою компетентность, чувствовать себя уверенно. У него возникает желание развивать свои мысли дальше, высказываться полнее. Поэтому анкету лучше начинать с того, что принимается всеми, что наиболее понятно.

Впоследствии, при установлении контакта, предмет первоначального обсуждения, в связи с которым возникли отношения взаимодействия, общения, может быть заменен другим. Но сам тон контактного взаимодействия сохраняется.

Вовсе не обязательно, чтобы контактные вопросы содержали искомую информацию. Главная их функция - в облегчении взаимодействия. Ответы на контактный вопрос вовсе не обязательно вовлекать в научный анализ в связи с содержательными проблемами. С другой стороны, в методическом плане эти ответы имеют большое значение: в зависимости от их содержания можно определить отношение опрашиваемых к опросу, его влияние на их добросовестность, искренность и т. п.

Кроме того, существуют буферные вопросы. Довольно редко анкета бывает посвящена какой-то одной теме. Но даже в рамках одной темы обсуждаются различные аспекты. Резкие и неожиданные переходы с одной темы на другую могут произвести на респондентов неблагоприятное впечатление. Ведь в обычной беседе "перепрыгивание" с темы на тему часто расценивается как показатель низкого культурного уровня человека, его невнимания к собеседнику. Такая манера не столько стремление к общению, на основе учета

интересов собеседника, сколько попытка самоутверждения, самовыражения, эгоистичное домогательство - "выжать" из собеседника все, что интересует говорящего. Чтобы освободить респондента от подобных ощущений, в анкете используются так называемые буферные вопросы.

Буферные вопросы предназначены для смягчения взаимовлияния вопросов в анкете. Они играют роль своего рода "мостиков" при переходе с темы на тему. Например, после обсуждения ряда производственных проблем дается такая формулировка: "Свободное время - это не только время, необходимое нам для восстановления затраченных на работе сил. Прежде всего, это возможность для всестороннего развития личности. Поэтому просим Вас ответить на ряд вопросов о занятиях помимо работы".

С помощью буферного вопроса (в такой функции здесь выступал не собственно вопрос, а преамбула к нему) исследователь поясняет респондентам ход своих мыслей. Тем самым он использует простое и в то же время достаточно эффективное средство для создания у них впечатлений о большей симметричности общения. С помощью таких "буферов" исследователь не просто вежливо предлагает респондентам переключить свое внимание на другую тему, но и поясняет, зачем это нужно. Например, после вопросов о досуге дается такая формулировка: "Большую часть своей жизни человек проводит на работе. Огорчения и радости, успехи и неудачи в труде неизбежны для нас. Поэтому неудивительно, что мы хотим поговорить с Вами о работе".

Виды закрытых вопросов:

- альтернативный вопрос, предполагающий выбор из двух вариантов («да», «нет»);
- вопрос с выборочным ответом, в котором предполагается три и более вариантов ответа;
- вопрос с относительной шкалой. Относительные шкалы могут использоваться для оценки доли рынка, доходов, цен и т.д. При использовании относительных шкал возможны любые арифметические действия;

- вопрос с порядковой шкалой. Оценка по порядковой шкале представляет собой присвоение некоторой порядковой категории, ранга, на основе определенной характеристики. Этот порядок должен обозначаться: буквами, словами, цифрами;
- вопрос с интервальной шкалой. При оценке по интервальной шкале определяется не только порядок (как «больше» или «меньше» в случае порядковой шкалы), но, кроме того, расстояние между двумя последовательными значениями одинаково и, таким образом, можно измерить насколько больше и насколько меньше. При использовании в арифметических вычислениях интервальных шкал необходимо всегда принимать во внимание последствия использования случайно выбранной нулевой точки. Тем не менее, вполне допустимы вычисления среднего арифметического стандартного отклонения и тому подобного;
- вопрос с номинальной шкалой. Оценка по номинальной шкале представляет собой скорее деление на определенные категории, чем измерение. Если в этом делении присутствуют числа, то они не имеют количественного значения, и они не могут использоваться в арифметических расчетах (например - деление на пользователей и не пользователей продукта, номерные знаки, номера футболистов);
- вопрос со шкалой Лайкерта, в котором предполагается указать степень согласия или несогласия с предложенным заявлением («решительно не согласен», «не согласен», «не могу сказать», «согласен», «решительно согласен»);
- семантический дифференциал, представляющий несколько шкал разрядов с противоположными определениями (биполярные шкалы – «дорогой – недорогой», «крупный – небольшой», «надежный – ненадежный»).

5. Основные причины недостоверности информации, полученной с помощью анкетирования, и методы их устранения

Основные причины недостоверности информации, которую исследователь получает в ходе опросов, сводятся к следующим:

1. Сознательная неточность в ответах респондентов.
2. Неправильно заполненный опросник.
3. Неверно понятый вопрос.
4. Неверно понятый ответ.

Перечисленные причины недостоверности относятся исследователями к группе так называемых подконтрольных ошибок, которые полностью устранить очень трудно, однако можно значительно снизить их долю, если следовать основным правилам разработки опросного листа.

Обсудим основные рекомендации по устранению перечисленных причин недостоверности.

1. Верно определять тип вопроса.

Перед исследователем стоит сложная задача – подобрать определенный тип формулировки вопроса под каждую проблему. Важно то, что в зависимости от контекста изучаемой проблемы и сопутствующих вопросов формулировки могут значительно различаться. Приведенные выше типы вопросов применяются по мере необходимости.

Желательно при формулировке вопросов выработать общие принципы отображения различными шрифтами, использовать сноски и обозначать переходы, например: Введение, инструкции по заполнению, сами вопросы, варианты ответов.

2. Предлагать четкие форматы ответов на вопрос.

Вид опросника, его структура и «читабельность» не менее значимы, чем содержание вопросов. Общие рекомендации, в равной степени применимые к анкете и интервью, заключаются в том, что поля и интервалы между вопросами внутри опросника должны быть достаточными, чтобы не затруднять чтение и отметки в них. Стремление сжать опросник до одной страницы (или до двух, трех и т.д.), сделать его компактным на практике приводит к очень сложной по восприятию форме опросного листа.

Вопросы должны располагаться только на одной стороне листа. Поля должны быть не менее 2,5 см. Альтернативные варианты ответов предпочтительнее размещать по вертикали, а не в строчку. Когда ответы расположены в строчку, респонденты чаще пропускают нужные варианты ответов.

Предлагаемые ответы должны быть отчетливо выделены и отделены друг от друга. Большинство исследователей предпочитают для фиксации ответов на закрытый вопрос пометки в квадрате, соответствующем каждому варианту ответа, например:

- Да
- Нет
- Не знаю

Если же все вопросы и варианты ответов пронумерованы, то можно респондентам рекомендовать обводить соответствующий номер:

- 15 Да
- 16 Нет
- 17 Не знаю.

Необходимо избегать зачеркиваний или подчеркиваний вариантов ответов, поскольку это затрудняет расшифровку, а неряшливость приводит к высокому проценту отбраковки заполненных форм.

3. Быть точным при формулировании вопросов.

С одной стороны, разработчик опросника стремится к максимально емкой точности вопроса, однако чаще всего такая детализация приводит к очень сложной структуре вопроса и его громоздкости.

4. Предлагаемый набор ответов не должен даже частично пересекаться.

5. Использовать действующий язык среды, в которой проводятся исследования.

Декарт сказал: «Определите значения слов, и вы избавите человечество от половины его заблуждений».

Необходимо подчеркнуть, что уровень погруженности в проблему маркетолога, который ее изучает с помощью опроса, значительно глубже, чем

у среднестатистического опрашиваемого респондента. Это означает, что язык определений исследователя может сильно отличаться от языка общения и языка выражения своих мыслей респондентов. Поэтому очень важно найти такие слова, которые опрашиваемым будут понятны и доступны. Рассмотрим несколько примеров.

Предположим, составлен на первый взгляд совершенно безобидный вопрос: «Как Вы оцениваете уровень экономического развития Вашего региона?» Здесь термин «регион», возможно, является однозначно понятным для исследователя, однако для респондентов это очень расплывчатое понятие. Это может быть населенный пункт, город, область, район, республика, край или даже часть поселка, отгороженная от других частей протекающей рекой. А также сложным термином для обсуждения является «экономическое развитие».

Мешает пониманию респондентами вопросов широкое использование обиходных слов «всегда», «часто», «быстро», «иногда», «обычно», «редко», «много» и т.п.

Такого рода непонимание встречается практически на каждом шагу. Например, в среде маркетологов широко применяются термины «бренд» и «торговая марка». Но в российской законодательной базе эти термины отсутствуют, зато используется определение «торговый знак». К слову сказать, и в западной практике имеются существенные расхождения в определении этого термина.

6. Не использовать слова, показывающие ваш пристальный интерес к предмету исследования.

Требования к формулированию вопросов, о которых будем говорить в этом небольшом разделе, являются очень важными и в то же время исключительно «тонкими». Основное – вопрос должен быть нейтральным, чтобы не показывать отношения исследователя к изучаемой проблеме.

«Что Вас не устраивает в политике вашего предприятия относительно заботы о здоровье сотрудников» – не самая хорошая формулировка вопроса,

призванного помочь разобраться в отношениях респондентов. Лучше, наверное, сформулировать вопрос так, чтобы он состоял из двух частей:

«Устраивает ли Вас политика вашего предприятия относительно заботы о здоровье сотрудников?» (нужное обвести)

Да

Нет

«Если политика предприятия Вас не устраивает, то, что именно в ней Вас не удовлетворило?» (впишите):

7. Избегать двойного смысла.

Проблема формулирования вопроса состоит еще и в том, что любое слово в некоторых контекстах может восприниматься двусмысленно. Необходимо подбирать такие определения и слова, которые явно однозначно трактуют изучаемую тему.

Двойной смысл мешает искреннему и внятному ответу опрашиваемых, да и исследователям добавляет проблем в процессе анализа причин ответов.

В анкетах, предназначенных для изучения взаимоотношений между предприятиями и организациями, очень часто встречаются вопросы, посвященные оценке размера предприятия, которое респондент представляет.

Пример: К какой категории бизнеса Вы относите свою фирму/организацию?

Варианты ответа:

Крупный

Средний

Мелкий

Если ожидать реальных ответов на этот вопрос, то в лучшем случае необходимо определить принадлежность компании к определенной отрасли, т.к. само понятие «крупная или мелкая компания» для различных отраслей неоднозначно. Например, крупной по российским меркам на обувном рынке может считаться компания с оборотами около \$50 млн., в то время как на

нефтяном рынке у крупной компании обороты достигают нескольких десятков миллиардов.

8. Давать ясные и понятные альтернативы вариантов ответов на вопрос.

В случае использования закрытых форм вопросов необходимо очень четко излагать возможные варианты ответов. Обратим ваше внимание на различные ошибки, которых следует избегать.

Первая распространенная ошибка – нарушение порядка возможных вариантов ответов.

Предположим, сформулирован вопрос: «Как регулярно Вы следите за изменениями экологической политики Вашего предприятия?»

Варианты ответов:

Постоянно получаю информацию.

Слежу только тогда, когда это касается интересующих меня вопросов.

Получаю информацию от случая к случаю.

Данный вид деятельности меня не интересует.

Здесь первый и третий варианты ответов отражают скорее регулярность получения информации, второй вариант – причинность, четвертый же говорит об интересе к обсуждаемой теме. В результате получены три неполных шкалы ответов на вопросы, обработка которых не даст исследователям ничего, кроме большого количества ложных утверждений.

Второй распространенной ошибкой формирования ответов является неполнота множества вариантов. На практике все варианты предусмотреть очень проблематично. Поэтому респондентам необходимо оставлять возможность самовыражения. Существуют три варианта такого подхода:

Дополнение варианта ответов («Другое _____»).

Отрицание («Нет мнения»).

Уход от ответа («Трудно сказать, затрудняюсь ответить и т.п.»).

6. Основные принципы построения анкеты

Основные принципы построения анкеты состоят в следующем:

Первый принцип: Учет особенностей восприятия респондентом текста анкеты - ведущий принцип, из которого следуют и все другие требования к ее построению.

Второй принцип: неприменимый учет специфики культуры и практического опыта опрашиваемой аудитории. Это требования, касающиеся общей структуры опросного листа. Например, при опросах рабочих вряд ли разумно пространно объяснять научные цели проводимой работы. Лучше подчеркнуть ее практическую значимость. Опрашивая же экспертов, следует указать и практические, и научные цели исследования.

Третий принцип: вытекает из того, что одни и те же вопросы, расположенные в разной последовательности, дадут разную информацию. Например, если сначала поставить вопрос об уровне удовлетворенности какой-то деятельностью и ее условиями (труда, быта и т. п.), а затем - вопросы на оценку частных особенностей деятельности (удовлетворенность содержанием работы, заработком, бытовым обслуживанием и прочее), то общие оценки будут влиять на частные, снижая (или, напротив, повышая) их независимо от специфики того или иного аспекта общей ситуации.

В таком случае следует частные вопросы ставить первыми, обобщающий --- в конце соответствующего "блока", предваряя фразой: "А теперь просим Вас оценить в целом, в какой мере вы удовлетворены ...чем-либо" и т. д. Оценка частных условий труда, быта и прочее предваряет общую, заставляет респондента более ответственно подойти к итоговой оценке, помогает разобраться в собственных настроениях.

Четвертый принцип:- смысловые "блоки" опросного листа должны быть примерно одного объема. Доминирование какого-то "блока" неизбежно сказывается на качестве ответов по другим смысловым "блокам". Например, в анкете об образе жизни, детально расспрашивая об условиях труда, а затем уделяя 2 - 3 вопроса условиям быта, мы заведомо даем понять респонденту, что первое важнее, и тем самым оказываем на него давление. Несогласные с

такой позицией исследователей, возможно, неумышленно будут снижать оценки по блоку "работа", а заодно - и по другим аспектам тематики опроса.

Пятый принцип: касается распределения вопросов по степени их трудности. Первые вопросы должны быть более простыми, далее следуют более сложные (желательно событийные, не оценочные), затем - еще сложнее (мотивационные), потом - спад (снова событийные, фактологические) и в конце - наиболее сложные вопросы (один-два), после чего завершающая "паспортичка".

Формулируя варианты ответов (подсказки), следует помнить три важных правила, подтвержденных экспериментальными исследованиями:

а) отвечающий на вопрос чаще выбирает первые подсказки, реже - последующие. Поэтому правило 1-первыми должны быть наименее вероятные варианты ответа;

б) чем длиннее подсказка, тем меньше вероятность ее выбора, так как для усвоения смысла требуется больше времени, а респондент не склонен его тратить. Поэтому правило 2 - подсказки должны быть примерно равной длины;

в) чем более общий (абстрактный) характер имеет подсказка, тем меньше вероятность ее выбора. Люди часто мыслят очень конкретно, их раздражает неясность ситуации там, где исследователю она кажется предельно конкретной. Отсюда правило 3 - все варианты ответов следует выдерживать на одном уровне конкретности.

Никоим образом нельзя комбинировать несколько идей в одной фразе.

Все возможные варианты ответов должны быть отпечатаны на одной странице, чтобы респондент мог разом охватить рамки соотнесения оценок.

Нельзя печатать всю серию положительных подсказок ответов подряд и следом за нею - серию отрицательных, или наоборот. В этих случаях мнение навязывается самой последовательностью предложенных вариантов.

Список предложенных ответов иногда столь обширный, что опрашиваемые устают по мере продвижения к его концу и с последними группами

суждений работают менее внимательно, чем с первыми, или же начинает действовать сила инерции в ответах. В таком случае целесообразно расчленить список на три блока и предложить части опрашиваемых блокировку в одной последовательности, остальным группам - в другой.

Полного совпадения данных, полученных из вопросов закрытого и открытого типов, не бывает. Специальные методические эксперименты указывают на то, что информация, получаемая из ответов на открытый и закрытый вопросы, относительно идентична при ранжировании каких-то объектов, но существенно различается при оценке степени разнообразия взглядов и позиций опрашиваемых; широты и разнообразия предпочтений; богатства мотивировок тех или иных действий и т. п.

Шестой принцип - правило воронки. Подготовка респондента к наиболее важным ответам происходит при помощи постановки в начало анкеты вопросов наиболее простых, которые постепенно усложняются. Переход от простых к сложным вопросам получил название правила воронки. Его применение позволяет респондентам постепенно выработать уверенность в своей способности выступать в такой роли. В середине анкеты располагаются наиболее важные с точки зрения исследования и трудные для респондентов вопросы. Здесь же задаются вопросы, носящие наиболее явный тенденциозный или деликатный характер: факт сопряженности различных ответов позволяет надеяться, что если на более простые предшествующие вопросы респонденты отвечали свободно, без стеснения, то и на эти вопросы они смогут отвечать так же. Работа с такими вопросами - кульминационный момент в анкете. После него, если учесть возможную усталость респондента и спад интереса, ставятся наиболее простые вопросы, не требующие сильного напряжения памяти, воображения, внимания и т. п.

Седьмой принцип - эффект излучения. Когда все вопросы логически взаимосвязаны и последовательно сужают тему, у респондента возникает определенная установка, согласно которой он будет отвечать на них. Такое взаимовлияние вопросов называется эффектом излучения или эффектом эха и

проявляется в том, что предшествующий вопрос (или вопросы) направляют ход мыслей респондентов в определенное русло, создают некоторую мини-систему координат, в рамках которой формулируется или выбирается вполне определенный ответ.

Восьмой принцип касается размера анкеты. Для массовых опросов используются анкеты самой различной длины. Так, встречаются анкеты из 3 - 5 вопросов или из 100 и более. Определяя метод сбора данных, уже на стадии разработки программы исследователь решает для себя вопрос о ее размере, учитывая, что, с одной стороны, чем больше вопросов, тем богаче и разнообразнее могут быть ответы, а чем вопросов меньше, тем оперативнее процедура опроса и обработки ответов. В то же время громоздкие анкеты вызывают большее число отказов от ответа, люди в них чаще проявляют небрежность, лаконичнее отвечают на открытые вопросы. Короткие анкеты, в свою очередь, создают впечатление о незначительности обсуждаемого предмета или самого факта обращения к мнению людей.

В практике чисто интуитивно выработаны некоторые нормы, связанные не столько с размером анкеты, сколько с временем, необходимым на ее заполнение. Так, считается, что 20 - 30 минут - это тот срок, который позволяет одновременно респонденту и высказаться, и не утомиться.

Какой бы опрос ни планировался - почтовый, или групповой, или индивидуальный (интервью), исследователь не имеет права злоупотреблять терпением, временем и рассудительностью респондентов. Если же, однако, социологу крайне необходимо выяснить одновременно значительное число вопросов и анкета оказывается чрезвычайно громоздкой, то для этого американские исследователи предлагают (если нет никакой другой возможности сделать ее короче - собрать искомую информацию из других источников, например) делить перечень содержательных вопросов на две равные части и тиражировать две анкеты, раздавая их в случайном порядке отобранному для опроса людям. Размер выборки при этом, естественно, удваивается.

Задание 1. Методом мозгового штурма определите 5-10 наиболее актуальных экологических проблем. Выберите из них для себя (своей группы) одну проблему, требующую изучения. Сформулируйте цель опроса, который позволит выяснить отношение людей к избранной вами экологической проблеме.

Задание 2. Для составления анкеты, необходимой при проведении социологического опроса, сформулируйте вопросы, ответы на которые позволят выяснить отношение людей к проблеме взаимоотношений Человека и Природы.

Задание 3. Проведите анализ своего места жительства, жилища и образа жизни. По плану приведенному ниже.

А. Дать экологическую характеристику своего места жительства.

- а) Название населенного пункта (город, рабочий поселок, село).
- б) Местонахождение жилища по сторонам света в населенном пункте.
- в) Характеристика местности.
- г) Тип застройки микрорайона (замкнутый, разомкнутый), улицы (узкая, широкая, прямая и т.д.).
- е) Характеристика двора.
- ж) Тип здания (деревянное, кирпичное, панельное, этажность, количество подъездов, наличие лифта и т.д.).
- з) Наличие вблизи места жительства водоемов, характер водоснабжения.
- и) Характеристика почвы, способы сбора и вывоза отходов.
- к) Наличие стационарных источников загрязнения атмосферы, предлагаемый вид загрязнения: химические вещества, шум, пыль.
- л) Наличие автомобильных дорог, характер и загруженность автотранспортом, отдаленность светофоров, наличие виадуков.
- м) Наличие предприятий бытового обслуживания, образования, здравоохранения, торговли вблизи места жительства.
- н) Наличие «зеленой зоны», её характеристика.

о) Вывод: Важнейшие экологические проблемы и предлагаемые пути их решения.

Б. Дать санитарно-гигиеническую оценку состояния жилища.

а) Тип жилья – дом, квартира.

б) Санитарные нормы жилища:

- высота потолков;
- характеристика окон;
- характеристика полов и их покрытий;
- характеристика стен и их покрытий;
- комнаты смежные, изолированные;
- характер бытовых помещений;
- характер отопления.

в) Характеристика микроклимата:

- средняя температура зимой и летом;
- влажность;
- характеристика вентиляции.

г) Социальные условия:

- количество проживающих;
- состав семьи и возрастная характеристика.

д) Морально – психологический климат:

- наличие ауди-, видеотехники;
- среднее рабочее время техники в сутки;
- принцип выбора радио-, теле – и видеопрограмм;
- форма общения членов семьи;
- существование или отсутствие семейных законов, традиций;
- есть ли в семье фотоальбомы (общий, личный, тематические).

е) Режим питания в семье (общее время для всей семьи, различное время, организация питания в рабочие и выходные дни, какие продукты преобладают: мясные, овощные, сладкие, молочные и др.)

ж) Форма занятия спортом и физкультурой в семье.

- з) Организация семейного отпуска и досуга.
- и) Формы распределения семейного бюджета.

Вывод: Перечислите условия, способствующие или препятствующие здоровому образу жизни.

Задание 4. Работа по составлению анкеты начинается с формулирования *инструкции* по ее заполнению. Инструкция должна содержать доброжелательное обращение к респонденту, цели опроса, его значение для улучшения окружающей среды и качества жизни. Необходимо выразить благодарность за согласие людей ответить на предложенные Вами вопросы.

Задание 5. Разработать вариант экологической анкеты, которую можно провести со студентами, школьниками, жителями города, работниками промышленных предприятий и др. Использовать теоретический материал, приведенный выше.

Работа должна содержать мотивацию респондентов, цели и задачи исследования, вариант самой анкеты, оформленной по всем правилам.

Анкета должна включать 20 вопросов, не считая «паспортички». Все вопросы должны соответствовать целям исследования и удовлетворять требованиям, приведенным выше.

Составьте вопросы анкеты.

Если Ваша анкета имеет форму, показанную в табл. 3, то обработку смогут провести сами респонденты.

Таблица 3 – Форма для ответов на вопросы анкеты

№ вопроса	Вопрос	ДА	НЕТ	НЕ ЗНАЮ	НЕ ВСЕГДА
1					
2					
3					
4					
и т. д.					

К анкете прилагается «ключ», который может иметь следующий вид (таблица 4):

За каждый ответ «ДА» присваивается 2 балла, «НЕТ» - 0 баллов, «НЕ ЗНАЮ», «НЕ ВСЕГДА» - 1 балл.

Таблица 4 – Интерпретация результатов анкеты

Сумма баллов	Интерпретация (результат опроса, полученный на основании ответов респондента)

Вопросы для самоконтроля:

1. Что означает наука?
 - а) система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности;
 - б) высшая форма человеческих знаний, система развивающихся знаний;
 - в) изучение, осмысление критический пересмотр практики;
 - г) система понятий о явлениях и закономерностях развития природы.
2. Что такое методология?
 - а) способ достижения результата, организации деятельности, обоснованный нормативный способ;
 - б) конкретное воплощение методов, выработанный способ организации взаимодействия субъекта и объекта исследований на основе конкретного материала и процедуры;
 - в) процесс выработки новых научных знаний;

г) система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, рассматривающая структуру научного исследования и формирующая требования.

3. Какие требования формирует методология?

а) анализ, обобщение, валидность;

б) объяснение, анализ;

в) контроль за всеми условиями протекания изучаемых процессов, анализ, воспроизводимость результатов исследования;

г) валидность, воспроизводимость результатов исследования, контроль за всеми условиями протекания изучаемых процессов.

4. Что такое исследование?

а) система понятий о явлениях и законах внешнего мира;

б) процесс выработки новых научных знаний;

в) процесс познания на эмпирическом уровне;

г) описание проблемной ситуации.

5. Что не относится к функциям научного исследования?

а) прогноз;

б) активизация;

в) информирование;

г) контроль за ходом исследования.

6. Что означает генеральная совокупность?

а) это часть изучаемой совокупности, которую исследователь намерен изучить;

б) свойство выборочной совокупности представлять основную характеристику генеральной совокупности;

в) система конкретный требований, направленных на анализ и решение проблемы;

г) это все население или та его часть, которую исследователь намерен изучить.

7. Что предполагает метод анкетного опроса?

а) метод опроса по способу общения исследователя с респондентом;
б) сбор данных с помощью бланка анкеты, включающего в себя набор вопросов определенным образом организованных и адресованных респонденту;

в) сбор данных с помощью бланка анкеты, который включает в себя набор устных вопросов;

г) метод опроса, включающий в себя набор вопросов, которые дают возможность респонденту высказаться с позиции группы, коллектива.

8. Какие виды анкетирования различаются по способу распространения?

а) индивидуальное и групповое;

б) косвенное и прямое;

в) прессовое, почтовое и раздаточное;

г) сплошное и выборочное.

9. Из скольких частей должна состоять анкета?

а) 1;

б) 2;

в) 3;

г) 4.

10. Что должна включать в себя «паспортичка»?

а) контактные и основные вопросы;

б) вопросы, раскрывающие следующее содержание: профессия, образование, пол, возраст.

в) данные организации, цели и задачи исследования, техника заполнения анкеты;

г) гарантированность анонимности, выражение благодарности.

11. Что не относится к классификации вопросов?

а) вопросы по объему;

б) вопросы по форме;

в) вопросы по конструкции ответов;

г) вопросы по целям.

12. Что включает в себя правило проверки составленной анкеты?

а) проверка орфографии, стилистики и форм вопросов;

б) проверка формулировок вопросов, композиции и графического оформления анкеты;

в) проверка ясности вопросов, техники ответов на вопросы и композиции анкеты;

г) проверка графического оформления, орфографии и шрифта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Все мы - пассажиры одного корабля по имени Земля.

А. Экзюпери

Постановка проблемы

Особенности современной демографической ситуации наглядно иллюстрируют последние статистические данные, которые говорят о том, что население Земли составляет более 6,7 млрд. человек, рождаемость- 24,6 %, смертность - 9,8 %, естественный прирост- 14,8 %. Каждую минуту на Земле появляется примерно 270 младенцев, а умирает- 110 человек. Каждые сутки население Земли возрастает на 230 000 человек.

На 8 % территории Земли сосредоточено около 75 % населения. Это вызывает огромное «давление населения». Давление населения влияет на окружающую среду вне зависимости от уровня экономического развития, технических достижений. Прогресс техники, новейшие технологии, развитие транспорта, потребность в новых ресурсах вызывают продвижение людей в районы с экстремальными условиями, где экосистемы легко ранимы.

Многие ученые, политики, общественные деятели считают, что нужны срочные меры в масштабе всей цивилизации, которые могли бы регулировать численность людей.

Существует множество моделей дальнейшего развития цивилизации. При конструировании каждой из них предпринимаются попытки определить **оптимальную численность населения**, то есть наиболее соответствующую **емкости среды**.

Цель: составить отношение к демографической проблеме как важнейшей составляющей глобального системного экологического кризиса; выявить взаимосвязи между демографическими процессами и связанными с ними экологическими, экономическими и социальными проблемами в разных странах.

Глоссарий: демография, популяция, демографическая ситуация, депопуляция, ёмкость среды, экспоненциальная зависимость, оптимальная численность населения, репродуктивное поведение (r-стратегия и K-стратегия), биотический потенциал, сопротивление среды, рождаемость, смертность, демографическая революция, демографический взрыв, демографический переход, демографическая стабилизация, демографическая политика.

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Объясните, чем обосновано стремление общества регулировать численность населения? Охарактеризуйте демографическую ситуацию (т. е. конкретное проявление объективных социально-экономических закономерностей развития общества, определяющих общие тенденции развития и воспроизводства населения) а) на планете Земля, б) в России, в) в регионе вашего проживания.

Задание 3. Почему и каким образом демографическая проблема связана с энергетической, сырьевой, продовольственной, геополитическими проблемами? Изобразите свои выводы по этому заданию в виде схемы:

Глобальные проблемы, являющиеся следствием роста населения:

Задание 4. Составьте таблицу, в которой к первой группе стран отнесены те, которые должны использовать стратегии уменьшения численности (I), а ко второй - удерживать сложившиеся параметры численности населения (II) для перехода человечества в состояние устойчивой демографической ситуации (таблица 5).

Таблица 5 – Характеристика стран по типам демографической политики

I. Страны, которые должны использовать стратегии уменьшения численности	II. Страны, которые должны удерживать сложившиеся параметры численности населения

Вы можете привести по 5-10 стран по собственному усмотрению либо воспользоваться приведенным ниже списком:

Ангола, Бразилия, Венгрия, Великобритания, Гана, Дания, Египет, Индия, Индонезия, Конго, Нигерия, Норвегия, Пакистан, Россия, США, Танзания, Чехия.

Задание 5. Ряд видных ученых полагает, что нормальная биологически обусловленная численность вида - примерно 500 тысяч особей. Как вы считаете, чем, в первую очередь, это обусловлено?

Задание 6. Объясните, в чем состоит отличие механизмов изменения численности популяции человека от популяций других организмов.

Задание 7. Человек - сложное, целостное биосоциальное существо. Демографические процессы, формирующие численность народонаселения, обусловлены во многом социально-экономическими факторами. Бурное, экспоненциальное развитие народонаселения Земли связано с **демографической революцией**. Объясните суть этого понятия.

Задание 8. Объясните, почему демографическая революция не привела к стабилизации численности населения Земли? Какие социальные причины способствуют стремительному росту численности населения?

Задание 9. Используя приведенные ниже данные о численности населения нашей планеты, постройте график, иллюстрирующий тенденции роста человеческой популяции на Земле. Каким математическим закономерностям соответствуют следующие участки графика: а) б период первых тысячелетий истории человечества (до XIX в.); б) с 1820 по 1927 гг.; в) с 1974 по 1999 гг.?

1820 г.	1927 г.	1959 г.	1974 г.	1987 г.	1999 г.
1 млрд.	2 млрд.	3 млрд.	4 млрд.	5 млрд.	6 млрд.
за 107 лет	за 32 года	за 15 лет	за 13 лет	за 12 лет	

С экологической точки зрения рост численности человечества в XX веке имеет характер, больше свойственный в основном примитивным организмам, у которых часто вслед за резкой вспышкой численности (демографическим взрывом) следует массовая гибель.

Для отдельных популяций крупных К-стратегов (приматов, копытных, хищников), но никогда для вида в целом, максимальный размах численности иногда достигает 500 %.

Демографический переход - это фаза динамики численности популяции, характеризующая период, когда она приближается к уровню **емкости среды**, и **r-стратегия переходит в K-стратегию**.

Сближение показателей смертности и рождаемости (когда коэффициент смертности и коэффициент рождаемости будут равны 12 %) приведет к **демографической стабилизации**.

В составе такой популяции будет:

23 % детей и юношей до 18 лет,

49 % людей трудоспособного возраста от 18 до 60 лет,

28 % людей от 60 до 84 лет.

На каждую 1 000 человек будет 96 семей с возрастом родителей от 20 до 36 лет, в каждой из которых будет в среднем по два ребенка.

Таким образом, численность населения на протяжении истории человечества неуклонно возрастала в связи с тем, что люди увеличивали емкость среды благодаря смене типов хозяйствования.

Современный человек реализует **К-стратегию**, но в странах, с опозданием вступивших на путь НТП (научно-технического прогресса), сохраняется высокая рождаемость, реализуется **г-стратегия**, и этим **поддерживается стремительный рост населения Земли**.

Популяции требуется время, ряд поколений, чтобы привести рождаемость в соответствие с новым уровнем смертности. И в течение этих лет будет происходить Демографический взрыв», даже если он не выгоден популяции и обгоняет рост продуктов питания.

Демографическая политика. Развитие населения - вид развития, в котором средства совпадают с целью.

Цель - совершенствование человека и улучшение качества его жизни.

Средства - сам человек как основа экономического развития.

Демографическое развитие включает вопросы природопользования, роста численности населения относительно территорий и ее природно-ресурсной основы.

Сопротивление среды - это вся совокупность негативных факторов среды, ограничивающих распространение вида (например, нарушение местообитания, конкуренция, болезни, хищники, паразиты), направленных на сокращение численности популяции и препятствует ее росту и размножению. Противоположно действию биотического потенциала (см. рис. 4).

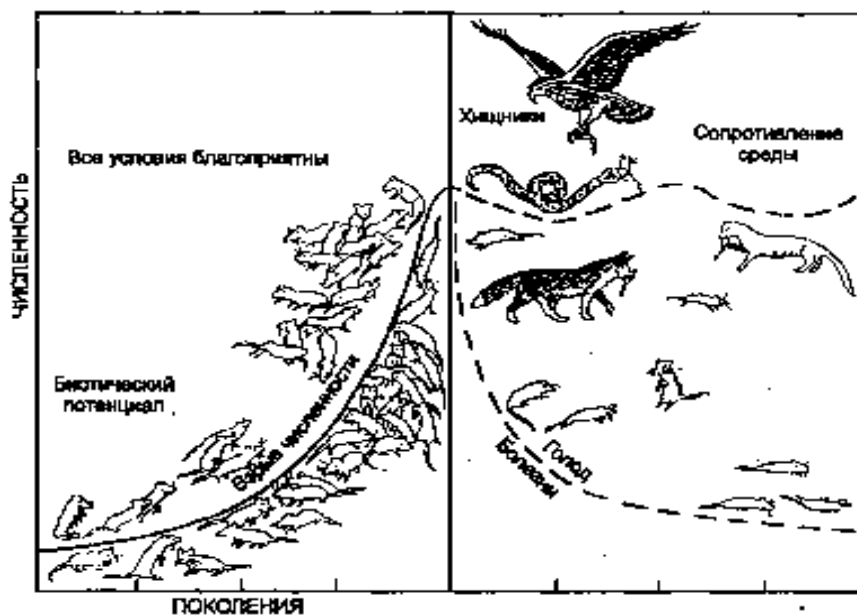


Рисунок 4 – Сопротивление среды (по Б. Небелу, 1993)

Биотический потенциал - это возможность вида увеличить свою численность и/или область распространения при улучшении условий существования (см. рис. 5).

Биотический потенциал в экологии, способность вида противостоять неблагоприятным воздействиям внешней среды. Термин введён американским экологом Р.Чепменом (1925) в связи с проблемой динамики численности животных. По Чепмену, биотический потенциал – количественное выражение способности организмов противостоять сопротивлению внешней среды. Согласно его теории, потенциальная плодовитость животных не реализуется, поскольку она подавляется односторонним воздействием внешней среды, с которой организмы находятся в антагонистических отношениях.

По современным воззрениям, такая точка зрения выглядит упрощённой. Изменения плодовитости и выживания животных происходят как под влиянием абиотических факторов, так и в результате межвидовых и внутривидовых взаимоотношений. Большую роль в этих процессах играют внутривидовые механизмы, обеспечивающие активную реакцию популяции на внешние воздействия.



Рисунок 5 – Факторы, определяющие размер популяции

Социальные механизмы динамики численности населения Земли.

Согласно экспертным оценкам, популяции людей, одновременно проживавших на Земле, насчитывали:

- ❖ 1 млн. лет назад (стадия Человек прямоходящий) - 100 000 индивидов;
- ❖ ко времени появления Человека разумного - 500 000 индивидов;
- ❖ 20-30 тыс. лет назад - 5 млн. человек.

Существуют точки зрения, что численность населения Земли должна насчитывать 1 млрд. Это так называемый трансатлантический англо-саксонский «золотой» миллиард.

В. Дольник в своих работах называет как оптимум число 200 тыс. человек (Дольник В., 1994).

Демографический взрыв - это фаза динамики численности населения, характеризующая XX век, особенно его вторую половину, при которой произошло стремительное увеличение численности населения.

К примеру, **среднегодовой прирост населения** во второй половине XX века составил: в 50-е гг. - 53 млн. чел.; в 60-е гг. - 66 млн. чел.; в 70-е гг. - 70 млн. чел.; в 80-е гг. - 86 млн. чел.

Демографическая политика может быть рассмотрена как попытка человечества управлять деторождением. Люди живут в рамках формулы «здесь и сейчас», им некогда ждать лучших времен.

Человечество уже имеет опыт регулирования рождаемости, нашедшего выражение в **демографической политике** (система различных мер - от формирования общественного мнения до экономического стимулирования и административно-правового регулирования, предпринимаемых государством с целью воздействия на естественное движение населения).

Задание 10. Какие закономерности в характере демографических и экономических проблем выявил Т. Мальтус? Что такое неомальтузианство?

Задание 11. Используя знания школьного курса географии, охарактеризуйте, какими демографическими характеристиками описываются I и IX типы воспроизводства населения?

Задание 12. Какие страны имеют опыт проведения кампаний по регулированию деторождения? Как можно оценить этот опыт?

Задание 13. В настоящее время государства осуществляют демографическую политику в зависимости от соответствующей демографической ситуации, как правило, в рамках одного из двух противоположных подходов к проблеме снижения темпов роста населения:

«Лучший контрацептив - развитие», то есть повышение жизненного уровня в сочетании с широким доступом к образованию и использование средств контроля над рождаемостью.

Проведение массовых кампаний по сокращению рождаемости будет предпосылкой развития.

Какой из подходов к решению проблемы снижения темпов роста численности населения кажется вам наиболее приемлемым? Почему?

Какова роль образования в решении проблемы стабилизации численности населения?

Задание 14. Прокомментируйте высказывание Р. Л. Смита «Наши проблемы загрязнения, питания, народонаселения - все являются экологическими».

Вопросы для самоконтроля:

1. Покажите на графике фазы динамики численности населения:
 - а) экспоненциальный рост населения (черной линией);
 - б) умеренный рост населения (синей линией);
 - в) стабилизация численности населения (красной линией).
2. В соответствии с гипотезой стационарного состояния, разработанной ООН, численность населения мира в середине XXI в. стабилизируется на уровне _____ человек:
 - а) 12 млрд.,
 - б) 12-17 млрд.,
 - в) 5-6 млрд.,
 - г) 20-25 млрд.
3. В странах с высокой рождаемостью демографическая проблема усугубляется:
 - а) применением альтернативных источников энергии;
 - б) нехваткой продуктов питания;
 - в) отсутствием промышленных предприятий;
 - г) использованием сельскохозяйственной техники.
4. По данным статистики, почти половина россиян курит, что ухудшает здоровье и значительно сокращает продолжительность их жизни. Как бороться с этой пагубной привычкой? (Подсказка: болезнь легче предупредить, чем лечить. Какие меры по предупреждению курения можно предложить?).

5. На дорогах России гибнет до сорока тысяч людей в год, то есть сто человек в день. Как изменить ситуацию к лучшему?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 БИОЦЕНОЗЫ, ЭКОСИСТЕМЫ КАК ЕДИНИЦЫ БИОСФЕРЫ

К природе нужно относиться как к невесте. Мы по отношению к ней имеем обязанности и не имеем прав.

Она может нас выбрать, а может, и нет.

Н.Ф. Реймерс

Постановка проблемы

Весь окружающий мир состоит из систем. Система - совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов. Живой природе также свойственно системное устройство. Живые системы всегда являются открытыми, т. е. взаимодействуют с окружающей средой, обмениваясь веществами, энергией, информацией.

Поведение сложных систем определяется не столько функциональными характеристиками связей, сколько их направленностью. Процессы саморегуляции в природных системах основаны на механизме отрицательной обратной связи. Примеры контура отрицательной обратной связи - изменение численности организмов, связанных отношениями «хищник-жертва»; процесс самоочищения почвы; взаимосвязи между биотой и абиотической средой.

Контуров положительных обратных связей разрушительны для систем. Именно им принадлежит главенствующая роль в экономике, политике, когда рост производства поддерживается не реальными потребностями человека, а диктуются маркетингом, рекламой (Т.А. Акимова, 2006). Наиболее яркий пример - гонка вооружений, при которой количество оружия увеличивает риск

поражения всего живого и потребность в новом витке производства еще более мощных вооружений.

Индустриальное развитие существенно влияет на экологические системы. Чтобы глобальная экосистема - биосфера не превратилась в бесприродный технический мир, мы должны глубоко изучить и понять, как устроены экосистемы Земли, по каким законам они развиваются, выявить основные угрозы, которые могут вызвать необратимые последствия разрушения и деградации природных систем.

Цель: Рассмотреть строение и свойства экосистем, изучить экологические связи в естественных и искусственных экосистемах, рассмотреть взаимоотношения в системе «организм - среда».

Глоссарий: экосистема, биогеоценоз, биоценоз, ареал, вид, популяция, бнотоп, экотоп, ландшафт, продуценты, консументы, редуценты, автотрофы, гетеротрофы, детритофаги, бактерии, трофические (пищевые) цепи, среда жизни (обитания), экологический фактор, биотические экологические факторы, абиотические факторы, антропогенные факторы, адаптация, экологическая ниша, эмерджентность, гомеостаз, сукцессия.

Структура экосистемы

Биосфера Земли имеет мозаичное строение и складывается из отдельных относительно самостоятельных *экосистем*.

Учение о биоценозах обосновал немецкий гидробиолог К. Мебиус (1825-1908).

Биоценоз - совокупность популяций всех видов живых организмов, населяющих определенную географическую территорию, отличающуюся от других соседних территорий по химическому составу почв, вод, а также по ряду физических показателей (высота над уровнем моря, величина солнечного облучения и т.д.). При этом имеется в виду вся совокупность живых существ - растений, животных, микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию на данной территории. Понятие «биоценоз» - одно из важнейших в экологии, поскольку из него следует, что живые существа образуют на Земле

сложно организованные системы, вне которых они не могут устойчиво существовать. **Основная функция сообщества заключается в обеспечении равновесия в экосистеме на основе замкнутого круговорота веществ.**

В состав биоценозов могут входить тысячи видов различных организмов. Но не все они одинаково значимы. Удаление из сообщества некоторых из них не оказывает на них заметного влияния, в то время как изъятие других ведет к существенным изменениям.

Одни виды биоценоза могут быть представлены многочисленными популяциями, а другие малочисленными. Масштабы биоценологических группировок организмов очень различаются - от сообществ подушек лишайников на стволах деревьев или разлагающегося пня до населения целых ландшафтов: лесов, степей, пустынь и т.п.

Организация жизни на биоценологическом уровне подчинена иерархии. С увеличением масштабов сообществ усиливается их сложность и доля непрямых, косвенных связей между видами.

Естественные объединения живых существ имеют собственные законы функционирования и развития, т.е. **представляют собой природные системы.**

Таким образом, являясь, как и организмы, структурными единицами живой природы, биоценозы, тем не менее складываются и поддерживают свою устойчивость на основе иных принципов. Они представляют собой системы, так называемого **каркасного типа** - без особых управляющих и координирующих центров, а также строятся на многочисленных и сложных внутренних связях.

Важнейшими особенностями систем, относящихся к надорганизменному уровню организации жизни, например по классификации немецкого эколога **В. Тишлера**, являются следующие:

- Сообщества всегда возникают, складываются из готовых частей (представителей различных видов или целых комплексов видов), имеющих в окружающей среде. Этим способ их возникновения

отличается от формирования отдельного организма, которое происходит путем постепенного дифференцирования простейшего начального состояния.

- Части сообщества взаимозаменяемы. Части же (органы) любого организма уникальны.
- Если в целостном организме поддерживается постоянная координация, согласованность деятельности его органов, клеток и тканей, то надорганизменная система существует в основном за счет уравнивания противоположно направленных сил.
- Сообщества основаны на количественной регуляции численности одних видов другими.
- Предельные размеры организма ограничены его внутренней наследственной программой. Размеры надорганизменных систем определяются внешними причинами.

Внутри фитоценоза каждый вид ведет себя относительно независимо. С позиций континуальности виды встречаются вместе не потому, что приспособились друг к другу, а потому, что приспособились к общей среде обитания. Любая вариация условий местообитания вызывает изменения состава сообщества.

Структура биоценоза многоплановая, и при изучении ее выделяют различные аспекты.

Различают понятия «видовое богатство» и «видовое разнообразие» биоценозов.

Видовое богатство - общий набор видов сообщества, который выражается перечнем представителей разных групп организмов. **Видовое разнообразие** - показатель, отражающий не только качественный состав биоценоза, но и количественные взаимоотношения видов.

Различают бедные и богатые видами биоценозы. Видовой состав биоценозов, кроме того, зависит от длительности их существования, истории каждого биоценоза. Молодые, только формирующиеся сообщества обычно

включают меньший набор видов, чем давно сложившиеся, зрелые. Биоценозы, созданные человеком (поля, сады, огороды), также беднее видами, чем сходные с ними природные системы (лесные, степные, луговые). Однообразие и видовую бедность агроценозов человек поддерживает специальной сложной системой агротехнических мер.

Почти все наземные и большинство водных биоценозов включают в свой состав и микроорганизмы, и растения, и животных. Чем сильнее различия двух соседствующих биотопов, тем разнороднее условия на их границах и тем сильнее проявляется пограничный эффект.

Численность той или иной группы организмов в биоценозах сильно зависит от их размеров. Чем мельче особи видов, тем выше их численность в биотопах.

Группы организмов разных размеров живут в биоценозе в разных масштабах пространства и времени. Например, жизненные циклы одноклеточных могут протекать в пределах часа, а жизненные циклы крупных растений и животных растянуты на десятки лет.

Естественно, что во всех биоценозах численно преобладают самые мелкие формы - бактерии и другие микроорганизмы. В каждом сообществе можно выделить группу основных, наиболее многочисленных в каждом размерном классе видов, связи между которыми являются определяющими для функционирования биоценоза в целом. Виды, преобладающие по численности (продуктивности), являются **доминантами сообщества**. Доминанты господствуют в сообществе и составляют «видовое ядро» любого биоценоза.

Например, при изучении пастбища установлено, что максимальную площадь в нем занимает растение - мятлик, а среди пасущихся там животных больше всего коров. Это означает, что мятлик доминирует среди продуцентов, а коровы - среди консументов.

В наиболее богатых биоценозах практически все виды малочисленны. В тропических лесах редко можно встретить рядом несколько деревьев одной

породы. В таких сообществах не происходит вспышек массового размножения отдельных видов, биоценозы отличаются высокой стабильностью.

Совокупность всех видов сообщества составляет его **биоразнообразие**. Обычно в состав сообщества входят несколько основных видов с высокой численностью и множество редких видов с небольшой численностью.

Биоразнообразие отвечает за равновесное состояние экосистемы, а следовательно, - за ее устойчивость. Замкнутый круговорот питательных веществ (биогенов) происходит только благодаря биологическому разнообразию. Вещества, не усваиваемые одними организмами, усваиваются другими, поэтому выход из экосистемы биогенов мал, а их неизменное присутствие обеспечивает равновесие экосистемы.

Деятельность человека сильно сокращает разнообразие в природных сообществах, что требует прогнозов и предвидений ее последствий, а также действенных мер поддержания природных систем.

Участок абиотической среды, которую занимает биоценоз, называют **биотопом**.

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2: Дополните схему (рис. 6), отражающую строение биогеоценоза (по В.Н. Сукачеву), стрелками, показывающими взаимодействия между компонентами этой системы. Укажите элементы, составляющие экотоп (А) и биоценоз (Б).

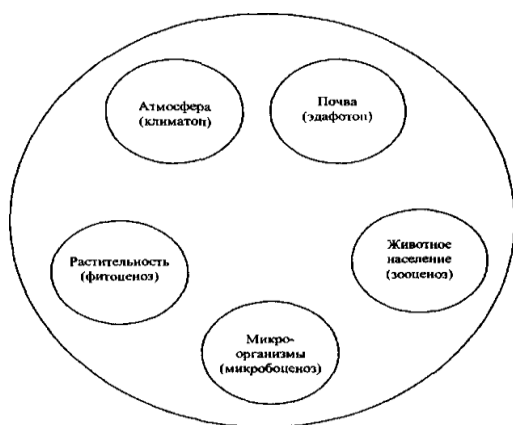


Рисунок 6 - Структура биогеоценоза и схема взаимодействия между компонентами

Задание 3: Сравните понятия «ландшафт», «биотоп» и «биогеоценоз».

Задание 4: Сделайте описание знакомой вам (по месту проживания, по экскурсиям) экосистемы. Это может быть лес хвойный (сосновый, еловый), лес лиственный (березняк), горный лес, пойменный или суходольный луг, верховое или низовое болото, устье реки, каменистая или песчаная пустыня, участок озера, пруда или реки и т. д. Укажите, какие растения и животные в этой экосистеме могут обитать, обитали 10 лет назад и обитают в настоящее время.

Задание 5. Растения и животные, входящие в состав биоценоза, связаны между собой даже теснее, чем особи одного вида. Это особенно ярко проявляется на примере **трофических (т. е. пищевых) связей**. **Трофическая структура биоценозов** - совокупность устойчивых пищевых связей видов, образующих природные сообщества, или закономерные пищевые отношения между входящими в их состав организмами.

Знание законов экологии позволяет успешно решать проблемы сосуществования человека и диких животных, приносящих ущерб (например, сельскому хозяйству), не истребляя их. Вам, безусловно, известны репелленты (от лат. repellens - отпугивающий) для борьбы с гнусом. Их действие основано на использовании химических соединений, которые обладают либо неприятным для насекомых запахом, либо убивают их. Однако использование таких веществ опасно не только для комаров и мошек. Попадая в природную среду, эти ксенобиотики (чуждые живому) способны накапливаться без разрушения, т. к. нет детритофагов и редуцентов, способных их переработать в безвредные вещества. Репелленты нового поколения призваны иначе решать задачу отпугивания животных, т. е. вызывать у них проявление оборонительных рефлексов, продиктованных инстинктом самосохранения. Например, охранять поля от диких кабанов можно, отпугивая их акустическими репеллентами - транзисторными радиоприемниками. Предложите свои варианты репеллентов (например, оптических или воздействующих на обоняние) для отпугивания птиц в аэропортах, на полях.

Выполните простое упражнение: какая из приведённых ниже пищевых цепей составлена правильно: 1) гадюка - лягушка - комар; 2) комар - лягушка - гадюка; 3) лягушка - комар - гадюка.

Составьте свои примеры пищевых цепей для экосистемы а) луга; б) тайги; в) озера. Укажите, кто в ваших примерах является продуцентами, консументами.

Сколько звеньев может быть в пищевых цепях и от чего зависит их число?

Задание 6. Используя знания разделов школьного курса биологии о растениях и животных и их роли в природе, а также информацию их словарей и учебников, выясните сущность приведенных в таблице терминов и оформите таблицу (см. таблица 6).

Таблица 6 - Компоненты биотической структуры экосистемы

Категории организмов	Их характерные особенности	Примеры организмов
Продуценты		
Консументы 1 порядка		
Консументы 2 порядка		
Детритофаги		
Редуценты		

Задание 7. К абиотическим факторам среды относятся свет, температура, ветер, химические биогенные элементы, кислотность (рН), соленость, огонь. Воздействие абиотических факторов на живые организмы характеризуется следующими понятиями: оптимум (зона комфорта), пессимум (стрессовая зона), предел устойчивости, зона толерантности. Найдите в учебниках и словарях определения этих понятий и нанесите на график (рис. 7) соответствующие обозначения.

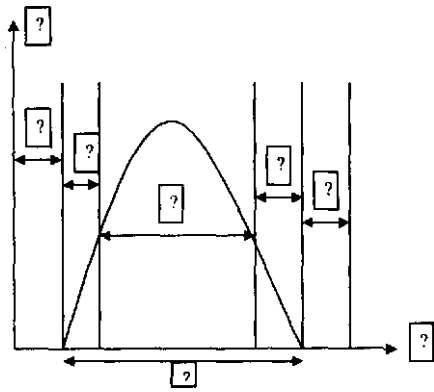


Рисунок 7 - Действие экологического фактора на живой организм

Задание 8 Абиотические условия среды связаны между собой законом лимитирующих факторов: даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе - к его гибели. Применив объяснения этих терминов, проиллюстрируйте этот закон примерами.

Задание 9. Приведите примеры приспособления известных вам растений и животных к окружающей среде. Проанализировав различные примеры адаптации к конкретным условиям среды, попробуйте их классифицировать и объяснить, какие функции они выполняют (например, покровительственная окраска насекомых выполняет защитную функцию). Приведите примеры приспособлений, выполняющих разнообразные функции.

Задание 10. Не только условия среды влияют на организм, но и сами они активно действуют среду обитания. Средообразующая деятельность организмов проявляется в их влиянии на химические и физические свойства воздуха, воды, почвы, минералов и даже климат местности. Докажите это утверждение конкретными фактами, используя знания из биологии и экологии.

Задание 11. Функциональная структура окружающей среды во многом определяется характером взаимоотношений организмов. Соотнесите два вида информации: 1) виды организмов и 2) характер их жизнеобеспечивающего взаимодействия между собой. В этом задании объедините между собой цифры и буквы, приведенные в таблице 7.

Таблица 7 – Характер взаимоотношений организмов с примерами

Характер взаимоотношений организмов	Виды организмов
1 - хищничество	А – блохи на теле кошки
2 - конкуренция	Б – лисица поедает мышевидных грызунов
3 – межвидовая помощь	В – бабочка питается нектаром цветковых растений
4 - симбиоз	Г – сосна и гриб масленок
5 - мутуализм	Д – лиана и пальма
6 - нейтрализм	Е – ель и береза
7 - паразитизм	И - тля и муравьи
8 - аменсализм	К – лев и антилопа
9 - комменсализм	Е – рак-отшельник и актиния
	Л – корова и гельминты
	М – береза и гриб трутовик
	Н – крот и воробей

Вопросы для самоконтроля:

1. Соотнесите понятия: «экосистема», «биогеоценоз», «биоценоз», «биотоп».
2. На конкретных примерах раскройте содержание понятий: «экологическая ниша», «гомеостаз», «сукцессия», «биотический фактор».
3. Укажите основные свойства экосистемы:
 - а) способность противостоять внешним воздействиям;
 - б) способность производить биологическую продукцию;
 - в) способность осуществлять круговорот веществ;
 - г) эмерджентность;
 - д) все вышеперечисленное.
4. В экосистеме продуцентами не могут быть.
 - а) животные и грибы;
 - б) водоросли и растения;
 - в) бактерии, грибы и травы;
 - г) некоторые бактерии, водоросли и растения.
5. Среди перечисленных экосистем естественными являются:

а) лес; б) парк; в) поле гречихи; г) болото; д) пруд.

6. Внешнее сходство, возникающее у представителей разных, неродственных видов в результате похожего образа жизни, называют:

- а) жизненной формой;
- б) морфологической формой;
- в) параллельной эволюцией;
- г) конвергенцией.

7. Какая из предложенных последовательностей правильно показывает передачу энергии в пищевой цепи:

- а) змея —► мышь —► дождевой червь —► лиственной опад —► кустарник;
- б) лиственной опад —► дождевой червь —► кустарник —► мышь —► змея;
- в) кустарник —► лиственной опад —► дождевой червь —► мышь —► змея;
- г) кустарник —► мышь —► дождевой червь —► лиственной опад —► змея.

8. Знание законов экологии позволяет успешно решать проблемы гармоничного совместного существования человека и диких животных, которые наносят ущерб, не истребляя их. Например, для борьбы с вредными насекомыми используются репелленты, чей неприятный запах либо отпугивает насекомых, либо убивает их. Однако такие вещества опасны и для полезных насекомых, например, пчел-опылителей.

Поэтому были созданы репелленты нового поколения, которые вызывают появление оборонительных рефлексов у позвоночных животных, что вынуждает их покинуть опасную территорию. Например, поля от диких кабанов охраняют с помощью аудиозаписей. Предложите свои варианты репеллентов, например оптических или воздействующих на обоняние, которые могли бы отпугивать птиц и млекопитающих, например, на полях или в аэропортах.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО

Думай о природе как о сообществе, а не как о кладовой товаров.

Холмс Ролстон III

Постановка проблемы

Земля среди планет Солнечной системы уникальна, так как единственная обладает биосферой - населенной живыми организмами оболочкой, охватывающей часть земной коры, атмосферу и гидросферу. В тонком слое, где встречаются и взаимодействуют вода и воздух, вода и почва, воздух и почва, обитает основная часть живых существ, к ним относимся и мы с вами.

Планета Земля к XXI веку стала совершенно иной, чем 10 тыс. лет назад, когда возникли первые очаги земледелия, появилось скотоводство, произошел переход к оседлому образу жизни и началось становление человеческой цивилизации. Человек не просто заселил все пригодное для жизни пространство, но и кардинально изменил его, причем с огромной, по геологическим меркам, скоростью. Построены десятки тысяч больших городов и миллионы деревень, сооружены многочисленные промышленные, горнодобывающие, сельскохозяйственные предприятия, созданы грандиозные транспортные коммуникации.

Все живые существа, в том числе и человечество, зависят от целостности биосферы. Вследствие слишком сильного изменения любой из составляющих биосферу элементов может полностью разрушиться. Возможно, при этом атмосфера, гидросфера и литосфера в каком-то виде сохранятся, но в их взаимоотношениях уже не будут участвовать живые существа. А может быть (например, в случае ядерной катастрофы), на Земле уцелеют спрятавшиеся под толщами воды какие-то из видов бактерий и грибов (плесеней), и они станут определять новые биогеохимические круговороты...

Угрожает ли человеческая цивилизация биосфере? Задумайтесь над фактами:

- Численность людей на Земле к 2015 г. превысила 7 млрд. (а ведь каждому человеку необходимы для жизни ресурсы биосферы).
- Только за последние 10 лет XX столетия площадь лесов в мире сократилась почти на 100 млн га.
- По данным Всемирного союза охраны природы на 2017 г., почти 20 тыс. видов различных организмов находятся под угрозой исчезновения.
- К 2020 г. дефицит чистой пресной воды станет таким, что только Бразилия, Канада и Россия окажутся обеспеченными ею в достаточном количестве.

Только глубокие знания о живых и неживых компонентах биосферы, об их взаимодействиях, поддерживающих существование биосферы как единого целого позволят параллельно эволюционировать обществу и природе.

Цель: Сформировать знания о структуре биосферы, об эволюции Земли, о роли живого вещества на планете, о непрерывности развития биосферы.

Глоссарий: биосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, педосфера, ноосфера, биом, живое вещество, косное вещество, биогенное вещество, биокосное вещество, трофические уровни, биологическая продуктивность, первичная биомасса, экологические пирамиды (биомасс, энергии), круговорот, биогеохимические циклы, геологический круговорот, биологический круговорот, биологическое разнообразие

Элементами (функциональными единицами) биосферы являются экосистемы. Экосистема представляет собой совокупность различных видов животных, растений, микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей средой таким образом, что может сохраняться неопределенно долгое время. На Земле существуют разные ландшафты, каждый из которых характеризуется особым растительным сообществом, т. е. фитоценозом (группировкой определённых видов растений). С каждым растительным сообществом связаны также определённые виды животных (зооценоз) и микробов (микробиоценоз). При этом мелких организмов всегда значительно больше, чем крупных. Суммарный вес всех живых организмов экосистемы

составляет её биомассу. Наиболее крупные наземные экосистемы (тундра, тайга, лесостепь, степь и др.) называются биомами.

Люди вместе со своими культурными растениями и домашними животными также образуют группировки организмов, взаимодействующих между собой и со средой. Это тоже экосистемы, но искусственные: агроэкосистемы, урбоэкосистемы.

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Обоснуйте границы биосферы в пределах атмосферы, гидросферы, литосферы. Отметьте границы биосферы (верхняя граница в атмосфере, нижняя граница в океане, нижняя граница в земной коре) на рис. 8.

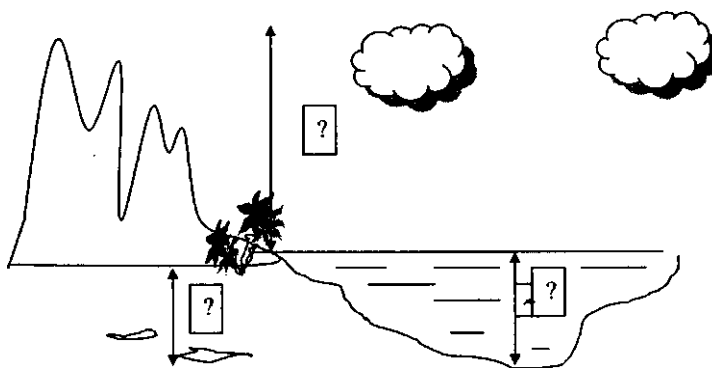


Рисунок 8 – Границы биосферы

Задание 3. Раскройте главные закономерности эволюции биосферы, придерживаясь схемы описания этапов, показанных в таблице 8:

Таблица 8 – Этапы эволюции биосферы

Этап	Процессы на Земле	Сущность процес- сов, их последствия	Геологический период (сроки)
Добиотическая эволюция	Образование планеты Земля. Возникновение атмосферы. Образование органических веществ. Появление круговорота органических веществ		
Биотическая эволюция	Возникновение жизни. Появление фотосинтезирующих растений и т.д.		

Задание 4. Каким образом живое вещество обеспечивает механизм устойчивого функционирования биосферы?

Современная биосфера

К современной биосфере относится вся совокупность живых организмов и все вещества литосферы, гидросферы и атмосферы, управляемые жи-

выми организмами через осуществляемые ими продуцирование, потребление трансформацию. Такое понимание совпадает с понятием «экосфера» - планетарная совокупность современных экосистем. Автор термина Л. Кол определил его как «совокупность всего живого на Земле, включая его окружение и ресурсы». Значит ли это, что экосфера охватывает человека вместе со сферой его хозяйственной деятельности? Именно человечество (в особенности - продукты его производства и потребления, отходы) все более существенно влияют на биогеохимический круговорот веществ: в биосферу попадают ксенобиотики (чуждые природе вещества), которые никогда раньше там не встречались, т. к. были захоронены (депонированы).

Задание 5. Выберите правильные утверждения:

- 1) место планеты Земля в иерархической организации Вселенной: Вселенная (метagalактика) - галактика Млечный путь - Солнечная система - Земля;
- 2) около 3,5-4 млрд. лет назад, когда жизнь на Земле начала зарождаться, существовали атмосфера, гидросфера, почва;
- 3) энергия, заключенная в нефти, угле, торфе - это энергия Солнца, запасенная растениями;
- 4) кислород в атмосфере появился в результате разложения воды;
- 5) благодаря биологическому круговороту веществ биосфера обеспечивает стабильные условия существования всех видов организмов, включая человека;
- 6) почву В.И. Вернадский назвал биокосным веществом, так как она состоит из минеральных компонентов, органических соединений и живых организмов;
- 7) почва была сформирована после заселения суши живыми организмами;
- 8) живые организмы не играют значительной роли в разрушении горных пород и растительных остатков.

Пищевая цепь является основным каналом переноса энергии в сообществе. По мере удаления от первичного продуцента к первичному консументу и далее, скорость потока энергии резко ослабевает, ее количество уменьшается.

Трофический уровень - совокупность организмов, объединенных типом питания.

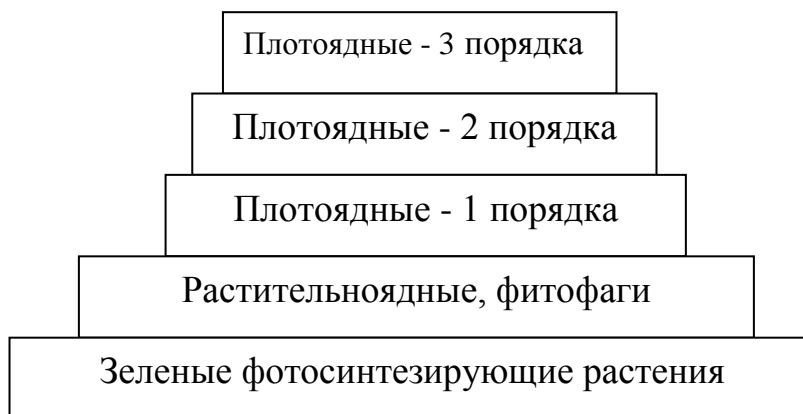


Рисунок 9 - Упрощенная схема экологической пирамиды: основанием служит уровень продуцентов, последующие уровни питания (консументы) образуют этажи и вершину

Задание 6. В чем отличие пирамид чисел от пирамид биомассы и пирамид продукции (энергии)?

Изобразите в виде рисунков (см. рис. 10) примеры экологических пирамид для экосистем суши и водоема.

Какой уровень в экологической пирамиде может занимать человек? Ответ обоснуйте.

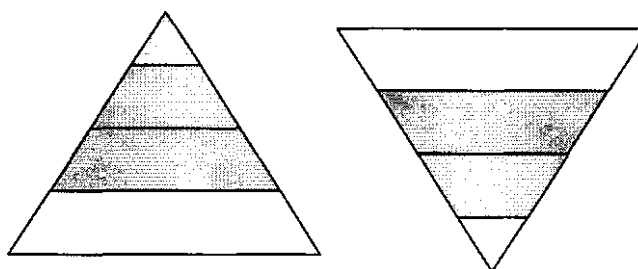


Рисунок 10 – Экологические пирамиды

Задание 7. Вычислите, пользуясь правилом 10 %, долю энергии, поступающей на четвертый трофический уровень, при условии, что общее количество энергии на первом уровне составляло 1000 условных единиц.

Задание 8. Пестицид ДДТ, нашедший широкое применение при борьбе с насекомыми-вредителями в 1970-е годы, был спустя некоторое время запрещен. Объясните, используя рис. 11, почему это произошло.

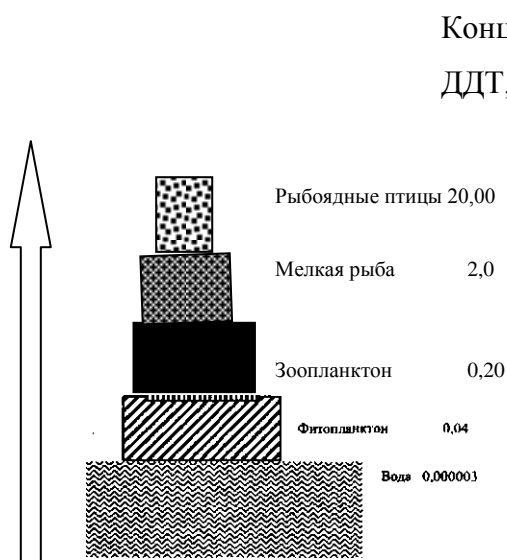


Рисунок 11 - Аккумуляция пестицидов (на примере ДДТ) в водной экосистеме (по Н.Ф. Реймерсу)

Задание 9. В.И.Вернадский в своих книгах мечтал об автотрофности человечества. Что, по вашему мнению, он имел в виду? Ведь мы понимаем, что человек не способен осуществлять фотосинтез и хемосинтез. Каковы современные философские воззрения на автотрофность человека?

Задание 10. Экосистемам и биосфере, как глобальной экосистеме, присуще такое свойство, как эмерджентность. Выберите правильное определение закона эмерджентности:

- а) Слагаемые целого не оказывают на его свойства никакого влияния.
- б) Целое имеет особые свойства, отсутствующие у его частей.
- в) Целое есть сумма слагающих его составных частей.

Планета Земля существовала по законам физики и химии («первая природа»), пока на ней не появились живые организмы, которые внесли в мир биологические закономерности существования и развития. Появилась «вторая природа» - возникли новые потоки вещества и энергии. Кругообороты химических элементов и энергетические процессы еще сильнее изменились с появлением человека и особенно, когда значительно увеличилось количество людей на планете и получили развитие промышленность, транспорт, сельское хозяйство («третья природа»), см. рис. 12. По словам создателя учения о биосфере В.И. Вернадского, с появлением человека начинается новая - «психозойская» - эра, так как он оказывает все возрастающее воздействие на геологические процессы, создавая измененные экологические условия. Новые условия зачастую значительно отличаются от тех, по отношению к которым выработался комплекс защитно-компенсаторных реакций, обеспечивающий жизнь на Земле в привычных для нас формах. Индустриализация с каждым годом все более ускоряет и усиливает влияние человека на биосферу. В результате атмосферный воздух, природные воды, плодородные почвы, лесные массивы, флора, фауна, находящиеся в сложнейших взаимоотношениях друг с другом, подвергаются разрушительному воздействию. Естественные экосистемы все больше заменяются искусственными, упрощенными экосистемами цивилизации (городами, промышленными предприятиями, сельскохозяйственными угодьями, водохранилищами и т. п.). Чем больше увеличиваются производственно-технические возможности человечества, тем опаснее становятся одновременно возникающие изменения в биосфере.

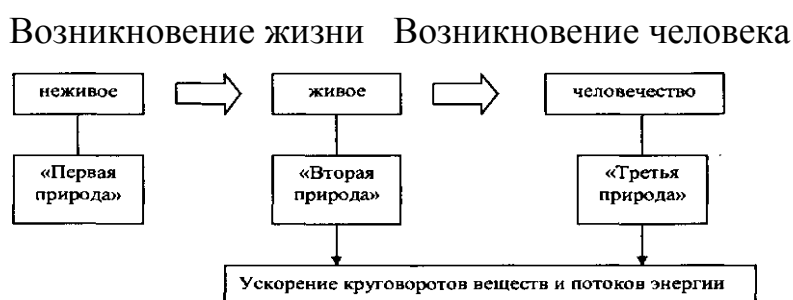


Рисунок 12 - Модель эволюции биосферы (по И.М. Швец, Н.А. Добротина «Биосфера и человечество», 2004)

Задание 11. К процессам, происходящим в биосфере, часто применяют принцип Ле Шателье - Брауна, известный вам из курса химии, для объяснения причины поддержания в биосфере уравновешенного динамического состояния. Всеобщая связь явлений ведет к тому, что каждое изменение в биосфере может повлечь за собой другие, часто совсем неожиданные последствия. С помощью рис. 13 изобразите схему взаимодействий между компонентами окружающей среды, процессами и явлениями. Стрелками и пунктирными линиями обозначьте прямые и обратные связи, последствия и другие взаимодействия и ответные реакции природных объектов, которые считаете необходимым отметить.

Загрязнение воздуха
Загрязнение рек, озер
Загрязнение Мирового океана
Загрязнение почв пестицидами, избытком удобрений, ГМО
Вырубка лесов
Осушение болот
Военные действия
Рост количества отходов

Деградация почвенного покрова
Обмеление водоемов и водотоков
Изменение состава атмосферного воздуха
Изменение газообмена
Сокращение биологических видов
Опустынивание
Изменение климата
Лесные пожары
Таяние ледников, подъем уровня мирового океана

Рисунок 13 - Всеобщая связь природных явлений и антропогенных воздействий. Обозначения: (например, → - влияет напрямую; ↔ - оба процесса взаимосвязаны; - - - - влияет косвенно)

Ноосфера

4,5 млрд. лет эволюции привели нашу планету к главной вершине - возникновению разума, и теперь разум становится главным фактором, определяющим весь ход дальнейшей эволюции Земли.

Понятие «ноосфера» относительно новое, оно не получило окончательного общепринятого смыслового значения. В настоящее время можно выделить три истолкования термина «ноосфера»:

1. Понятие «ноосфера» как «мыслящий слой Земли» введено французским философом и антропологом Пьером Тейяром де Шарденом в 1925 г., очевидно, под влиянием идей В.И. Вернадского о биосфере. В период 1922-1923 гг. Вернадский читал цикл лекций по биосфере в Сорбонне (Парижском университете), и Тейяр де Шарден был хорошо знаком с русским ученым.

2. В.И. Вернадский, заимствовав удачный термин, придал ему другой смысл. Он подразумевал под ноосферой часть биосферы, преобразованную научным творчеством человека.

3. В конце XX столетия ноосфера рассматривается не как земная оболочка, а как все пространство, в той или иной степени охваченное действием человеческого разума. К ноосфере относят и ту область космического пространства, которая к настоящему времени достигнута космическими кораблями.

В.И. Вернадский показал, что весь ход развития биосферы вел к развитию разума. Он считал, что появление сознания - показатель формирования новой планетарной структуры, новой геосферы - сферы разума.

В.И. Вернадский писал: «Все страхи и рассуждения... о возможности гибели цивилизации связаны с недооценкой силы и глубины геологических процессов, каким является происходящий ныне, нами переживаемый, переход биосферы в ноосферу».

Задание 12. Ноосфера (в дословном переводе - сфера разума) - высшая стадия развития биосферы. Это сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития. В.И. Вернадский, выявив геологическую и планетарную роли живого вещества, выделил человека как мощную геологическую силу. Ученый писал, что становление ноосферы «есть не случайное явление на нашей планете», а «природное явление», ведь человек изменил «вечный бег геохимических циклов». По каким признакам, по мнению В.И. Вернадского, можно судить о переходе биосферы в ноосферу? Для ответа на этот вопрос используйте доступные информационные источники.

Задание 13. Месторождения свинца, ртути, урана, каменного угля, нефти, газа образовались в далеком геологическом прошлом. Они никогда не участвовали в естественном биосферном круговороте, однако после того, как были вовлечены человеком в хозяйственную деятельность, оказались включенными в биогеохимический круговорот Земли. Проанализируйте, чем обу-

словлена потребность человечества в этих полезных ископаемых, на какой приблизительно срок их хватит, какое количество отходов образуется при их добыче, переработке, транспортировке и оцените опасность при вовлечении соединений свинца, ртути, урана, углерода в биосферные круговороты.

Задание 14. Пути спасения и развития человечества в условиях планетарного экологического кризиса рассматриваются учеными - футурологами в нескольких вариантах:

а) ученые уже в ближайшее время изобретут новые способы получения дешевой энергии и придумают долговечные суперматериалы, на производство которых не потребуются невозобновляемые ресурсы, а потому не следует их экономить сейчас;

б) полезные ископаемые тратятся, а окружающая среда загрязняется так стремительно, что нет никакой надежды на выживание человечества в условиях надвигающегося глобального экологического кризиса, ведь крупный бизнес, от власти которого зависят все, никогда не захочет снизить прибыль, что неизбежно при организации серьезных природоохранных мероприятий;

в) человеческая цивилизация сохранится, если поколениям, которые придут после нас, достанется «живая» планета и достаточное количество ресурсов, но для этого необходима гармонизация взаимоотношений человека и природы, создание общества устойчивого развития, т. е. такого, которое равномерно увеличивает благосостояние людей, не разрушая окружающей среды. Какой из вариантов кажется вам наиболее реалистичным? Ответ обоснуйте.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем отличается производство продукции в биосфере естественной экосистемой от производственной деятельности, осуществляемой человеком в агроэкосистеме?

2. Организмы растений, животных и человека на 50-95 % состоят из воды и включают около 70 химических элементов. Как это связано с концентрационной функцией живого вещества в биосфере?

3. Атмосфера, гидросфера и литосфера связаны между собой и взаимодействуют через: а) почву; б) вихри воздуха; в) потоки воды; г) биосферу.

4. Какие атмосферные газы имеют преимущественно биогенное происхождение:

а) кислород; б) водород; в) озон; г) гелий; д) азот; е) аргон; ж) углекислый газ; з) оксиды серы; и) оксиды азота.

5. Человек должен перейти от позиции антропоцентризма к биоцентризму (экоцентризму), поскольку он - часть биосферы, которая формирует такие условия его жизни, как:

а) сила тяготения Земли, чистая вода, озоновый экран;
б) кислород атмосферы, магнитное поле Земли, плодородная почва;
в) плодородная почва, чистая вода, пригодный для дыхания атмосферный воздух;

г) плодородная почва, чистая вода, благоприятный климат, гравитация.

6. Биологический (малый) круговорот является функцией:

а) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

б) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;

в) сообщества продуцентов и консументов;

г) сообщества производителей, потребителей и разрушителей органических веществ.

7. В загрязненной пестицидами экосистеме луга вредные вещества накапливаются в наибольшем количестве в организмах:

а) растений; б) травоядных животных; в) хищников; г) насекомых-опылителей.

8. В живом веществе биосферы Земли в наибольшем количестве присутствуют:

- а) углерод, водород, кальций, фосфор;
- б) углерод, азот, кислород, водород;
- в) углерод, азот, кислород, калий;
- г) углерод, озон, водород, фосфор.

9. Какое развитие человечества можно считать устойчивым:

а) такое, при котором общество развивается, но не разрушает своей природной основы;

б) такое, при котором приоритетны интересы экономического развития;

в) такое, при котором главенствует решение экологических проблем;

г) такое, при котором удовлетворяются потребности нынешнего поколения людей, но лишаются такой возможности будущие поколения.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА

*Май. Грозových туч клочки. Не-
живая зелень чахнет. Все мо-
торы и гудки, - И сирень бензи-
ном пахнет.*

О. Мандельштам

Постановка проблемы

Загрязнение воздуха оказывает влияние на климат, здоровье людей, состояние биоты. Негативное воздействие при этом происходит и в результате прямого контакта с загрязненным воздухом, и в результате выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, и вторичного загрязнения окружающей среды. Газовые выбросы наносят экономический ущерб из-за потери веществ, которые могли бы быть использованы в смежных отраслях. Из-за загрязнения воздуха происходит разрушение материалов, оборудования, сооружений, многие поллютанты вызывают болезни и гибель домашних и диких животных и растений. Подсчитано, что экономические потери от заболеваний и смертности людей в связи с загрязнением воздушной среды составляют ежегодно 6 млрд. долларов США.

Цель: углубление знаний об атмосфере, об экологических проблемах, обусловленных загрязнением воздуха, оценка экологической безопасности атмосферного воздуха.

Глоссарий: атмосфера, загрязнение атмосферы, парниковый эффект, парниковые газы, смог Лондонский, смог Лос-Анджелесский (фотохимический туман), кислотный дождь, аэрозоли, фреоны, озоновый экран (слой), озоновая дыра, предельно допустимый выброс (ПДВ).

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Экология атмосферного воздуха

Размеры атмосферы по сравнению с другими геологическими резервуарами Земли невелики, что делает ее весьма чувствительной к загрязнению. Даже небольшие изменения концентраций веществ в атмосфере могут вызвать значительные изменения ее свойств. Атмосферные потоки быстро перемешиваются, поэтому выбросы от крупных катастроф распространяются по всему земному шару. В результате перемешивания общий состав атмосферного воздуха имеет близкие показатели по всей Земле. Физическими причи-

нами перемешивания являются: горизонтального - вращение Земли, вертикального - нагревание поверхности планеты. Лучшее всего происходит перемешивание воздуха в нижней части атмосферы - тропосфере. Вследствие конвекции нагретый вблизи поверхности Земли воздух, будучи легче холодного, поднимается вверх. На высоте 15-25 км атмосфера нагревается путем поглощения УФ-излучения кислородом и озоном. Следствием повышения температуры с высотой является хорошая устойчивость верхней части атмосферы к вертикальному перемешиванию, т. к. слой холодного воздуха всегда находится внизу. Эта часть атмосферы (стратосфера) состоит из двух слоев (strata-слой). Здесь, на высоте 25-30 км, как известно, находится озоновый слой, играющий роль «щита» для биосферы благодаря поглощению им основной части (97 %) УФ составляющей солнечного излучения. В силу физических законов общее давление (а значит, и отдельных газов) в атмосфере уменьшается по мере удаления от Земли. Следствием является тот факт, что 80-90 % атмосферных газов находятся в тропосфере. Остальные находятся в основном в стратосфере, а меньше всего их в верхней части, мезосфере, ионосфере.

Как известно, главными компонентами атмосферы являются азот (78,084 %), кислород (20,946 %), аргон (0,934 %). Здесь и ниже приведены данные для сухого воздуха. Содержание воды сильно варьируется (0,5-4 %). Средняя концентрация диоксида углерода CO_2 составляет всего 0,03 %. Весьма малая доля (в объемных процентах) приходится на инертные (т. е. неактивные в химических реакциях) газы: неон ($1,8 \cdot 10^{-3}$), гелий ($4,6 \cdot 10^{-3}$), криптон ($1,1 \cdot 10^{-1}$), ксенон ($8 \cdot 10^{-6}$). Кроме того, атмосферный воздух содержит (в объемных процентах) радон ($6 \cdot 10^{-5}$), оксид азота (I) N_2O ($5 \cdot 10^{-5}$), водород ($5 \cdot 10^{-5}$), метан ($1,7 \cdot 10^{-4}$).

Задание 2. Представьте данные о составе воздуха в виде круговой диаграммы:

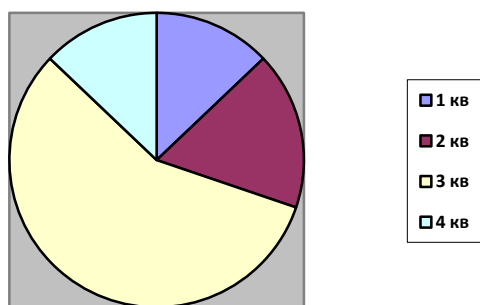


Рисунок 14 – Круговая диаграмма – состав атмосферного воздуха

Хотя нельзя сказать, что перечисленные газы не важны, однако при экологической оценке качества атмосферного воздуха основное внимание уделяется главным образом не этим, а более реакционноспособным, хотя и второстепенным по количеству, веществам, поступающим в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. К ним относятся оксиды азота NO и NO_2 , диоксид серы SO_2 , метан CH_4 , монооксид углерода CO и хлорфторуглероды (прежде всего фреоны CFCl_3 и CF_2Cl_2). Часть этих газов, поступающих в атмосферу, имеет природное происхождение (например, вулканическая деятельность).

Основные антропогенные выбросы вредных веществ в атмосферу связаны со сжиганием топлива на электростанциях, в котельных, двигателях внутреннего сгорания, а также с переработкой руд и деятельностью предприятий химической промышленности.

Задание 3. Установите соответствие между отраслями техники и результатами воздействия на атмосферу загрязнителей, выбрасываемых работающими в этих отраслях предприятиями и машинами: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу 9. Обращаем внимание, что разные отрасли техники могут вызывать одинаковые техногенные изменения в атмосфере.

Таблица 9 – Отрасли техники и техногенные изменения в атмосфере

Отрасли техники	Техногенные изменения в атмосфере
1) теплоэнергетика 2) черная металлургия 3) нефтедобыча и нефтепереработка 4) автотранспорт 5) цветная металлургия 6) промышленность строительных материалов химическая промышленность	А) «кислотные дожди» (вымывание кислот из атмосферы) Б) Утоньшение и перфорация слоя О ₃ , защищающего земную жизнь от УФ-излучения Солнца В) «парниковый» эффект (потепление климата, вызванное накоплением в атмосфере газов, поглощающих УФ-излучение и препятствующих его рассеянию) Г) коррозия металлов, эрозия камня на открытом воздухе Д) фотохимический смог в городах

Задание 4. «Жизнь на Земле влияет на атмосферу, а атмосфера влияет на жизнь на Земле». Изложите свои мысли по поводу этого умозаключения. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии (живое вещество, продуценты, фотосинтез, биосфера, гомеостаз, парниковый эффект) и, опираясь на факты науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

Задание 5. Мраморные и известняковые скульптуры, стены старинных сооружений, созданные в Древней Греции и Римской империи, за последние 30 лет XX века разрушились гораздо сильнее, чем за предыдущие 2400 лет. Почему? Какие процессы этому способствуют?

Подсказка: используйте знания о кислотных дождях и химическом составе мрамора и известняка.

Парниковый эффект - возможное потепление климата на планете Земля в результате накопления в атмосфере углекислого и других, так назы-

ваемых парниковых газов, основной источник которых - человеческая деятельность.

Диоксид углерода прозрачен для солнечного света, но не пропускает в атмосферу инфракрасное излучение Земли, т. е. ведет себя подобно полиэтиленовой пленке в парнике (рис. 15).



Рисунок 15 - Схема парникового эффекта (по материалам брошюры ЮНЕП «Изменение планеты»)

Smoke (дым) + fog (туман) = smog

Фотохимический смог - комплексное загрязнение атмосферы, обусловленное застаиванием масс воздуха в крупных городах, где много транспорта и промпредприятий.

Сжигание топлива ведет к увеличению концентрации CO_2 . По некоторым прогнозам, при сохранении существующих темпов образования CO_2 в 2050 г. это приведет к повышению средней температуры на Земле на 2,5-3,5 градуса, что вызовет таяние ледников и повышение уровня Мирового океана на 4-5 м. Аэрозоли твердых и жидких частиц, выбрасываемые в атмосферу в результате природных и техногенных процессов, снижают способность атмосферы пропускать солнечный свет, и этим уменьшают нагревание по-

верхности Земли, компенсируя «парниковый» эффект. Однако это не ослабляет накала проблемы снижения количества CO₂.

Задание 6. Предложите три возможных способа решения проблемы глобального потепления климата на Земле. В каких сферах человеческой деятельности необходимы усилия для реализации этих решений?

Загрязнение воздуха и здоровье человека

Твердые взвешенные частицы (пыль) размером около 10-100 мкм могут содержаться в воздухе в больших количествах, хотя время их пребывания в атмосфере невелико, т. к. гравитационные силы вынуждают их оседать. Такими частицами являются пыльца растений, микроорганизмы и их споры, сухой песок, удобрения, асбестовая, угольная и цементная пыль. Главные источники твердых взвесей - металлургические заводы, теплоэлектростанции, стройиндустрия, транспорт, нефтеперерабатывающие комбинаты, заводы по производству белково-витаминных препаратов.

Природные источники пыли - лесные пожары, эрозия почв, вулканическая, метеоритная пыль, морская соль. Пыль, попадая в легкие вместе с воздухом, накапливается в организме. На пылевых частицах могут поселиться микроорганизмы, адсорбироваться еще более мелкие частицы вредных веществ. Например, на саже прочно закрепляются канцерогенные полиароматические соединения. Наиболее токсичны пыли, содержащие белковые молекулы и простейшие организмы (живые и отмершие). Они вызывают аллергии. Древесная, хлопковая, мучная пыль создают взрывоопасные смеси с воздухом.

Пыль может содержать радиоактивные элементы. С помощью анализа многолетних пылевых отложений (например, на чердаках домов) можно установить место и время радиоактивного загрязнения.

Задание 7. Установите соответствие между видами загрязнений воздуха и заболеваниями, которые они могут вызывать: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу 10. Обращаем внимание, что загряз-

нителы воздуха могут вызывать несколько заболеваний, и наоборот, одинаковое патологическое состояние может быть обусловлено разными токсичными веществами.

Таблица 10 – Факторы загрязнения атмосферного воздуха и связанные с этим заболевания

Заболевания			Загрязнение атмосферного воздуха		
А) Онкологические заболевания			1) пыльца высших растений		
Б) Респираторные заболевания (силикотоз)			2) асбест		
В) Аллергия			3) ядохимикаты, удобрения		
Г) Заболевания крови			4) кремнийсодержащие частицы		
Д) Головная боль, отравление угарным газом			5) угольная пыль, ПАУ (полиароматические углеводороды)		
			6) монооксид углерода (СО)		
1	2	3	4	5	6

Влияние автомобильного транспорта на экологическое состояние атмосферного воздуха

Автомобили на сегодняшний день в России - главная причина загрязнения воздуха в городах. Сейчас в мире их насчитывается более полумиллиарда. Выбросы от автомобилей в городах особенно опасны тем, что загрязняют воздух в основном на уровне 60-90 см от поверхности Земли, и особенно - на участках автотрасс, где стоят светофоры.

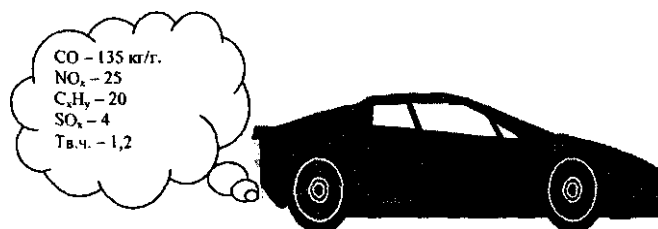


Рисунок 16 – Состав автомобильного «выхлопа»

Особенно много канцерогенных веществ выделяется во время разгона, торможения, при работе двигателя на холостом ходу, а также при езде по ямам и колдобинам.

Таблица 11 - Состав выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей (г/мин)

Компоненты выхлопных газов	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели
Оксид углерода CO (II)	0,035	0,017
Оксид углерода CO ₂ (IV)	0,217	0,2
Оксиды азота (NO, NO ₂)	0,002	0,001
Сажа	0,04	1,1

В среднем автомобиль выбрасывает в атмосферу (кг/г.): монооксида углерода (CO) - 135, оксидов азота - 25, углеводородов - 20, оксидов серы - 4, твердых частиц - 1,2.

Автомобиль в среднем на 1 км пробега выбрасывает в атмосферу 30 г угарного газа ($R(\text{CO}) = 30 \text{ г/км}$), 4 г диоксида азота ($R(\text{NO}_2) = 4 \text{ г/км}$), 2 г бензина ($R(\text{бензина}) = 2 \text{ г/км}$). При холостом ходу на стоянке за 1 мин автомобиль выбрасывает 30 г угарного газа ($Q(\text{CO}) = 30 \text{ г/мин}$). Кроме того, каждый автомобиль в среднем за год выбрасывает в атмосферу 1 кг свинца ($R(\text{Pb}) = 1 \text{ кг/г.}$) в виде пыли.

Задание 8. Проведите учебную исследовательскую работу.

Цель работы:

Оценка и вычисление токсичных продуктов от работы транспорта, оценка характера их действия на живые организмы и окружающую среду.

Место проведения: автотрасса, перекресток-светофор. Приборы: часы с секундной стрелкой.

Ход работы:

1. Зафиксируйте время - $t = 10 \text{ мин}$.
2. Определите число машин, останавливающихся у светофора - n .
3. Определите количество переключений:

торможение
 набор скорости
 холостой ход

} k

4. Результаты запишите в таблицу 12.

Таблица 12 – Результаты наблюдений за загрязнением воздуха автотранспортом

Марки машин	t , мин.	n	k	m_{CO}	m_{CO_2}	m_{NO_2}	$m_{сажи}$	M
Легковые								
Грузовые								
Автобус								

5. Вычислите суммарное загрязнение по формуле:

$$M = t \cdot n \cdot k(m_{CO} + m_{CO_2} + m_{NO_2} + m_{сажи}).$$

6. Дайте ответы на следующие вопросы:

- 1) Сравните выброс токсичных продуктов бензиновых и дизельных двигателей.
- 2) Как изменяется поверхностный слой воздуха у автотрасс?
- 3) К чему приводит загрязнение почвы свинцом? сажей?
- 4) Каковы последствия загрязнения воздуха CO, CO₂, NO₂?

Вы можете продолжить исследование самостоятельно. Например, интересно сравнить выброс токсичных продуктов транспортом в разное время дня.

А можно провести консультацию в диагностических центрах района ГИБДД с целью сравнения полученных данных в районе с данными службы ГИБДД в локальном перекрестке.

Вопросы для самоконтроля:

1. Запишите химическое уравнение реакции получения глюкозы путем фотосинтеза. Сколько тратится углекислого газа и выделяется кислорода для получения 1 моль $C_6H_{12}O_6$?

2. До последнего времени океанам и лесам удавалось спасать нас от самих себя. Природный углеродный цикл творит чудеса: биосфера ассимилирует углекислый газ, связывая его в биомассу и осадочные породы. Путем простейших химических расчетов определите, сколько литров CO_2 удерживает в себе кусочек мела массой 10 г?

3. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Озоновый слой располагается:

- а) между тропосферой и тропопаузой;
- б) между тропопаузой и стратосферой;
- в) между стратосферой и мезосферой;
- г) между стратопаузой и мезосферой.

4. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Кислотные дожди образуются в результате загрязнения атмосферы:

- а) соединениями серной и азотной кислоты;
- б) соединениями соляной и азотной кислоты;
- в) соединениями сероводорода и диоксида углерода;
- г) соединениями соляной кислоты и оксидов серы.

5. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Смог чаще всего наблюдается:

- а) в сельской местности;
- б) в городах, расположенных в котловинах;
- в) в горной местности;
- г) в городах, расположенных на возвышенностях.

6. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. К постоянным составным частям атмосферы относятся:

- а) кислород, диоксид углерода, водяной пар;
- б) кислород, диоксид углерода, инертные газы;

- в) диоксид углерода, водяной пар;
- г) азот, диоксид углерода, водяной пар.

7. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Наиболее чувствительными к различным загрязнениям воздуха, в особенности к диоксиду серы, являются:

- а) широколиственные деревья;
- б) хвойные породы;
- в) кустарники;
- г) травы.

8. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Фотооксиданты образуются в атмосфере преимущественно при формировании:

- а) смога Лондонского типа;
- б) смога Лос-Анджелесского типа;
- в) смога Аляскинского типа;
- г) смога всех типов.

9. Почему охрана атмосферного воздуха считается ключевой проблемой оздоровления окружающей среды? Ответ обоснуйте.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Еще никому не удавалось найти более удачный вариант, чем есть в природе.

Л. Гумилев

Постановка проблемы

Качество жизни человека определяется, в числе прочих, такими категориями, как пища, тепло и холод, чистый воздух и вода, электрическая

энергия, объем отходов жизнедеятельности. При этом роль воды как жизнеобеспечивающего фактора не ограничивается только хозяйственно-питьевым использованием. Можно уверенно сказать, что вода (особо чистая, техническая, минеральная, термальная, сточная и т. д.) участвует во всех производственных циклах, а значит прямо или косвенно влияет на все категории, определяющие качество жизни.

Вода - важнейший компонент любой экосистемы. Состав и свойства воды прямо или косвенно влияют на экологическое состояние всех природных объектов, т. к. совершая круговорот, природная вода участвует во многих химических и физических процессах живой и неживой природы. Высокая растворяющая способность воды приводит к ее загрязнению опасными для жизнедеятельности организма твердыми, жидкими и газообразными веществами. В организме человека массовая доля воды равна 70 %. Потеря-организмом более 10 % воды может привести к смерти. Без воды человек может прожить только три дня, в то время как без пищи – 30-50 дней. С водой в организм поступают химические соединения (и необходимые, и вредные), водная среда служит для осуществления процессов очищения организма от шлаков, регуляции температуры тела, транспортной работы крови и поддержки кислотно-основного равновесия в организме.

Состав воды отражает экологическое состояние не только самого водного объекта, но и свидетельствует об экологическом благополучии контактирующих с водой почв, атмосферного воздуха. По результатам химического анализа вод и водных вытяжек почв и горных пород делается заключение о степени антропогенного влияния на территорию.

Вода - обязательное условие жизни. Вода входит в качестве неотъемлемого компонента в любой организм. Ей принадлежит важнейшая роль в строении и функционировании живой клетки. Процессы питания и метаболизма невозможны без воды. Водный баланс в системе живого организма так же важен, как и водный баланс в окружающей среде и биосфере в целом.

Гидросфера неразрывно связана с атмосферой и литосферой. Благодаря высокой подвижности и растворяющей способности вода проникает в различные природные образования, существуя в трех фазах: в газообразном, жидком, твердом состоянии. Вода находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует реки, озера, океаны и моря, в замороженном состоянии сосредоточена в высокогорных районах континентов и в виде мощных ледяных панцирей покрывают полярные участки суши. Через толщу осадочных пород просачиваются атмосферные осадки, образуя подземные воды.

Вода на Земле распределена следующим образом: в Мировом океане 1 370 323 тыс. км³ (94,2%), в подземных водах 60 000 тыс. км³ (4,12 %), в ледниках - 24 000 тыс. км³ (1,65%), в озерах - 230 тыс. км³ (0,016 %), почвенная влага - 75 тыс. км³ (0,005 %), пары атмосферы - 14 тыс. км³ (0,001 %), воды рек - 1,2 тыс. км³ (0,0001 %). Кажущиеся колоссальными запасы водных ресурсов планеты создают иллюзию их изобилия и неисчерпаемости. Вместе с тем следует принимать во внимание, что только незначительная часть воды (около 0,02 %) доступна для практического использования.

По мнению многих видных ученых, водный кризис уже охватил большую часть планеты, а к 2025 г. останется только три страны с достаточной обеспеченностью пресной водой: Бразилия, Канада и Россия.

Цель: углубление знаний о гидросфере, об экологической роли воды, об источниках загрязнения вод и их последствиях, рациональном использовании и охране водных ресурсов.

Глоссарий: гидросфера, гидробионты, круговорот воды, водопотребление, бассейн реки, водоохранная зона, качество воды, вода питьевая, вода сточная, водоподготовка, очистка сточных вод, предельно допустимый сброс.

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Вода - важнейший и самый распространенный минерал на Земле. Гидросфера включает Мировой океан, моря, реки, озера, болота, пруды, водохранилища, полярные льды, горные ледники, почвенную влагу и атмосферные

пары. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн. км³ воды, что составляет около 0,1 % объема вод активного водообмена. Циркуляция воды связана с механическим движением (потоки рек, океанические течения) и с изменением фазового состава, когда вода испаряется и переходит в атмосферу благодаря диффузионным конвективным потокам из поверхностных вод, почв и горных пород, растительности. При испарении воды происходит накопление ею энергии, которую она стремится вернуть, конденсируясь, и вода в виде осадков возвращается на Землю.

Задание 2. Обоснуйте значение воды, учитывая разные аспекты: а) Вода - геологический фактор, регулятор климата; б) Вода - основа жизни на Земле; в) Вода как фактор здоровья человека; г) Вода в хозяйственной деятельности человека.

Водно-экологические проблемы в полной мере отражают кризисную экологическую ситуацию. С учетом темпов роста численности человечества (за период с 1975 по 2000 гг. население земного шара увеличилось почти в 1,5 раза) и связанного с этим повышением общего расхода воды (суммарный расход воды в 1975 г. составлял 3000 м³, в 2000 г. - 6000 м³) можно ожидать превращения воды в стратегическое сырье, наличие которого будет определять развитие цивилизации.

Земля - «планета Воды». В самом деле, в мантии земного шара содержится 13-15 млрд. км⁵ химически связанной воды; а объем воды, входящей в состав всех частей гидросферы планеты Земля, составляет еще около 1,5 млрд. км³. Из них на долю морей и океанов приходится около 1 млрд. 370 млн. км³, а пресных и соленых вод суши - 48 млн. км³. При этом количество пресной воды (т. е. такой, в которой содержание растворенных солей не превышает 1 г/дм³) составляет около 35 млн. км³. Следует учитывать, что и эта цифра нуждается в комментариях, т. к. огромная часть пресной воды находится в труднодоступном для человека состоянии. Около 70 % ее существует в виде льдов, близкое к 30 % количество воды находится в подземных толщах. Речная сеть

Земли включает только около 0,006 % всей пресной воды. Именно эта часть воды в наибольшей степени связана с жизнедеятельностью человека, она используется для бытового и промышленного водоснабжения, для орошения земель, в энергетике, в транспорте.

Задание 3. Человек обитает в значительно преобразованной или даже искусственной среде. Разум, как ранее живое вещество планеты, превратился в самостоятельную геологическую силу, воздействующую на все геосферы, а не только обитаемые территории. Составьте схему, иллюстрирующую использование человеком ресурсов гидросферы и влияние на нее, дополнив рис. 17 примерами.

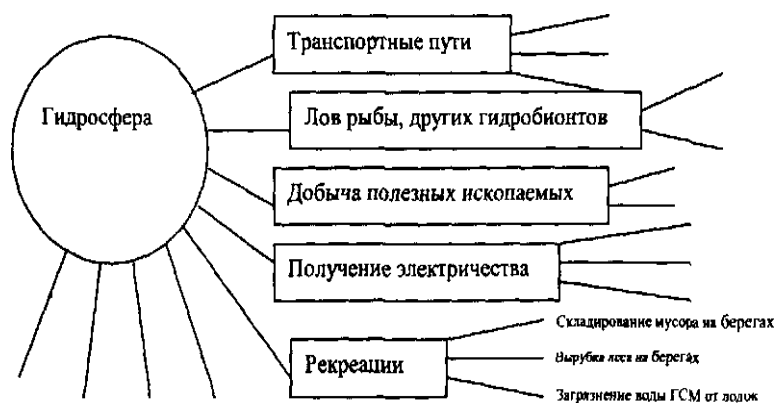


Рисунок 17 - Использование человеком ресурсов гидросферы и последствия хозяйственной деятельности

- Только 40 % населения Земли обеспечены качественной питьевой водой;
- По некоторым прогнозам, к 2032 г. более половины населения Земли будет испытывать нехватку воды, если сохранится тенденция технократического развития цивилизации;
- В Африке проживает 28 % населения мира, не имеющих доступа к водопроводу;

- Более 5 млн. человек в год умирает от болезней, связанных с употреблением недоброкачественной воды;
- В мире около 80 % болезней человека являются следствием потребления воды низкого качества, т. к. с водой в организм попадают патогенные микробы, тяжелые металлы, нитраты, фенолы, канцерогенные хлорорганические вещества и т. д. Ущерб здоровью из-за использования загрязненной воды соизмерим с потерями от стихийных бедствий, голода, кризисных экологических ситуаций;
- Реки Хуанхэ (Китай), Ганг (Индия), Амударья и Сырдарья (Средняя Азия) являются самыми загрязненными в мире.

В плане действий Всемирного саммита по устойчивому развитию была выдвинута инициатива о доступе к питьевой воде в развивающихся странах: к 2015 г. сократить долю населения, лишенного доступа к безопасной питьевой воде, в два раза (не достигнуто!). Усиливающееся загрязнение водных объектов делает проблему дефицита питьевой воды весьма серьезной. Не случайно период 2003-2013 гг. был объявлен ЮНЕСКО десятилетием Чистой Воды.

Для переработки нефти необходимо около 60 т воды, для приготовления 1 т условной тканевой продукции - 1100 т, синтетического волокна - 5000 т, для выращивания 1 т зерна - 2 т, 1 т риса - свыше 25 т.

Мировое потребление воды составляет сегодня столько же, сколько потребление остальных минеральных ресурсов. Удельное суточное потребление в России на душу населения, включающее нужды населения, нерациональное расходование, утечки и т. п. составляет 275-370 л. Для сравнения: в странах Евросоюза потребление воды находится в пределах 150-200 л в сутки на человека. Сюда входят: расход воды для питья и приготовления пищи - 5%, для туалета - 43%, душ и ванная - 34%, мытье посуды - 5%, уборка квартиры - 3%, прочие расходы, включая полив газонов и мытье машины - 5 %.

Задание 4. Продолжите составленный известной общественной организацией Greenpeace список рекомендаций, выполнение которых спо-

способствует экономии воды, а значит сохранению этого ресурса устойчивого развития:

1. Почините или замените все протекающие краны. Неисправный кран за сутки может «накапать» 30-200 литров воды! Старайтесь плотно закрывать кран.

2. При выборе смесителей - отдайте предпочтение рычаговым. Они быстрее смешивают воду, чем смесители с двумя кранами, а значит, меньше уходит воды «впустую», когда вы подбираете оптимальную температуру воды.

3. На время, когда вы чистите зубы, выключайте воду. Чтобы ополоснуть рот, достаточно стакана с водой.

4. Из сливного бачка в унитаз может постоянно течь вода. Из-за подобных протечек теряются десятки литров воды ежедневно. Старайтесь следить за состоянием сантехники в своей квартире и вовремя устранять неисправности.

5.

6.

7.

Задание 5. Ресурсы пресной воды распределены неравномерно, и часто в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью ее не хватает. Недостаток и истощение водных ресурсов, их загрязнение - серьезная экологическая проблема, связанная с рядом причин, главные из которых указаны ниже. Выберите из них те, которые, на ваш взгляд, актуальны для нашего региона. Какие меры могут улучшить ситуацию?

Таблица 13 – Основные проблемы гидросферы и их актуальность для ПФО

Причины истощения и загрязнения пресной воды	Актуальность для При-волжского ФО		Проблема может быть решена на уровне	
	Да	Нет	общегосударствен-ном	региональ-ном

Неравномерное распределение воды во времени и пространстве				
Рост потребления воды				
Потери воды при транспортировке и использовании				
Интенсивный отбор воды из водоисточника				
Разработка месторождений полезных ископаемых. Водоотлив из шахт, штолен				
Урбанизация территорий (жилая застройка, энергетические объекты, свалки отходов)				
Сброс сточных вод				
Сельскохозяйственная деятельность				
Загрязнение атмосферы				

Антропогенное воздействие на гидросферу

Вода - универсальный растворитель, поэтому воды гидросферы можно рассматривать как многокомпонентные растворы разной концентрации. Основными химическими элементами природного происхождения, определяющими состав и свойства природных вод, являются из катионов: кальций, магний, натрий, калий, железо, марганец; из анионов: гидрокарбонаты, карбонаты, хлориды, сульфаты, реже - силикаты, фосфаты.

Деградация природных вод происходит, главным образом, из-за сброса в водоемы недостаточно очищенных или вовсе неочищенных сточных вод. Загрязнение природных сред имеет место также в результате рассеяния химических веществ, поступающих в почву и в атмосферу из твердых бытовых и промышленных отходов, с газовыми выбросами. Все эти вещества в результате миграционных процессов в конечном итоге оказываются в воде. При этом особую опасность представляют те химические соединения, которые трудно подвергаются разложению. Их накопление в воде и почве снижает способность последних к самоочищению, нарушая естественные ценозы микроорганизмов-минерализаторов.

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно типизировать так:

механическое - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;

химическое - наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;

бактериальное и биологическое - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;

радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;

тепловое - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных электростанций.

Часто загрязнение бывает комплексным. Так, к примеру, нагретые сточные воды тепловых электростанций и других производств создают «тепловое загрязнение». Однако оно угрожает довольно серьезными последствиями: в нагретой воде меньше кислорода, резко изменяется термический режим, что отрицательно влияет на флору и фауну водоемов, при этом возникают условия, способствующие массовому развитию в водохранилищах сине-зеленых водорослей - так называемого цветения воды. Выросшие в избытке водоросли погибают и гниют, на это тратится кислород. В водоеме гибнут гидробионты.

Задание 6. Установите соответствие между типами загрязнений и вызывающими их видами воздействий: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите одну или несколько соответствующих позиций из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу 14.

Таблица 14 – Виды загрязнений гидросферы с примерами

Загрязнение	Вид воздействия
1) механическое	а) Сброс в водохранилище теплых сточных вод б) Попадание в ручей снеготалых вод, содержащих пестициды в) Аварийный выброс на химическом ком-
2) химическое	
3) бактериальное и биологическое	
4) радиоактивное	

5) <i>тепловое</i>	бинате г) Падение ступеней ракет в болото д) Строительство дачного поселка на берегу озера е) Взрыв на шахте ж) Авария на нефтепроводе з) Выемка гравия в русле р. Волга и) Недостаточно очищенные сточные воды районной больницы попадают в речку к) Добыча торфа на обширной территории л) На берегу р. Волги устроен временный склад, где хранятся удобрения м) Рядом с колодцем находятся скотный двор, баня и туалет с выгребной ямой н) Свалка твердых отходов устроена в овраге о) Неисправности катеров, лодок, судов речного флота п) Гидроэнергетическое строительство
--------------------	--

Задание 7. Изучите текст, в котором описаны основные водно-экологические проблемы Приволжского региона. Назовите, какие геоэкологические проблемы, связанные с рекой Волгой, характерны для г. Ульяновска.

Общие региональные водно-экологические проблемы Приволжья

1. Недостаточная очистка производственных сточных вод - в крупных городах региона сосредоточены предприятия химического и нефтехимического профиля, металлургии, металлообработки. Перечень загрязняющих веществ, содержащихся в их отходах, огромен. Построенные много лет назад очистные сооружения морально устарели и не могут обеспечить необходимую степень очистки сточных вод. Значительный вклад в загрязнение вносят животноводческие стоки, ливневые сточные воды.

2. Загрязнение водоемов и их берегов твердыми бытовыми отходами. Как следствие - **неблагополучная санитарная обстановка в рекреационных зонах.** Мусор, несанкционированные свалки ТБО повсеместно находятся вблизи населенных пунктов Приволжья на берегах рек и озер,

а в зимнее время - прямо на льду. Во время таяния льда при паводке все отходы попадают в водоемы, и, как следствие, в них снижается качество воды.

3. Массовый вылов рыбы, в том числе и запрещенными способами (использование электроудочек, перегораживание сетями русла рек, использование световых эффектов при рыбалке в ночное время и другие массовые нарушения правил и норм рыболовства). Это ведет к снижению количества рыбы, уменьшению числа крупных взрослых рыб, изменению видового состава гидробионтов.

4. Обмеление рек ведет к снижению запасов питьевой воды, сокращению ареала обитаний, а также мест нереста рыб и гнездования птиц. Причинами обмеления могут быть вырубка лесов в верховьях водоразделов рек, заиливание, осушение болот, выемка гравия со дна и др.

5. Заиливание водоемов вызывает обмеление рек, сокращение ареала обитания рыб, водоплавающих птиц. Причина - повышение температуры воды из-за сброса теплых вод, эвтрофикация. Большая продолжительность ледостава способствует плохому насыщению воды кислородом и заморам рыбы.

6. Застройка берегов рек, вырубка леса по берегам рек влечет разрушение берегов рек, часть грунта осыпается, попадает в водоемы. Вырубка леса по берегам, ускоряет процесс обмеления рек, ведет к сокращению ареала обитания водных и околоводных животных. Снеготаяние на «голых» берегах происходит быстро, что способствует наводнениям и сильной береговой эрозии.

7. Химическое загрязнение водных объектов пестицидами, удобрениями. На территории водосбора и даже на берегах рек и озер до сих пор есть места складирования опасных и вредных химических препаратов - удобрений, средств защиты растений (например, ДДТ), которые через почвенные и грунтовые воды попадают в водоемы и оказывают серьезное негативное воздействие на водных обитателей, накапливаясь и распространяясь по пищевым цепям.

8. Загрязнение нефтепродуктами при эксплуатации водного транспорта, при нефтедобыче и транспортировке. Отходы горюче-смазочных материалов катеров, моторных лодок и других транспортных средств - подсланьевые воды, относящиеся к 3 классу токсичных веществ, подлежат сбору и детоксикации, однако большинство владельцев и арендаторов судов сбрасывают их в реки и озера. Нефтедобыча, складирование и транспортировка нефти сопровождаются проливами нефти.

9. Нехватка доброкачественной питьевой воды вследствие сильного химического и бактериального загрязнения поверхностных и грунтовых вод, в то время как подземные воды имеют повышенное содержание железа, марганца, солей жесткости.

10. Радиационная безопасность водопользования связана с атмосферными выпадениями после аварии на Чернобыльской АЭС.

11. Отсутствие сооружений для сбора и очистки сточных вод в малых населенных пунктах. Практически повсеместно в сельской местности и в рабочих поселках не обеспечивается необходимая степень очистки хозяйственно-бытовых стоков.

12. Потеря водоохраных свойств водоохраными зонами (прибрежными участками суши). Повсеместно нарушается особый режим водопользования в водоохраных зонах рек, закрепленный Водным кодексом РФ и другими правовыми документами. Неэффективность траты финансовых средств на очистку берегов.

13. Низкая экологическая культура населения, незнание и игнорирование законов экологии. По-видимому, следует эту проблему считать самой главной и самой трудно решаемой.

Вся вода гидросферы непрерывно совершает круговорот, при этом происходит изменение ее состава, агрегатного состояния и свойств, самоочищение. Рост численности населения, развитие производственной деятельности для удовлетворения его растущих потребностей изменяют сложившиеся за миллионы лет естественные равновесия в гидросфере.

В настоящее время известны более 2000 веществ, загрязняющих водоемы. Все они попадают в воду в результате человеческой деятельности. К наиболее вредным и широкомасштабным химическим загрязнителям относятся нефть и нефтепродукты. Ежегодно в океан попадает более 16 млн. т нефти. Обеспокоенность общественности нефтяным загрязнением обусловлена неуклонным ростом экономических потерь в рыболовстве, туризме и других сферах деятельности. Только 1 тонна нефти способна покрыть 12 км² поверхности моря. Нефтяная пленка изменяет все физико-химические процессы: повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен, рыба уходит или погибает. Меняются гидробиологические условия в океане, уменьшается первичная продукция океана - фитопланктон, служащий своеобразным пищевым фундаментом всей жизни в океане. Очень ядовиты растворимые компоненты нефти. Они нередко становятся причиной гибели рыбы и морских птиц.

Серьезную угрозу экологической безопасности представляют также поверхностно-активные вещества (в том числе синтетические моющие средства, широко используемые человеком), соли тяжелых металлов (свинца, железа, меди, ртути и др.). Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевым цепям организмам. Вследствие сельскохозяйственной деятельности из почвы в поверхностные и грунтовые воды попадают удобрения, ядохимикаты (пестициды, гербициды). Среди вносимых в реки суши растворимых веществ имеют отрицательное значение и органические остатки. Вынос в гидросферу органического вещества оценивается в 300-380 млн. т/г. Сточные воды, содержащие суспензии органического происхождения или растворенное органическое вещество, пагубно влияет на состояние водоемов. Осаждаясь, суспензии заиливают дно и задерживают развитие или полностью прекращают жизнедеятельность донных микроорганизмов.

Значительных размеров достигает концентрация загрязнений дождевых сточных вод - ливневых и талых. Текущие по улицам дождевые стоки бывают более ядовитыми, чем в сточных трубах промышленных предприятий.

Наиболее опасными загрязнителями являются радиоактивные и биологически активные вещества.

Для оценки степени и характера загрязнения природных вод используют показатели, приведенные в табл. 15. Более подробно о них вы можете узнать из приложений.

Чтобы установить степень загрязнения водоема, оценить возможность использования воды для питьевого водоснабжения или других целей, используется такая количественная характеристика, как ***предельно допустимая концентрация (ПДК)***.

Для каждого загрязнителя воды ПДК устанавливается законодательно такими государственными документами, как ГОСТ или санитарные правила и нормы (СанПиН). Используются и международные стандарты ИСО (ISO).

Таблица 15 – Показатели качества воды

Группа показателей	Характеристика показателей
Физические	Цвет, запах, мутность, прозрачность, температура
Химические	Водородный показатель (рН), содержание растворенного кислорода, биохимическая потребность в кислороде (БПК), окисляемость, содержание азота (аммония, нитратов, нитритов), общее солесодержание, концентрации анионов (хлориды, сульфаты, фосфаты) и катионов
Бактериологические	Бактерии группы кишечной палочки, наличие патогенных микроорганизмов
Гидробиологические	Видовой состав гидробионтов, соотношение сапробных и олигосапробных организмов

Самые строгие ПДК предъявляются к воде рыбохозяйственных водоемов и к воде, предназначенной для хозяйственно-питьевого использования.

ПДК - максимальное количество вредного вещества в единице объема или массы, которое при ежедневном воздействии в течение неограниченного времени не вызывает болезненных изменений в состоянии здоровья человека и не вызывает неблагоприятных наследственных изменений у потомства.

Загрязнение - привнесение в среду или возникновение в ней любых загрязнителей, то есть несвойственных, чужеродных для данной среды веществ.

Человек использует для хозяйственно-бытовых и производственных нужд (включая сельское хозяйство) ту ничтожную часть запасов пресной воды (0,3 %), которая сосредоточена в реках, озерах и подземных месторождениях вод. Традиционно большее применение находили доступные поверхностные и грунтовые воды. Однако к середине XX века экологически благополучные водоемы и водотоки стали редкостью.

Родниковая вода ассоциируется в сознании человека с чистой, экологически безопасной водой. Только незначительная часть населения использовала подземные водоисточники, т.к. их бывает трудно выявить, кроме того, бурение скважин - трудоемкий и дорогостоящий процесс.

Задание 8. Подземные воды считаются наиболее чистыми. Но в настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека многие источники подземной воды также подвергаются истощению.

Объясните, почему поверхностные воды более подвержены загрязнению, чем подземные.

Подземные воды исключительно разнообразны по своему химическому составу. Высокогорные источники обычно дают очень пресную воду с низким содержанием растворенных солей, иногда менее 0,1 г в 1 л, а в одной из скважин в Туркменистане был рассол с минерализацией 547 г/л.

Качество воды большинства водных объектов не отвечает нормативным требованиям. Многолетние наблюдения за динамикой качества поверхност-

ных вод обнаруживают тенденцию увеличения числа створов с высоким уровнем загрязненности (более 10 ПДК) и числа случаев экстремально высокого содержания (свыше 100 ПДК) загрязняющих веществ в водных объектах.

Состояние водных источников и систем централизованного водоснабжения не может гарантировать требуемого качества питьевой воды, а в ряде регионов (некоторые районы Самарской и Оренбургской областей) это состояние достигло опасного уровня для здоровья человека. Службы санитарно-эпидемиологического надзора постоянно отмечают высокое загрязнение поверхностных вод.

Около 1/3 всей массы загрязняющих веществ вносится в водоисточники с поверхностным и ливневым стоком с территорий санитарно неблагоустроенных мест, сельскохозяйственных объектов и угодий, что влияет на сезонное, в период весеннего паводка, ухудшение качества питьевой воды, ежегодно отмечаемое в крупных городах. В связи с этим проводится гиперхлорирование воды, что, однако, небезопасно для здоровья населения в связи с образованием хлорорганических соединений.

Задание 9. Эвтрофирование (эвтрофикация) вод - повышение уровня первичной продуктивности водоемов из-за повышения концентрации в них биогенных веществ (N, P), часто приводит к цветению вод. Известны ли вам случаи эвтрофирования? Приведите пример, используя свои наблюдения или литературные сведения.

Природная вода никогда не бывает идеально чистой. Она всегда содержит растворенные вещества. Компонентами макросостава являются следующие катионы и анионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- . В воде могут присутствовать также NH_4^+ , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mn^{4+} , H_4SiO_4 (SiO_3^{2-} , HSiO_3^-), PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- и другие частицы, но уже в гораздо меньших количествах, если вода не загрязнена. Родниковая, речная, озерная и неглубоко залегающая подземная вода, как правило, содержит менее 1000 мг/л растворенных мине-

ральных солей, что соответствует пресным водам. При более высоком соледержании вода считается минеральной.

Анализ природных вод на содержание загрязняющих веществ проводится в специализированных (аккредитованных) лабораториях, принадлежащих разным ведомствам (Госсанэпиднадзор, Роспотребнадзор, Геомониторинг, природоохранные органы). При этом используют специально разработанные и утвержденные методические указания по определению того или иного вещества (алгоритмы или прописи порядка проведения анализа с указанием измерительных приборов и оборудования). Вывод о качестве воды делается на основании сравнения полученных результатов с нормативными значениями (ПДК).

Так, например, в стандартах качества питьевой воды РФ содержание (С) некоторых ионов и веществ ограничивается следующими значениями: $C(\text{Fe}_{\text{общее}}) = 0,3$ мг/л; $C(\text{NO}_2^-) = 3$ мг/л; $C(\text{NO}_3^-) = 45$ мг/л; $C(\text{SO}_4^{2-}) = 500$ мг/л; $C(\text{NH}_4^+) = 2$ мг/л; $C(\text{Cl}^-) = 350$ мг/л; $C(\text{Al}^{3+}) = 0,5$ мг/л; $\text{pH} = 6-9$; $C(\text{фенола}) = 0,001$ мг/л (см. приложения).

Неблагоприятные последствия для здоровья людей при употреблении недоброкачественной воды обусловлены микробиологическим и химическим загрязнением. Химические поллютанты не вызывают (кроме исключительных случаев катастрофических сбросов) вспышек острых отравлений или заболеваний, как это происходит при микробном загрязнении воды. Однако при длительном использовании воды с повышенными концентрациями некоторых химических элементов, входящих в состав минеральных веществ, и большого ряда органических соединений оказывают неблагоприятный эффект на здоровье. С этим связана необходимость тщательного и постоянного контроля качества воды.

Важным показателем качества воды является рН - активная реакция среды или водородный показатель. Повышенная кислотность водоема приводит к нарушению баланса химических элементов донных отложений, приводит к увеличению содержания в воде подвижного иона алюминия и

уменьшению количества ионов кальция, необходимого для размножения и развития обитателей водоемов. При недостатке кальция разрушается скелет рыб, нарушается образование оболочки икры и т. д. Уменьшение pH нарушает баланс питания, так как необходимые для развития планктона (основы питания особей подводного мира) фосфаты становятся недоступными, соединяясь с алюминием. Гибель водных организмов приводит к развитию гнилостных процессов, осуществляемых анаэробными микроорганизмами. Приводит к накоплению токсичных аммиака, метана, сероводорода и фосфина. В результате этого в водоеме появляется гнилостный запах, происходит разрастание сине-зеленых водорослей, и вода становится непригодной ни для жизни водных организмов, ни для употребления в пищу человеком.

При попадании в организм высоких доз нитратов уже через 4-6 часов возникают симптомы кислородной недостаточности: тошнота, одышка, посинение кожных покровов, боли в сердце и затылке. При переходе всего 6-8 % железа (II) гемоглобина в железо (III) наступает смерть. Особенно чувствительны к наличию нитрат-ионов грудные младенцы.

Большую опасность представляют нитрат- и нитрит-ионы. Под воздействием микробов и окислительной среды желудочно-кишечного тракта происходит их восстановление до нитрозил-иона, окисляющего железо гемоглобина и препятствующего насыщению крови кислородом.

Длительное использование в пищу воды с избыточным содержанием железа приводит к циррозу печени, так как коллоидные частицы гидроксида железа забивают протоки печени.

Задание 10. В таблице 16 приведены результаты химических анализов воды из разных водоисточников (скважин, колодцев, рек). Оцените пригодность указанных преподавателем проб воды для питья на основании сравнения этих результатов и нормативных значений, указанных в приложениях 1,2.

Таблица 16 - Результаты анализа воды в источниках водоснабжения

№	Показатели качества, единицы измерения	Проба 1	Проба 2	Проба 3
1	pH - водородный показатель	7,27	7,6	7,3
2	Мутность, мг/дм ³	4,7	22	2,84
3	Запах, баллы	2	- 1	1
4.	Цветность, градусы	26,5	53	22,0
5	Жесткость общая, ммоль/дм ³	6,93	5,6	21,2
6	Минерализация (сухой остаток), мг/дм	335,6	234,0	740,0
7	Калий + натрий, мг/дм ³	3,8 + 13,9	4,0 + 15,0	3,8 + 13,9
8	Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	0,86	10,2	1,06
9	Аммонийный азот, мг/дм ³	0,658	1,879	0,670
10	Сульфаты, мг/дм ³	Менее 1	126	Менее 1
11	Железо, мг/дм ³	1,08	0,88	0,42
12	Марганец, мг/дм ³	0,15	0,05	0,15
13	Кадмий, мг/дм ³	Менее 0,001	Менее 0,001	Менее 0,001
14	Кремний, мг/дм ³	17,75	9,88	19,25
15	Кальций, мг/дм ³	96,19		90,18
16	Магний, мг/дм ³	25,54		196,46
17	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	450,3	373,2	457,7
18	Карбонаты, мг/дм ³	0		0
19	Цинк, мг/дм ³	<0,0007	< 0,0007	<0,0007
20	Медь, мг/дм ³	<0,0016	2,0	<0,0156
21	Свинец, мг/дм ³	0,0038	0,01	0,0074
22	Алюминий, мг/дм ³	0,072	Менее 0,2	0,072
23	Хлориды, мг/дм ³	2,4	48	3,8
24	Фториды, мг/дм ³	0,093		0,075
25	Общее микробное число	0	100	0

Таблица 17 - Результаты анализа воды в источниках водоснабжения

Показатели качества, единицы измерения	Проба 4	Проба 5	Проба 6
Мутность, мг/дм ³	4,64	3,7	6,4
Цветность, градус	10	10	15
рН, усл.ед.	7,07	6,79	5,4
Магний, мг/дм ³	18,24	18,24	
Кальций, мг/дм ³	80,16	80,16	
Жесткость, ммоль/дм ³	5,5	5,5	8,2
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,6	0,4	1,84
Азот нитритов, мг/дм ³	0,05	0,12	<0,003
Азот нитратов, мг/дм ³	2,46	2,86	<0,44
Сульфаты, мг/дм ³	<2,0	<2,0	30
Хлориды, мг/дм ³	<0,5	<0,5	25
Железо (общ.), мг/дм ³	0,96	1,04	4,0
Марганец, мг/дм ³	0,1	0,15	0,16
Сухой остаток, мг/дм ³	312,0	310,5	380
Кремний, мг/дм ³	17,5	17,2	20
Щелочность, ммоль/дм ³	1,3	5,7	

Таблица 18 - Результаты анализа воды в источниках водоснабжения

№	Показатели качества, единицы измерения	Результаты анализа подземной воды				
		Проба 7	Проба 8	Проба 9	Проба 10	Проба 11
1	Na+K, мг/дм ³	112,88	65,52	5,52	31,5	21,38
2	рН	7,73	7,4	6,6	7,82	7,16
3	Жесткость,	7,8	9,5	7,7	5,5	6,6

№	Показатели качества, единицы измерения	Результаты анализа подземной воды				
		Проба 7	Проба 8	Проба 9	Проба 10	Проба 11
	ммоль/дм ³					
4	Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	4,64	5,60		4,48	3,2
5	Азот аммонийный, мг/дм ⁵	1,06	2,70	0,4	0,37	0,5
6	Азот нитратов, мг/дм ³		Нет	Нет	Нет	Нет
7	Азот нитритов, мг/дм ³		Нет	Нет	Нет	Следы
8	Хлориды, мг/дм ³	45,03	19,50	5,72	3,19	5,67
9	Железо, мг/дм ³	3,5	1,06	2,86	0,32	2,0
10	Марганец, мг/дм ³	0,2	0,11	0,15	0,08	0,18
11	Сухой остаток, мг/дм ³	660	654,20	386,2	400	410
12	Кремний, мг/дм ³	52	46,00	12	40,6	28
13	Сульфаты, мг/дм ³		4,94	Нет	Нет	Нет
14	Кальций, мг/дм ³	126,25	130,26	109,22		102,2
15	Магний, мг/дм ³	18,23	36,45	27,36		18,24
16	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	781,68	701,70	475,95	474,92	451,54

Гидроэнергетика будущего

В настоящее время только треть из 177 крупнейших рек мира сохранила естественное течение и не перегорожена плотинами. Свободно текущие реки необходимы для поддержания баланса процессов и нормального функцио-

нирования ландшафтной оболочки Земли, для сохранения биологического разнообразия.

Строительство плотин для обеспечения развития гидроэнергетики - одна из причин утраты видов растений и животных. В ближайшие 30 лет прогнозируется сокращение пресноводных популяций до 50 %.

В индустриально развитых странах разработаны стандарты и рекомендации в сфере гидростроительства для минимизации ущерба окружающей среде. В последние годы в США ведется активная работа по возвращению рек, перегороженных плотинами, в исходное состояние. Развитие гидроэлектроэнергетики в России привело к серьезной деградации многих равнинных рек, например, в бассейне Волги. Ущерб, обусловленный затоплением плодородных земель и лесов, сокращением рыбных и других биоресурсов превышает выгоду от создания ГЭС. Для развития устойчивой гидроэнергетики в России необходимо использовать наилучшие мировые технологии. В нашей стране и за рубежом есть изобретения безплотинных микроГЭС, генераторы которых работают даже при незначительных скоростях движущейся воды. Устойчивая гидроэнергетика обеспечивает сохранение качества окружающей среды во имя будущих поколений, для этого уменьшает риски и увеличивает эффективность работы существующих ГЭС.

Задание 11. Водные объекты - источники так называемых «экологических услуг» для населения. Это места традиционных видов природопользования, отдыха. Основываясь на собственных наблюдениях и/или информации из научной литературы, изложите свою точку зрения о влиянии плотин на жизнь, природу, экономику, культуру. Чьи интересы затрагивает прежнее и будущее гидростроительство? На основе оценки экономических, экологических и социальных последствий предшествующей деятельности по строительству и эксплуатации плотин в России сформулируйте правила и процедуры принятия решения по строительству гидротехнических объектов.

Задание 12. В связи с изменением климата, что подтверждается уже несколько лет аномально высокими летними температурами во многих стра-

нах, важнейшим фактором выживания становится рациональное использование питьевой воды. Итальянский ученый Пьетро Лауреано, архитектор и эксперт ЮНЕСКО по проблемам борьбы с наступлением пустынь, опубликовал 10 правил обращения с водой в условиях глобального потепления климата на планете.

В этом «декалоге» содержатся рекомендации не применять питьевую воду для нужд сельского хозяйства; разделять при подаче воды в жилища питьевую и техническую воду, не менять многолетних привычек и прекратить рекламу минеральной воды; снабдить здания резервуарами для сбора дождевой воды; применять методы повторного использования воды после очистки; запретить строительство больших плотин; отказаться от применения искусственного снега; ужесточить правила сохранения природных ледников; облегчить путь воды в бассейны рек; научиться использовать в урбанистике пространства крыш и садов.

П. Лауреано считает, что «если бы методам и привычкам в использовании воды, принятым в современной Италии, последовали все жители Земли, то наша планета не смогла бы удовлетворить эти запросы».

Задание 13. Сформулируйте свои собственные 10 правил обращения с водой применительно к Ульяновской области. Что общего и что различного у нас и в Италии?

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы, по вашему мнению, главные причины водно-экологического кризиса? В каких странах уже сейчас запасы пресной воды стали лимитирующим фактором развития не только в экосистемах, но и в социальной сфере и экономике?

2. Основной объем пресной воды сосредоточен:

а) в ледниках; б) во влаге атмосферного воздуха; в) в пресных озерах; г)

в подземных водах.

3. Что означает термин «цветение воды»:

а) период, когда расцветают кувшинки, водяные лилии;

б) зарастание берегов водоема прибрежными растениями, разные сроки цветения которых обеспечивают продолжительный период красивого оформления береговой линии;

в) массовое развитие сине-зеленых водорослей из-за избытка азота и фосфора, поступающего в водоем со сточными водами.

4. В газете опубликована статья «Босфор без воды», суть которой в следующем. В некоторых регионах чистая вода - уже проблема. Реки Тигр и Евфрат берут начало в Турции, а до Сирии их воды доходят загрязненными и оскудевшими. Разгорается конфликт: арабы считают, что попали в зависимость от турецкой воды и предлагают рассматривать реки Тигр и Евфрат как международное достояние.

За последнее десятилетие в мире наполовину уменьшились запасы чистой пресной воды. Ожидается, что скоро температура воды повысится еще на 4°C, а через 200 лет побережье превратится в Сахару. В Турции написан двухметровый холст с высохшим Мраморным морем. Изображенные на нем дети просят воды, пусты пляжи Анталии.

Изложите свои мысли по поводу поднятой автором проблемы. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии и, опираясь на факты общественной жизни, науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

5. Что сохраняет устойчивые диапазоны температур на нашей планете? Жизнь. Это зеленые растения, превращающие углекислый газ в органические вещества, а также триллионы и триллионы мельчайших морских организмов (фораминиферы, кокколиты, известковые водоросли). Они захватывают углерод из CO_2 , растворенного в воде, и используют его, наряду с другими веществами, для построения своих раковин. Погибая, эти морские организмы попадают на дно, где спрессовываются в известняк CaCO_3 . В осадочных породах на Земле в связанном виде удерживается примерно в 20 000 раз больше углерода, чем содержится в атмосфере.

Как связаны повышение средней температуры Земли, круговорот углерода и процессы, протекающие в гидросфере?

б. Какие из приведенных ниже утверждений являются, по вашему мнению, ложными, а какие - истинными:

а) при стирке белья полоскать лучше в проточной воде;

б) использование посудомоечных машин - хоть и более дорогой, но эффективный способ экономии воды и электроэнергии при мытье большого количества посуды;

в) при использовании рычаговых смесителей меньше воды уходит «впустую» при подборе оптимальной температуры воды;

г) избежать больших потерь воды можно, если принимать ванну, а не душ.

7. Существует проблема защиты гидросферы от воды, сливаемой системами охлаждения кораблей. Утечка даже одного литра нефтепродуктов в водный бассейн наказывается большим штрафом. В то же время ежедневно на каждом судне накапливается до трех тонн воды, от которой надо избавляться. Концентрация нефти в воде, которую сбрасывают в открытый океан, не должна превышать 100 мг/л. Если же море закрытое, к примеру, Балтийское или Средиземное, то предельное количество не больше 15 мг/л, а в Финском заливе сброс нефтепродуктов вообще запрещен. Как предотвратить попадание следов нефти в море (как их удалить из сливной воды)?

8. Одна из развивающихся стран ввозила из индустриальных держав на свою территорию для захоронения радиоактивные отходы, которые сбрасывали в контейнерах в океан. Независимые эксперты установили, что такой способ захоронения вскоре приведет к радиоактивному загрязнению существенной части Мирового океана. В рамках каких из глобальных проблем современности можно рассматривать эти события? Аргументируйте свой ответ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПОЧВ. ПОЧВА - ГЛАВНЫЙ РЕСУРС АГ- РОЭКОСИСТЕМ

Возникновением и гибелью народов управляет один и тот же закон - закон природы. Отнятие у стран условий, определяющих плодородие, приводит к краху, поддержание же этих условий обеспечивает странам длительное существование, богатство и могущество.

Ю. Либих

Постановка проблемы

Почва - основной источник плодородия. Площадь почвенных ресурсов составляет 129 млн. км², или 86,5% площади суши. Однако каждый год на Земле теряется около 0,7% потенциальной пашни. На 1/3 пахотных территорий планеты почвы разрушаются быстрее, чем восстанавливаются, ведь для восстановления всего 1 см слоя почвы требуется 250-300 лет. В реки, озера, океаны смывается ежегодно столько почвы, что если бы ею загрузить вагоны товарного поезда, то он опоясал бы земной шар 150 раз.

Почвоведение как наука зародилось в России. Выдающиеся русские почвоведы: П.А. Костычев, К.Д. Глинка, Н.М. Сибирцев, П.С. Коссович, К.К. Гедройц, В.Р. Вильяме, Б.Б. Польшов, В.В. Докучаев и многие, многие другие.

Выдающийся русский ученый-почвовед В.В. Докучаев выделил важнейшие факторы, определяющие формирование почвы: $P=f(K, O, G, R) T$, где P - почва, K - климат, O - организмы, G - горные породы, R - рельеф, T - время. Позднее к этим факторам добавился еще один - хозяйственная деятельность человека.

Цель: углубление знаний о почве как плодородном слое Земли, ее экологической роли, выявление результатов антропогенного воздействия на почвы.

Глоссарий: почва, биогеохимические циклы, гумус, гумификация, почвенный горизонт, земельные ресурсы, эрозия почвы (ветровая, водная, механическая, строительная), плодородие, агроэкосистема, земледелие, опустынивание, деградация почвы, удобрение, пестицид, микроорганизмы, сельскохозяйственное загрязнение, зеленые революции (первая, вторая).

Задание 1. Определите понятия глоссария, перечисленные выше, используя доступные информационные ресурсы.

Почва - это рыхлый поверхностный слой земной коры, образовавшийся в результате совместного действия на горные породы воды, воздуха и различных организмов (живых или мертвых). Почва отличается от других похожих на нее глинистых и песчаных образований тем, что обладает плодородием.

Почва состоит из хорошо выраженных слоев, называемых почвенными горизонтами (см. рис. 18).

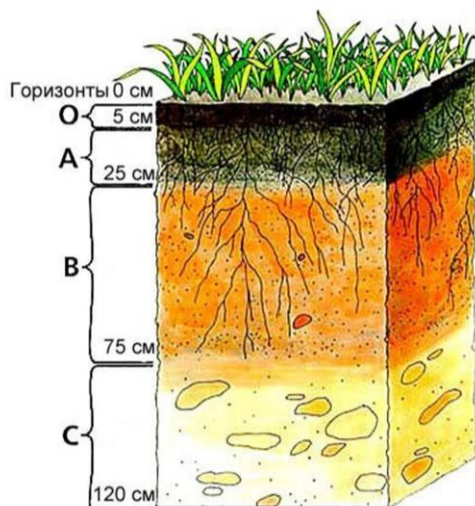


Рисунок 18 – Строение почвенного профиля

Верхний, гумусовый горизонт *A* населен растениями, животными, микроорганизмами (живыми и мертвыми). Мертвые органические остатки подвергаются гумификации - благодаря микроорганизмам (бактериям, гри-

бам, простейшим) превращаются в высокомолекулярные гуминовые соединения - мелкодисперсный органический материал. Подслои горизонта **A**: A_0 - подстилка, A_1 - собственно гумусовый, A_2 - выщелоченная светлоокрашенная почва. В следующем горизонте **B** содержатся, в основном, минеральные вещества, а органические переработаны редуцентами и перемешаны с мелкозернистой материнской породой. Материнская порода образует горизонт **C**. Почвенный профиль - последовательность почвенных горизонтов. Параметры горизонтов и профиля варьируются в зависимости от многих факторов.

Экологическая чистая почва густо населена живыми организмами - микробами, насекомыми, червями, грызунами-землероями и т. д. В средней полосе России на 1 га поверхности почвы приходится 12,5-2000 млн. разных беспозвоночных животных, а в 1 г почвы живет до 10 млрд. микроорганизмов.

Задание 2. Почему В.И. Вернадский назвал почву биокосным веществом? Можно ли сказать, что почва является также и биогенным веществом? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Охарактеризуйте роль в процессе почвообразования следующих факторов: 1) климат (температура, ветер, количество влаги); 2) рельеф, 3) обилие органических остатков, 4) разнообразие и количество живых организмов, обитающих в почве (эдафобионтов); 5) свойства материнской породы; 6) время; 7) агротехнические мероприятия (вспашка, внесение пестицидов и т. д.).

Обсудите в группевопрос о том, как организмы влияют на состав и плодородие почв. Опишите ситуацию, при которой среди факторов почвообразования будут исключены организмы. Как это повлияет на плодородие почв?

Задание 4. Рассмотрите рис. 18 и 19 и ответьте, как педосфера (почвенная оболочка) связана с гидросферой, атмосферой, литосферой, биосферой.

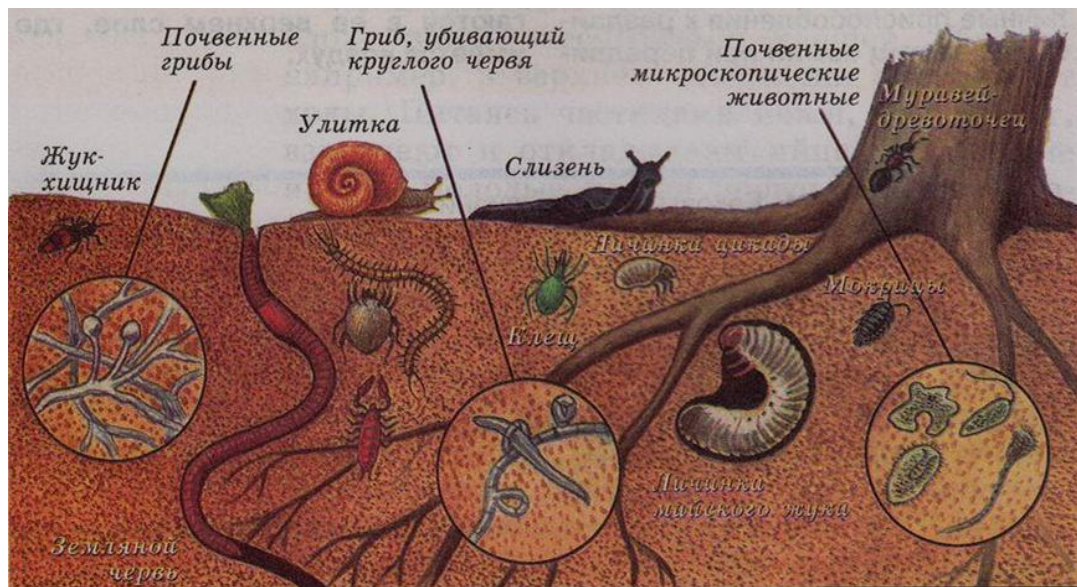


Рисунок 19 - Организмы, жизнь которых полностью зависит от эдафических факторов (по Е.А. Криксунову, В.В. Пасечнику)

Почвоведение, созданное Василием Васильевичем Докучаевым, стало первой наукой, изучавшей не организмы сами по себе, а всю область взаимодействия между живой и неживой природой. До работ Докучаева не существовало отдельной самостоятельной науки «почвоведение», не было и научного определения «почва». Агрономы считали почвой пахотный слой культурных полей; геологи - измененные выветриванием коренные породы, наносы и осадки, даже осадки морских солей в озерах.

Почва состоит из частиц различной величины и химической природы, которые называются «механическими элементами». Различают три типа механических элементов:

- **минеральные** (песок, глина, мрамор, гранит и т. д., образуются за счет выветривания горных пород и их разрыхления водой и льдом);
- **органические** - это гумус и негуминовая часть. Гумус - комплекс темно-окрашенных высокомолекулярных органических соединений почвы, содержащий гуминовые кислоты и фульвокислоты. Образуется при разложении и гумификации органических остатков растений, животных и микроорганизмов. Количество его невелико, обычно на штык лопаты. Гумус служит источником азота, фосфора, серы, микроэлементов для растений,

повышает фильтруемость, обменную емкость, водо- и воздухопроницаемость;

- **органо-минеральные** - смесь механических элементов.

Химический состав почв: кислород (49%), кремний (33%), железо (около 4%), алюминий (около 7%), углерод (около 2%), азот (около 0,7%), щелочные и щелочноземельные металлы: кальций, магний, натрий, калий.

Слагаемые почвообразовательного процесса: создание органического вещества и его разложение, создание органо-минеральных соединений и их разрушение, аккумуляция и вынос органических, неорганических веществ, поступление влаги в почву.

Слой гумуса 20-25 см образуется за 2000-7000 лет, но за счет антропогенного влияния он легко уменьшается.

Задание 5. В природе происходит закономерный круговорот химических элементов:

Почва - растения (животные - микроорганизмы) - почва.

Этот круговорот называют малым или биологическим. Опишите его более детально, используя свои знания о продуцентах, консументах, редуцентах.

Почему почву называют редуцентным звеном биосферы?



Рисунок 20 - В.В. Докучаев (1846-1903) - основоположник современного почвоведения

Задание 6. Весной и осенью часто пускают палы, поджигая сухую траву. Многие считают, что это ускорит рост молодых побегов, удобрит почву золой, уничтожит вредных насекомых. Как в действительности повлияет огонь на подстилку, гумус, влагозадержание, состояние наземных частей растений, полезных насекомых? Оцените вред и пользу от «мини-пожара».

Задание 7. Сравните понятия (что в них общего, чем различаются и как соотносятся): литосфера, земля, почва.

Задание 8. В городских парках, на улицах осенью накапливается огромное количество листьев. При их сжигании загрязняется воздух, вывоз автомобилями на загородные свалки требует больших материальных затрат. Можно ли иначе решить проблему уличного смета? Предложите несколько способов, включая такой, когда листовый опад превращается в гумус.

Задание 9. Проанализируйте совокупность факторов, которые губительны для почвы и ее плодородия: эрозия, выпас скота, вырубка леса, неправильное обращение (применение удобрений и пестицидов, мелиорация).

Эрозия - процессы разрушения и выноса почвенного покрова потоками воды и ветра. Естественная эрозия - часть процесса эволюции. Ускоренная (разрушительная) протекает в результате деятельности человека. В отличие от первой, она не компенсируется почвообразованием.

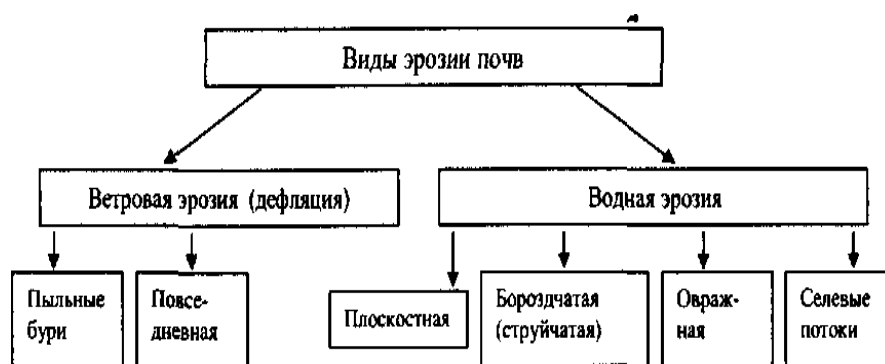


Рисунок 20 - Основные виды эрозии почв

Задание 10. Проанализируйте схему, отображающую виды эрозии почв. Какие причины их вызывают?

Задание 11. Какие из почв (табл. 19) наиболее распространены в Среднем Поволжье?

Изучите характеристики типов почв Ульяновской области (табл. 20). Как они связаны с географическим расположением и климатическими условиями территории?

Таблица 19 - Основные типы почв

Типы почв	Краткая характеристика
Черноземы	Самые плодородные почвы, сформированные под степной растительностью
Подзолистые	Почвы таежных (хвойных, хвойно-лиственных) лесов
Серые лесные	Почвы широколиственных лесов с травянистым покровом
Каштановые	Почвы полупустынь
Солонцы	Почвы, насыщенные солями натрия, иногда магния
Красноземы	Почвы субтропических территорий
Латеритные	Почвы тропических территорий
Луговые	Почвы в поймах рек
Тундровые	Почвы тундровой зоны, сформированные в условиях переувлажнения и низких температур
Городские (урбаноземы)	Почвы, сформированные под влиянием естественных и антропогенных условий

Таблица 20 - Характеристика типов почв Ульяновской области

Почвы	Механический состав, характеристика	Содержание гумуса в % (по углероду)	Мощность гумусового слоя, см
Подзолистые	Пески, суглинки под еловыми, сосновыми лесами; имеют повышенную кислотность, низкое плодородие	1-3	5-12
Дерново-подзолистые	Лессовидные суглинки под покровом леса с густым травостоем; кислые; невысокое плодородие	3-4	10-25
Болотно-подзолистые, дерново-глеевые, болотные	Суглинистые, супесчанно-песчаные под сосняками, заболоченными мелколиственными лесами; не пригодны для земледелия без специальной подготовки	Для торфяно-перегнойных почв 17-30	До 50
Пойменные перегнойные дерново-глеевые	Распространены в пойме р. Волга и притоков; включают песок и плодородный ил; используют как луга, для выра-	4-12	Для погребенных почв - до 200

Почвы	Механический состав, характеристика	Содержание гумуса в % (по углероду)	Мощность гумусового слоя, см
	щивания картофеля, капусты		
Серые лесные	Суглинки, глины под покровом лесов с разнотравным, злаковым покровом; слабокислые, пригодны для земледелия	4-5	До 35
Чернозем	Комковато-зернистая структура; нейтральная реакция; самые плодородные	6,5-8	40-50

Окраска почвы - доступный для наблюдения морфологический признак, широко используемый в почвоведении для присвоения почвам названий (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и т. д.). Цвет почвы зависит от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Для окраски почв наиболее важны три группы веществ. Гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску; соединения железа (III) - красную, оранжевую, желтую; соединения железа (II) - сизую и голубоватую. Кремнезем, карбонат кальция, каолинит, гипс и другие легкорастворимые соли - белую и белесую окраску. При разном сочетании этих групп веществ получается большое разнообразие почвенных цветов и оттенков (например, серо-бурая, красновато-коричневая и т. д.).

Задание 12. Попробуйте по окраске почвы приблизительно оценить содержание перегноя (гумуса) в предложенном преподавателем образце, пользуясь рис. 21 и табл. 21.

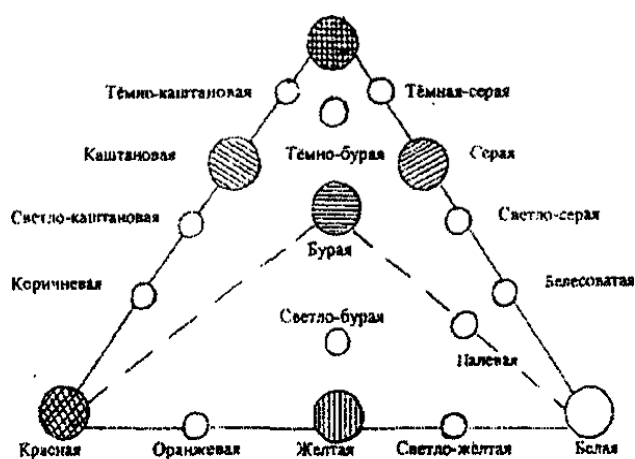


Рисунок 21 – Треугольник почвенных окрасок (по С.А. Захарову)

Таблица 21 - Приблизительная оценка содержания перегноя в почве по окраске

Окраска почвы	Содержание перегноя, %	Окраска почвы	Содержание перегноя, %
Очень черная	5-10	Серая	2-4
Черная	7-10	Светло-серая	1-2
Темно-серая	4-7	Белесая	0,5-1

Важность охраны почвенного покрова

Охрана почв от загрязнений - важнейшая задача, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека.

Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязнений в открытые водоёмы и грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд.

Во-вторых, эти загрязнения из почвенной влаги, грунтовых вод и открытых водоёмов попадают в организмы животных и растений, употребляющих эту воду, а затем по пищевым цепочкам попадают в организм человека.

В-третьих, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность накапливаться в тканях и, прежде всего, в костях.

По некоторым оценкам, в биосферу поступает ежегодно около 20-30 млрд. т твёрдых отходов, из них 50-60% органических соединений, а в виде кислотных агентов газового или аэрозольного характера - около 1 млрд. т.

Задание 13. По Б.Г. Розанову, опустынивание - это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. Обоснуйте, почему опустынивание является одной из глобальных экологических проблем. Для этого рассмотрите его как совокупность исторического, социального, экономического и природного процессов.

Задание 14. Прокомментируйте выражение эколога Ли Талбота «Мы не унаследовали землю у своих родителей. Мы взяли ее в займы у своих детей».

Вопросы для самоконтроля:

1. Из предложенного списка выпишите те экологические факторы, которые относятся к эдафическим: влажность, освещенность, температура, давление, структура, активная реакция среды (рН), засоленность.

2. Что такое деградация почв и каковы ее причины?

3. Разрушение и снос верхних, наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром или потоками воды, называется...

4. Прочтите текст Приложения «Загрязнение почв». Какие отходы представляют наибольшую опасность для почв? Почему? Дайте мотивированный ответ.

5. Какие мероприятия, служащие для борьбы с эрозией почв, относятся к:

1) агротехническим; 2) землеустроительным; 3) лесомелиоративным; 4) гидротехническим:

а) организация севооборотов и системы обработки почв;

- б) борьба с засолением, заболачиванием;
- в) рекультивация нарушенного почвенного покрова;
- г) предотвращение необоснованного изъятия земель из сельскохозяйственного оборота;
- д) чередование прямолинейных контуров полей с лесными полосами;
- е) сооружение террас, водотоков, лотков;
- ж) облесение оврагов;
- з) бесплужные системы обработки почв (применение культиваторов, плоскорезов и т.п.);
- и) устройство валов, каналов, канав.

6. При каком показателе рН почва становится практически бесплодной? Варианты ответов:

- а) рН = 3; б) рН = 5,6; в) рН = 7; г) рН = 8,5.

7. Зимой в гололед дороги посыпают смесью соли с песком. Часть соли позднее впитывается в асфальт, попадает на газоны. Снег с дорог убирают и вывозят на специальные полигоны (снегоотвалы). Часть соли оказывается за городом. Предложите альтернативные, экологически чистые, варианты противогололедных мероприятий.

8. Утилизация отходов - важнейшая экологическая проблема. При ее решении и сырье можно сэкономить, и площади свалок, занимающих большие территории и являющихся источником загрязнения, уменьшить. Предложите свои варианты утилизации:

- а) бумаги и картона;
- б) пластмассовых изделий (пластиковых бутылок, негодных авто-ручек, одноразовой посуды и т.п.);
- в) испорченных продуктов питания (гнилых овощей и фруктов, полуфабрикатов с истекшим сроком годности и т. п.). Приветствуются нестандартные решения.

9. Основоположник научного почвоведения В.В. Докучаев в 1892 г. в книге «Наши степи прежде и теперь» писал: «Огромная часть (во многих местах вся) степи лишилась своего естественного покрова - степной, девственной, обыкновенно очень густой растительности и дерна, задерживавших массу снега и воды, и прикрывавших почву от морозов и ветров, а пашни, уничтожив свойственную чернозему наиболее благоприятную для удерживания почвенной влаги, зернистую структуру, сделали его легким достоянием ветра и смывающей деятельности всевозможных вод. Эти обстоятельства повлекли усиленное испарение степных вод, уменьшение количества почвенной влаги и понижение уровня грунтовых вод, сокращение летнего запаса воды как в реках, так и на степных водоразделах, энергичный, все более усиливающийся смыв черноземов и загромождение речных русел, озер и западин наносами, усиление вредного действия ветров в связи с общей деградацией почвенно-растительного покрова степи. Общим и неизбежным результатом этого явились суровые зимы и знойные сухие ветра на юге России». В какой степени описанные нарушения степных ландшафтов применимы к ситуации в России в начале XXI века? На основе литературы, предложенной преподавателем, дайте оценку современному состоянию почв в Ульяновской области, республике Татарстан, Самарской области, республике Мордовии, республике Чувашии, Саратовской или Пензенской областях (по выбору).

Приложения

Приложение 1

БИОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ АТОМОВ

Вещество в биосфере находится в состоянии непрерывного обновления с помощью биогенной миграции атомов в биогеохимических циклах отдельных химических элементов.

Биогеохимические циклы - это перемещение и превращение химических элементов в биосфере при участии живого вещества.

Биогенная миграция атомов - это перемещение атомов вещества при участии живого вещества.

Биогенная миграция атомов подчиняется **трем принципам** Вернадского:

1. Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному проявлению.
2. Эволюция видов, приводящая к появлению устойчивых форм жизни, всегда идет в направлении усиления биогенной миграции атомов.
3. Живое вещество биосферы находится в непрерывном химическом обмене с космосом и создается и поддерживается энергией Солнца.

Нарушение любого из трех принципов Вернадского ведет к неустойчивости и исчезновению жизни. Например, нарушение третьего принципа - изоляция от Солнца - ведет к исчезновению жизни в глубинах океана или под землей.

Круговорот веществ поддерживается непрерывно благодаря солнечной энергии, поступающей в биосферу Земли из космоса. Например, весь кислород атмосферы оборачивается через живое вещество за 2 тыс. лет, углекислый газ - за 200-300 лет, а вся вода биосферы - за 2 млн. лет. Неполная замкнутость биогеохимических циклов приводит к тому, что в атмосфере накапливаются азот и кислород, а в земной коре - различные химические элементы и соединения.

Какое значение имеют в биогеохимических циклах разные формы жизни? Клеточные формы жизни, такие как бактерии, являются автотрофами в своем большинстве и накапливают азот. Бактерии - гетеротрофы разлагают отмершие организмы и возвращают химические элементы в окружающую среду. Клеточные организмы, например растения, являются автотрофами и синтезируют с помощью фотосинтеза органическое вещество (углеводы) из неорганического: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$. Многоклеточные животные - гетеротрофы переносят органическое вещество в биосфере на большие расстояния. Таким образом, различные живые организмы участвуют в биогеохимических циклах кругооборота вещества в биосфере.

Основными биогеохимическими циклами являются циклы С, О, N, H, P, S и биогенных катионов. Важными являются круговороты воды, углекислого газа, кислорода. Следует отметить особенности биогенной миграции атомов, наиболее распространенных во Вселенной и важных для жизнедеятельности живых организмов:

Углерод С: оборачивается посредством дыхания животных и фотосинтеза растений в составе CO_2 и углеводов. Цикл незамкнут, разложение CO_2 приводит к образованию С и оседанию атомов в океане или почве. Оттуда после окисления до CO_2 возвращается в атмосферу. Участие человека нарушает естественный цикл, при сжигании топлива и увеличении транспортного потока в мегаполисах образуется избыток окислов углерода в атмосфере. Это приводит к появлению парникового эффекта и изменению климата;

Кислород О: в биосфере существует в виде озона O_3 , молекулярного O_2 и атомарного О кислорода. Цикл незамкнут, озон, молекулярный и атомарный кислород накапливаются в основном в атмосфере. Вмешательство человека (транспортная проблема и сжигание топлива) в естественный природный цикл приводит к недостатку молекулярного кислорода в атмосфере больших городов и нарушению озонового слоя (озоновые дыры);

Азот N: является основной составляющей атмосферы. Фиксируется бактериями почвы, затем поступает в растения в виде нитратов и нитритов.

Преобразуется в аммоний при помощи фотосинтеза. Цикл незамкнут, азот накапливается в почве и в атмосфере. Сельскохозяйственная деятельность человека нарушает естественный цикл и приводит к перенасыщению почвы азотом;

Водород H: атом входит в состав воды и в свободном виде в природе практически не встречается. Поскольку круговорот воды является глобальным и происходит в основном без участия человека (осадки (конденсация), ветер, испарение), биогеохимический круговорот не нарушается;

Фосфор P: особенность биогенной миграции фосфора состоит в том, что он в атомарном состоянии накапливается главным образом в морепродуктах. Накапливается также в почве (апатиты). Внесение сельскохозяйственных удобрений нарушает естественный цикл и приводит к избыточной концентрации фосфора в почве.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВОДЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ, ОБОБЩЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ, НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ПОКАЗАТЕЛИ РАДИОАКТИВНОСТИ)

Показатели качества воды	Единицы измерения	СССР СанПиН 4630-88	РФ СанПиН 2.1.4. 1074-01	ЕС Директива Совета ЕС 98/83 от 03.11.98	ВОЗ Нормативы для питье- вой воды
Органолептические показатели					
Запах	Балл	≤1	≤2	-	-
Вкус	Балл	-	≤2	-	-
Цветность	Градус	Менее 20 см	20	20	15
Мутность	мг/дм ³	-	1,5(2)	4	5
Обобщенные показатели					
Водородный показатель рН	Единицы рН	6,5-8,5	6,0-9,0	6,5-8,5	6,5-8,5
Общая минерализация (сухой остаток), соответствует содержанию солей	мг/дм ³	1000(1500)	1000	1500	1000
Жесткость общая	ммоль/дм ³	-	7,0(10,0)	1,2	-
Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	-	5,0	5,0	-
Щелочность	мг/дм ³	-	-	30,0	-
Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм ³	-	0,1	-	-
Фенольный индекс	мг/дм ³	-	0,25	-	-
Неорганические вещества					
Аммонийный азот	мг/дм ³	-	2	-	-
Алюминий (Al ³⁺)	мг/дм ³	0,5	0,5	0,2	0,2
Барий	мг/дм ³	0,1	0,1	0,1	0,7
Бериллий	мг/дм ³	0,0002	0,0002	-	-
Бор	мг/дм ³	0,5	0,5	1,0	0,3
Ванадий	мг/дм ³	0,1	0,1	-	-
Висмут	мг/дм ³	0,1	0,1	-	-
Вольфрам	мг/дм ³	0,05	0,05	-	-
Железо	мг/дм ³	0,3	0,3	0,2	0,3
Кадмий	мг/дм ³	0,001	0,001	0,005	0,003

Показатели качества воды	Единицы измерения	СССР СанПиН 4630-88	РФ СанПиН 2.1.4. 1074-01	ЕС Директива Совета ЕС 98/83 от 03.11.98	ВОЗ Нормативы для питье- вой воды
Калий	мг/дм ³	-	-	12,0	-
Кальций	мг/дм ³	-	-	100,0	-
Кобальт	мг/дм ³	0,1	0,1	-	-
Кремний	мг/дм ³	10,0	10,0	-	-
Литий	мг/дм ³	0,03	0,03	-	-
Магний	мг/дм ³	-	-	50,0	-
Марганец	мг/дм ³	0,1	0,1	0,05	0,5(0,1)
Медь	мг/дм ³	1,0	1,0	2,0	2,0(1,0)
Молибден	мг/дм ³	0,25	0,25	-	0,07
Мышьяк	мг/дм ³	0,05	0,05	0,01	0,01
Натрий	мг/дм ³	200	200	200	200
Никель	мг/дм ³	0,1	0,1	0,02	0,02
Нитраты	мг/дм ³	45,0	45,0	50,0	50,0
Нитриты	мг/дм ³	3,3	3,0	0,5	3,0
Ртуть	мг/дм ³	0,0005	0,0005	0,001	0,001
Свинец	мг/дм ³	0,03	0,03	0,01	0,01
Селен	мг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,01
Серебро	мг/дм ³	0,05	0,05	0,01	-
Сероводород (H ₂ S)	мг/дм ³	-	0,03	-	0,05
Стронций (⁸⁸ Sr ⁺² и другие стабильные изотопы)	мг/дм ³	7,0	7,0	-	-
Сульфаты	мг/дм ³	-	500	-	-
Сурьма	мг/дм ³	0,05	0,05	0,006	0,005
Таллий	мг/дм ³	0,0001	0,0001	-	-
Теллур	мг/дм ³	0,01	0,01	-	-
Фториды	мг/дм ³	0,7-1,2	1,5	1,5	1,5
Хлориды	мг/дм ³	-	350	-	-
Хром (Cr ⁺³)	мг/дм ³	0,5	0,5	-	-
Хром (Cr ⁺⁶)	мг/дм ³	0,05	0,05	0,05	0,05
Цианиды (CN ⁻)	мг/дм ³	0,1	0,035	0,05	0,07
Цинк (Zn ⁺²)	мг/дм ³	1,0	5,0	5,0	3,0
Показатели радиоактивности					
Общая а-радиоактивность	Бк/дм ³	-	0,1	-	0,1
Общая Р-радиоактивность	Бк/дм ³	-	1,0	-	1,0

Примечание. *Величина, указанная в скобках, допускается с учетом конкретной ситуации.

Приложение 3

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Показатели качества воды	Единицы измерения	РФ СанПиН 2.1.4. 1074-01	ЕС Директива Совета ЕС 98/83 от 03.11.98	ВОЗ Нормативы для питьевой воды
Микробиологические и паразитологические показатели				
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл воды	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл воды	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50		
Число патогенных микроорганизмов	Кол-во колоний, которые образуют бактерии, в 1 мл	-	Отсутствие	Отсутствие
Колифаги*	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие	-	-
Споры сульфитредуцирующих клостридий**	Число спор в 20 мл	Отсутствие	< 1 в 100 дм ³	
Цисты лямблий*	Число цист в 50 л	Отсутствие		
Число патогенных кишечных простейших (кроме цист лямблий, криптоспоридий и др.)	Кол-во колоний, которые образуют бактерии, в 25 л	Отсутствие	-	-
Число кишечных гельминтов (яиц и личинок)	Кол-во колоний, которые образуют бактерии, в 25 л	Отсутствие	-	-

Примечания:

*Определение проводится только в системах водоснабжения из поверхностных источников перед подачей воды в распределительную сеть.

**Определение проводится при оценке эффективности технологии обработки воды.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ

Пути попадания загрязнений в почву

По источнику поступления загрязнений в почву можно выделить следующие группы:

1) Загрязнения из атмосферных осадков. Многие химические соединения, попадающие в атмосферу в результате работы предприятий, затем растворяются в капельках атмосферной влаги и с осадками выпадают в почву. Это, в основном, газы - оксиды серы, азота и др. Большинство из них не просто растворяются, а образуют химические соединения с водой, имеющие кислотный характер. Таким образом и образуются кислотные дожди.

2) Загрязнения, осаждающиеся в виде пыли и аэрозолей. Твёрдые и жидкие вещества при сухой погоде обычно оседают непосредственно в виде пыли и аэрозолей. Такие загрязнения можно наблюдать визуально (например, вокруг автомобильных дорог, котельных, металлургических заводов зимой снег чернеет, покрываясь частицами сажи, металлов, минералов).

3) Непосредственное поглощение почвой химических соединений. В сухую погоду газы могут непосредственно поглощаться почвой, особенно влажной. Почва обладает хорошими адсорбционными свойствами по отношению к тяжелым металлам, многим органическим веществам, радионуклидам.

4) Привнесение в почву загрязнителей вместе с растительным опадом. Многие токсичные соединения, в любом агрегатном состоянии, поглощаются листьями через устьица или оседают на поверхности. Затем, когда листья опадают, все эти соединения поступают сначала в верхние, а затем и в более глубокие слои почв.

Классификация почвенных загрязнений

В наиболее общем виде загрязнители почв можно сгруппировать следующим образом:

1) Комплексное загрязнение, источником которого являются свалки мусора, отвалы, отстойники. Так попадают в почву твёрдые или жидкие вещества, не представляющие большую угрозу здоровью человека, но засоряющие поверхность почвы, затрудняющие рост растений на этой площади.

2) Загрязнение тяжёлыми металлами (из сточных вод, хвостохранилищ, газовых выбросов промышленности и автомобильного транспорта и т. д.). Этот вид загрязнений уже представляет значительную опасность для живых организмов, человека, так как тяжёлые металлы нередко обладают высокой токсичностью и способностью к кумуляции в организме. Наиболее распространённое автомобильное топливо - бензин - содержит очень ядовитое соединение - тетраэтилсвинец, из которого свинец попадает в почву. Из других тяжёлых металлов, соединения которых загрязняют почву, чаще всего встречаются Cd (кадмий), Cu (медь), Cr (хром), Ni (никель), Co (кобальт), Hg (ртуть), As (мышьяк), Mn (марганец).

3) Загрязнение пестицидами. Эти химические препараты в настоящее время широко используются в качестве средств борьбы с вредителями культурных растений и поэтому могут накапливаться в почве в значительных количествах. Они опасны для любых живых клеток. Именно по этой причине более 20 лет назад был запрещён для использования препарат ДДТ (дихлор-дифенил-трихлор-метилметан), который не только является высокотоксичным соединением, но и он обладает значительной химической стойкостью. ДДТ не разлагается в природной среде в течение десятков лет. Следы ДДТ были обнаружены исследователями даже в Антарктиде! Пестициды губительно действуют на почвенную микрофлору: бактерии, актиномицеты, грибы, водоросли.

4) Загрязнение микотоксинами. Данные загрязнения не являются антропогенными, потому что они выделяются некоторыми грибами, однако, по своей опасности для организма они стоят в одном ряду с перечисленными в пункте 2 загрязнениями почвы.

5) Загрязнение радиоактивными веществами. Радионуклиды стоят несколько обособленно по своей опасности. По своим химическим свойствам они практически не отличаются от аналогичных нерадиоактивных элементов и легко проникают во все живые организмы, встраиваясь в пищевые цепочки. Из радиоактивных изотопов можно отметить в качестве примера один наиболее опасный - ^{90}Sr (стронций-90). Данный радиоактивный изотоп имеет высокий выход при ядерном делении (2-8%), большой период полураспада (28,4 года), химическое сродство с кальцием (а, значит, способность откладываться в костных тканях животных и человека), относительно высокую подвижность в почве. Совокупность вышеназванных качеств делают его весьма опасным радионуклидом. Также опасными радиоактивными изотопами являются ^{137}Cs (цезий-137), ^{144}Ce (церий-144) и ^{36}Cl (хлор-36). Хотя существуют природные источники загрязнений радиоактивными соединениями, например, ^{235}U (уран-235), все таки основная масса наиболее активных радиоизотопов с разными периодами полураспада попадает в окружающую среду техногенным путём: в процессе производства и испытаний ядерного оружия, из атомных электростанций, особенно в виде отходов и при авариях, при производстве и использовании приборов, содержащих радиоактивные изотопы и т. д.

Глоссарий

Аалборгская хартия (см. Хартия городов Европы за устойчивое развитие).

Антропосфера (anthroposphere) [греч. anthropos - человек и sphaira - шар] - 1) земная сфера, где постоянно живет и куда временно проникает (с помощью спутников и т. п.) человечество; 2) сфера Земли и ближнего космоса, которая в наибольшей степени прямо или косвенно видоизменена человеком в прошлом и будет еще больше изменена людьми в будущем; 3) используемая людьми часть биосферы.

Биологическое разнообразие. Под охрану будет взято около 1/3 территории каждой страны (в настоящее время ОПТ занимают около 9% территории планеты). Система ОПТ будет организована как экосеть и встроена в социально-экономическое развитие регионов. В ее составе будут заповедники (с полной охраной) и парки с рациональным, в первую очередь рекреационным, использованием. В России доля ОПТ достигла 5,5%, однако за годы реформ при увеличении площади ОПТ уменьшилось их финансирование. После 2000 г. организация новых ОПТ практически прекратилась, ухудшилось управление заповедными территориями. России предстоит активизировать деятельность по сохранению биоразнообразия.

Биосфера (от др.-греч. «биос» - жизнь и «сфера» - сфера, шар) – оболочка Земли, заселенная живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «плёнка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Биосфера - оболочка Земли, заселенная живыми организмами и преобразованная ими. Биосфера начала формироваться не позднее, чем 3,8 млрд. лет назад, когда на нашей планете стали зарождаться первые организмы. Она проникает во всю гидросферу, верхнюю часть литосферы и нижнюю часть атмосферы, то есть населяет экосферу. Биосфера представляет собой совокупность всех живых организмов. В ней обитает более 3 000 000 видов рас-

тений, животных, грибов и бактерий. Человек тоже является частью биосферы, его деятельность превосходит многие природные процессы и, как сказал В. И. Вернадский: «Человек становится могучей геологической силой».

Французский учёный-естествоиспытатель Жан Батист Ламарк в начале XIX в. впервые предложил концепцию биосферы, ещё не введя даже самого термина. Термин «биосфера» был предложен австрийским геологом и палеонтологом Эдвардом Зюссом в 1875 году.

Целостное учение о биосфере создал советский биогеохимик и философ В. И. Вернадский. Он впервые отвёл живым организмам роль главной преобразующей силы планеты Земля, учитывая их деятельность не только в настоящее время, но и в прошлом.

Существует и другое, более широкое определение: Биосфера - область распространения жизни на космическом теле. При том, что существование жизни на других космических объектах, помимо Земли пока неизвестно, считается, что биосфера может распространяться на них в более скрытых областях, например, в литосферных полостях или в подлёдных океанах.

ВМО (Всемирная метеорологическая организация) - учреждена как специализированное учреждение ООН в 1951 г., природоохранные функции которой, прежде всего, связаны с глобальным мониторингом ОС, в том числе: оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ; изучение воздействия на озоновый слой Земли.

ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), созданная в 1946 г., имеет главной целью заботу о здоровье людей, что непосредственно связано с охраной ОС.

Всемирный фонд охраны дикой природы (от англ. WWF World Wide Fund for Nature) - самая многочисленная частная международная экологическая организация, создана в 1961 г., объединяет 27 национальных отделений во всем мире» (Российское представительство было открыто в 1994 г.), а так же около 5 млн. индивидуальных членов. Деятельность фонда заключается в основном в оказании финансовой поддержки природоохранным мероприя-

тиям; в природоохранные проекты России уже вложено более 12 млн. долл. США.

Геноцид. ООН в Конвенции о преступлении геноцида от 9 декабря 1948 г. относит к геноциду “предумышленное создание для какой-либо национальной, этнической, расовой или религиозной группы таких жизненных условий, которые рассчитаны на полное или частичное физическое уничтожение ее (статья II, с); меры, рассчитанные на предотвращение деторождения в среде такой группы (статья II, d)”.

ГРИНПИС (Greenpeace - «Зеленый мир») – независимая международная общественная организация, ставящая своей целью предотвращение деградации окружающей среды, создана в Канаде в 1971 г. Она насчитывает около 1,5 млн. членов, 1/3 которых - американцы. Гринпис имеет статус полноправного члена или официального наблюдателя в ряде международных конвенций по охране ОС; имеет отделения в 32 странах мира, в том числе в России его официальное представительство действует с 1992 г.

Гру Харлем Брундтланд - в 1980-х гг. министр окружающей среды, затем премьер-министр Норвегии, в настоящее время - исполнительный директор Всемирной организации здравоохранения.

Изменения – это более долговременные явления, чем перемены, отражают в себе нечто закономерное, они устойчивы по отношению к обратимости.

Интеграция, ее формы применительно к устойчивому развитию. Интеграции пронизывают жизнь мирового сообщества. При этом проявляются процессы четырех видов: линейные, равномерно-поступательные, процессы волнового или циклического характера, взрывные процессы.

Линейные и равномерно-поступательные: в течение множества лет процессы ведут в сторону повышения сложности субъектов.

Процессы волнового или циклического характера, передающиеся обществу окружающей средой, природой.

Процессы, представляющие собой определенные стадии развития сложных систем.

Взрывные процессы, на несколько порядков убыстряющие, и заменяющие эволюционное развитие. Они экзаменуют на жизнестойкость развивающиеся системы.

Сложность выделения и изучения каждого из этих типов процессов заключается в том, что каждый из них в действительности никогда не проявляется в чистом виде, обычно они переплетаются, обуславливают, детерминируют или наследуют друг друга, в какие-то моменты совпадают по содержанию, выступают как части или элементы и т.д.

В своей совокупности они все выступают на современном этапе как процесс становления нового социума, территорией которого является весь земной шар; социума, складывающегося из иерархии территориально-общественных образований, в которых государство является не более чем одним из уровней системы.

Киотский протокол. В 1997 г. в японском городе Киото после двухлетних переговоров было достигнуто соглашение - Протокол Киото, который предусматривает сокращение к 2012 г. загрязнения атмосферы на 5,2% по сравнению с выбросами 1990 года. 15 стран Европейского союза, Япония и Канада ратифицировали его. К концу 2003 г. его подписали 120 государств. Протокол Киото установил для стран квоты выброса сажи, пыли, копоти и газов, за превышение которых предусматривается штраф. Неиспользованные квоты могут быть проданы другим государствам, которые не укладываются в свою квоту.

Консумеризм – (от англ. *consume*) – культ потребления, характерный для современного состояния развития общества и ведущий к усилению использования природных ресурсов.

Концепция мирового развития Э. Тоффлера, в которой всемирное развитие рассматривается сквозь призму технологических революций, он выделил три волны мирового развития. Он связывал "волны" с доиндустри-

альной, индустриальной и постиндустриальной фазами экономического прогресса. Это подтверждает тенденцию возрастания роли экономики в определении судеб мира.

МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии) учреждено в 1957 г. Осуществляет свою деятельность по договору с ООН, но не является ее специализированным учреждением.

Международные конференции и соглашения по вопросам охраны окружающей среды. Ежегодно в мире проводятся сотни и даже тысячи конференций экологического направления (многосторонние и двусторонние, правительственные и неправительственные), на которых принимаются соответствующие документы: соглашения, конвенции, декларации, договоры и др. Это одна из развитых форм международного сотрудничества.

Приняв международные обязательства СССР, Россия стала участницей всех соответствующих международных соглашений. Особый интерес и особое международное значение, по мнению авторов, имеют следующие конференции и соглашения, приводимые в хронологическом порядке:

Международная конвенция по борьбе с заразными болезнями животных (Женева, 20 февраля 1935 г.);

Международная конвенция по регулированию китобойного промысла (Вашингтон, 2 декабря 1946 г.), дополнившая и развившая положения Соглашения по регулированию китобойного промысла (Лондон, 8 июня 1937 г.);

Первая Межправительственная конференция экспертов по научным основам рационального использования и сохранения естественных ресурсов биосферы (Париж, 4-13 сентября 1968 г.), подготовленная ЮНЕСКО в сотрудничестве с ООН, ФАО, ВОЗ, МСОП и др. Работа шла по трем направлениям: научные исследования, образование, политика;

Конференция ООН по окружающей среде (Стокгольм, 5-6 июня 1972 г.) при участии 113 стран приняла два основных документа:

- ♦ Декларацию принципов, включающую 26 основных положений;

♦ План мероприятий, где обозначены пути решения организационных, экономических и политических задач взаимоотношений государств при сотрудничестве в области охраны ОС;

Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (Париж, ноябрь 1972 г.);

Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, август 1975г.) с участием стран Европы, США и Канады приняло Заключительный акт, в котором отражены вопросы политической и экологической безопасности. С целью реализации достигнутых соглашений позже приняты:

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха (Женева, 13 ноября 1979 г.);

Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (Хельсинки, 17 марта 1992 г.);

Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью (Брюссель, 29 ноября г. с изменениями и дополнениями от 18 декабря 1971 г. и от 19 ноября 1976 г.);

Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (Женева, 18 мая 1977 г.);

Всемирная хартия природы, принятая Генеральной Ассамблеей ООН (28 октября 1981 г.), определила приоритетные направления экологической деятельности международного сообщества и способствовала формированию экологической политики государств на то время;

Венская встреча представителей государств - участников Совещания в Хельсинки (Вена, 22 апреля 1985 г.), принявшая итоговый документ, содержащий, в частности, рекомендации: сократить выбросы в атмосферу серы на 30% до 1995 г., а также углеводородов и других загрязняющих веществ; разработать способы захоронения опасных отходов, альтернативных способу захоронения в море; сократить производство озоноразрушающих веществ; провести исследования роли CO₂ в глобальных климатических изменениях;

Монреальская встреча (Монреаль, 16 сентября 1987 г.), на которой представители 98 стран приняли Соглашение (Монреальский протокол) о постепенном прекращении серийного производства хлорфторуглеродов (ХФУ) и запрещении выброса их в атмосферу;

Лондонская встреча (Лондон, 27-29 июня 1990 г.), где представители почти 60 стран подписали дополнительный (к Монреальскому) протокол с требованием полностью прекратить производство ХФУ к 2000 г.;

Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 г.), организованная для подведения итогов 20-летней деятельности после Стокгольмской конференции. В Конференции участвовали 179 государств и более 30 международных организаций; на ней встретились 114 глав государств, представители 1600 неправительственных организаций. В Рио были обсуждены и приняты пять основных документов:

- ♦ Декларация РИО по окружающей среде и развитию, 27 принципов которой определяют права и обязанности стран в деле обеспечения развития и благосостояния людей;
- ♦ Программа действий ООН «Повестка дня на XXI век», программа того, как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения. Принята без церемонии подписания при отсутствии формально заявленных возражений путем консенсуса (от лат. *konsensus* - согласие, единодушие) государств, по юридической силе она является актом «мягкого» международного права и носит рекомендательный характер;
- ♦ Заявление «О принципах в отношении лесов», касающееся управления, защиты и устойчивого развития всех видов лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни;
- ♦ Рамочная конвенция «Об изменении климата», цель которой - стабилизация концентрации в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект, на таких уровнях, которые не вызовут опасного дисбаланса климата планеты. По аналогии с юридическим понятием «рамочный закон» во Франции и ряде государств, бывших французских колониях, - это особая форма законода-

тельных актов, принимаемых парламентом, устанавливающих лишь общие принципы регулирования какой-либо сферы. В англоязычных странах - это скелетные законодательные акты. Таким образом, «рамочная конвенция» - многостороннее соглашение, устанавливающее общие принципы, но не связывающее обязательствами по специфическим действиям;

- ♦ Конвенция «О биологическом разнообразии», требующая, чтобы страны приняли меры для сохранения разнообразия живых существ и обеспечили справедливое распределение выгод от использования биологического разнообразия.

Общеввропейская конференция министров окружающей среды (София, октябрь 1995 г.) приняла итоговые документы, основные из которых:

- ♦ Декларация министров;
- ♦ Экологическая программа для Европы.

Конференция Сторон Рамочной Конвенции ООН по изменению климата (Киото, Япония, декабрь 1997 г.), на которой подписан Протокол к Конвенции или Киотский протокол.

Международный конгресс по устойчивому развитию (World Summit on Sustainable Development), 26.08 - 04.09.2002, Йоханнесбург, ЮАР.

Международное сотрудничество. Мировое сообщество будет стремиться ослабить отрицательные и усилить положительные последствия глобализации. Возрастет роль организаций, работающих под эгидой ООН (ФАО, МАГАТЭ, ВОЗ и др.) и будут приняты новые эффективные международные соглашения по охране атмосферы, мирового океана, биоразнообразия. Повысится вклад в охрану природы неправительственных организаций (МСОП, WWF и др.). Россия станет активным участником международного сотрудничества во всех сферах сохранения окружающей среды.

Международный союз по охране природы- МСОП (от англ. IUCN International Union for the Conservation of Nature) – создан в 1948 г. вФонтенбло (Франция). Работа МСОП способствует реализации Вашингтонской конвен-

ции о международной торговле дикими видами фауны и флоры (CITES). МСОП - инициатор ведения Красных книг.

Международные организации по охране окружающей среды – это организации, которые позволяют объединить природоохранную деятельность заинтересованных государств независимо от их политических позиций, выделяя экологические проблемы из совокупности всех международных проблем. Россия активно участвует в работе многих международных экологических организаций.

Большой вклад в решение проблем охраны ОС вносит ООН. В природоохранной деятельности участвуют все ее главные органы и специализированные учреждения.

Международные региональные организации, осуществляющие природоохранную деятельность не под эгидой ООН: Евроатом, Европейский совет, Европейское экономическое сообщество, Организация экономического сотрудничества и развития, Азиатско-Африканский юридический консультативный комитет, Хельсинкский комитет по охране Балтийского моря (Хелком) и др.

Неправительственные международные организации. В конце 90-х годов в мире насчитывалось несколько сотен (по разным данным 200-500) неправительственных международных организаций, включивших в свою деятельность природоохранные мероприятия, а также проявляющих интерес к экологическим проблемам.

Большинство международных неправительственных организаций занимается вопросами охраны отдельных природных объектов или видов природных ресурсов. К ним относятся Международный совет по охране птиц, Международная федерация по охране альпийских районов, Европейская федерация по охране вод и т. п.

Мировое развитие - есть высший тип движения и изменения в природе и обществе, связанные с переходом от одного качества, состояния к другому, от старого к новому. Развитие в то же время - это необратимое поступательное

изменение предметов духовного и материального мира во времени, понимаемом как линейное и однонаправленное. Среди всех процессов развития традиционно различают две взаимосвязанные друг с другом формы -эволюцию и революцию. В последнее время выделяют третью форму, фиксирующую качественные изменения не только структуры объекта, но и его сути. В жизни общества это относится к смене исторических цивилизаций, длительным процессам изменений, включающим в себя как эволюционные, так и революционные формы.

Индивидуальное историческое событие втягивает в свое настоящее, как в воронку, связанное с ним и прошлое, и будущее. Современные научные теории развития самым непосредственным образом связаны с синергетикой, в которой то или иное толкование начала порождает и соответствующее понимание развития.

В науке существенно изменилось представление о развитии как явлении:

а) произошел отказ от взгляда на развитие как на исключительно линейный процесс, который стал рассматриваться как один из самых простых вариантов развития. Наиболее сложными видами развития считаются системы со спиральными моделями развития;

б) постепенно утвердилось признание сложной циклической природы любого развития, этапы которого стали различаться по своей причинности, продолжительности, многообразию амплитуд колебаний и т.д.;

в) стало рассматриваться как важное соотношение между амплитудами колебаний, масштабами "отливов" и "приливов" любых процессов развития, вне зависимости от восходящего, прогрессивного или же нисходящего, регрессивного их характера;

г) у каждого позитивного развития (от простого к сложному, от низшего к высшему) есть и антипод - деградация, вырождение (от сложного к простому, от высшего к низшему);

д) восходящее долговременное развитие может сочетаться с этапами деградации, этапы деградации - со вспышками позитивного развития;

е) процесс развития перестал рассматриваться как неизбежный, это скорее как потенция, возможность, реализация которых зависит от сложного комплекса условий;

ж) реализация потенциальных возможностей восходящего развития требует не только определенной избыточной энергии, ресурсов, но и усилий по использованию такой избыточности в целях и на нужды развития. В отсутствие таких усилий сама избыточность энергии стимулирует лишь процесс возрастания энтропии (Как у нас в стране, где богатство природных ресурсов приводит к бедности населения, т.к. это богатство привело к разложению, деградации, вырождению, самораспаду). Здесь на первый план выходят внутренние механизмы развития.

Современное представление о развитии не может не учитывать усложнения взглядов науки на явление детерминации, его природные механизмы.

МОТ (Международная организация труда) - специализированное учреждение ООН. Создано в 1919 г. при Лиге Наций с целью создания безопасных условий труда и уменьшения загрязнения биосферы, возникающего часто из-за пренебрежительного отношения к производственной среде.

Международный экологический суд (МЭС) был учрежден по инициативе юристов на конференции в Мехико в ноябре 1994 г. В практической экологической деятельности мирового сообщества возникают споры, требующие соответствующего компетентного разрешения. Состав судей включает 29 юристов-экологов из 24 стран, в том числе представителя России.

Споры в Международном экологическом суде рассматриваются на принципах третейского суда. Стороны сами принимают решение об обращении в суд и выбирают из его состава трех или более судей для рассмотрения дела, которое проводится на основании международного права ОС, национального законодательства сторон и прецедентов.

Международная юридическая организация (МЮО), созданная в 1968 г., уделяет большое внимание разработке правовых вопросов охраны ОС.

Народонаселение. Прогноз Мальтуса подтвердился лишь отчасти - проблема перенаселения не стала глобальной, но остро стоит во многих регионах: средний коэффициент рождаемости в развитых странах не превышает 2, но в бедных - достигает 8. Эти различия скорости роста ведут к изменению состава мирового сообщества: увеличивается доля населения бедных стран (в первую очередь мусульманских). Наиболее реалистичный прогноз предела роста народонаселения составляет 8-11 млрд. людей. Чтобы этот предел не был превышен, необходима демографическая политика, основанная на повышении уровня благосостояния и образования населения и участия женщин в общественной жизни, особенно в бедных странах. Демографическая ситуация в России сложная: ежегодно население убывает более чем на 1 млн. человек, эффективная экономическая система стимулирования рождаемости пока отсутствует.

Объекты, входящие в юрисдикцию государств:

- ❖ *разделяемые природные ресурсы, находящиеся в пользовании двух и более государств (реки Дунай, Рейн, моря Балтийское, Средиземное и др.);*
- ❖ *редкие и исчезающие растения и животные, занесенные в международную Красную книгу;*
- ❖ *уникальные природные объекты, принятые на международный контроль (заповедники, национальные парки, памятники природы и др.), на содержание и охрану которых выделяются средства международными организациями за счет специальных фондов.*

Важная роль сотрудничества государств и наций в развитии просвещения в сфере охраны природы была признана еще в начале XX в., когда в 1913 г. на Конференцию по международной охране природы в Берне (Швейцария) собрались ученые 18 стран.

Объекты, не входящие в юрисдикцию государств. Например, *космос*- самый характерный международный объект охраны - достояние всего человечества.

Антарктида - материк мира и международного сотрудничества, принципы охраны и использования которого установлены еще в 1959 г. специальным Договором об Антарктиде.

Атмосфера Земли, в которой из-за природной циркуляции воздуха возникли глобальные экологические проблемы: погодно-климатические изменения; разрушение озонового слоя; трансграничный перенос загрязняющих веществ.

Мировой океан - огромная кладовая природных ресурсов и общепланетарная транспортная система, давние попытки национальных притязаний на которые завершились лишь в 1973 г. с подписанием Конвенции ООН по морскому праву, где подтверждена незыблемость принципа свободного мореплавания (кроме территориальных вод, внешняя граница которых установлена на расстоянии 12 миль от берега); признано суверенное право государств на биоресурсы в их прибрежных 200-мильных зонах.

Перемены –это трансформации, новшества, которые имеют главный отличительный признак - они обратимы.

Принципы международного сотрудничества.

Впервые основные принципы международного экологического сотрудничества были обобщены в Декларации Стокгольмской конференции ООН (1972). В современном понимании они изложены в Декларации конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992). Эти принципы включают, в частности, следующие идеи:

- люди имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с Природой;
- развитие на благо нынешнего поколения не должно осуществляться во вред интересам развития будущих поколений и во вред ОС;
- государства имеют суверенное право разрабатывать свои собственные

ресурсы, но без ущерба ОС за пределами их границ;

- искоренение нищеты и неравенства в уровне жизни в различных частях мира необходимо для обеспечения устойчивого роста и удовлетворения потребностей большинства населения;
- государства сотрудничают в целях сохранения, защиты и восстановления целостности экосистем Земли;
- государства развивают и поощряют информированность и участие населения путем предоставления широкого доступа к экологической информации;
- государства принимают эффективные национальные законы по ОС;
- экологическая политика не должна использоваться для неоправданного ограничения международной торговли;
- в принципе тот, кто загрязняет ОС, должен нести и финансовую ответственность за это загрязнение;
- государства уведомляют друг друга о стихийных бедствиях или деятельности, которые могут иметь вредные трансграничные последствия;
- война неизбежно оказывает разрушительное воздействие на процесс устойчивого развития. Мир, развитие и охрана ОС взаимосвязаны и неразделимы.

Продовольственная безопасность. В настоящее время в целом в мире производится достаточное количество продовольствия, но оно распределено неравномерно. На степень обеспечения населения продовольствием влияют климат, плотность населения и уровень развития сельского хозяйства. В мире голодает или живет впроголодь более 1 млрд. человек. Продовольственная безопасность не может быть решена путем интенсификации сельского хозяйства (возделывания сортов с очень высокой урожайностью, повышения доз удобрений, пестицидов, увеличения площади поливных земель). Будущее - за экологически ориентированной компромиссной системой сельского хозяйства. Положительную роль могут сыграть ГМР. Истощение биологических ресурсов океана отчасти может быть компенсировано за счет морской и пре-

сноводной аквакультуры. Необходима экономия ресурсов продовольствия с заменой значительной части животного белка растительным. Обеспечение продовольствием России в настоящее время осуществляется при значительном импорте мяса, сахара, подсолнечного масла. Есть все возможности решить эту проблему за счет потенциала своей страны.

Развитие (в том числе и мировое) - процесс и результат становления некой ранее не существовавшей системной целостности; долговременного, отчетливо выраженного качественного усложнения этой целостности или же такого неслучайного распада определенной целостности, который одновременно является предпосылкой и процессом становления на ее месте иной, новой целостности.

Идея развития сконцентрирована на качественных аспектах непрерывных перемен, из которых складывается сама жизнь. Формула развития в данном случае может быть представлена как цепочка: переменны - изменения - трансформации - эволюция - развитие.

Развитие - это долговременное по становлению, закономерное по причинам, движущим силам, природе и характеру, путям и способам самореализации, четко направленное во временном пространстве, необратимое изменение материальных и идеальных объектов.

Становление единого целостного мира предполагает: цикличность любого развития, возможность (и высокую вероятность) временных откатов; существующее различие эволюционного и структурного аспектов мирового развития проблемы социального времени, в котором (в отличие от- времени хронологического) на первый план выходит внутреннее время объекта: цикличность, ритм, темп его функционирования и развития, число и общая продолжительность отведенного ему его природой жизненных стадий и т.п.

Ресурсы и отходы. На пути в будущее человечество подстерегают истощаемость ресурсов и загрязнение окружающей среды. Предстоит замена значительной части первичных минеральных ресурсов вторичными за счет рециклинга, развития ресурсосберегающих технологий, комплексного ис-

пользования сырья, продления срока службы ресурсоемкой продукции. Большие резервы экономии воды имеются в промышленности (за счет оборотного водоснабжения), в сельском хозяйстве (сухое земледелие) и коммунальном хозяйстве. Получат распространение ресурсосберегающие методы использования древесины и оборот бумаги с заменой первичного сырья макулатурой. При более полном использовании ресурсов автоматически уменьшается количество отходов, что наиболее эффективно реализуется при ресурсной эстафете, когда отходы одного производства становятся сырьем для другого. Специальной и сложной экологической проблемой является утилизация и захоронение РАО. Есть все основания полагать, что принципиальные возможности исключения отрицательного влияния РАО на биосферу существуют.

Римский клуб - международная неправительственная организация, созданная в 1968 году по инициативе итальянского экономиста, общественного деятеля и бизнесмена А. Печчеи, и выдвинувшая программу изучения глобальных проблем, затрагивающих основы человеческого существования: гонка вооружений и угроза развязывания ядерной войны, загрязнение окружающей среды.

Римский клуб (РК) - международная неправительственная организация, которая внесла значительный вклад в изучение перспектив развития биосферы и пропаганду идеи необходимости гармонизации отношений Человека и Природы. Основная форма ее деятельности - организация крупномасштабных исследований по широкому кругу вопросов, преимущественно в социально-экономической области.

Членство в Римском клубе ограничено (100 чел.). Это люди, не занимающие официальные правительственные посты и не представляющие интересы каких-либо стран.

Римский клуб положил начало работам по исследованию проблем, названных «Глобальной проблематикой». Для ответа на поставленный вопрос ряду выдающихся ученых того времени была заказана серия «Докладов

Римскому клубу» под общим названием «Трудности человечества». Полученные результаты прогнозирования перспектив развития мира по компьютерным моделям были опубликованы и обсуждались во всем мире. К началу 1980-х годов было создано более десятка крупномасштабных моделей развития мира. Наиболее известны модели Дж. Форрестера, Д. Медоуза с соавторами, Месаровича-Пестеля, Глобал-2000, латиноамериканская, британская, японская и мировая (ООН).

Первым в 1972 г. был доклад группы Д. Медоуза «Пределы роста».

В период с 1973 по 1980 гг. (годы расцвета деятельности и международного влияния Римского клуба) были подготовлены еще несколько докладов, в том числе Я. Тинбергеном (1977), Э. Ласло (1977). В 1978-1980 гг. обсуждались проблемы переработки отходов, использования энергии, организации общества, достижения изобилия и благосостояния. Важную роль сыграл доклад Боткина с соавторами «Нет пределов обучению» (1980).

В 1994 г. Э. Вайцзеккер с соавторами подготовили обстоятельный доклад «Фактор четыре», наметивший основные пути решения проблем энерго-сбережения. В настоящее время Римским клубом продолжают исследования современного состояния мира, в котором произошли фундаментальные перемены, особенно в геополитике, при этом экологическая ситуация на планете продолжает ухудшаться.

В работе Римского клуба участвовали и участвуют наши выдающиеся соотечественники. В разное время действительными членами клуба были академики Д. М. Гвишиани, Е. К. Федоров, В. Е. Примаков, А. А. Логунов, Ч. Айтматов, почетными членами - М. С. Горбачев и Б. Е. Патон.

Роль менталитета населения. Важную роль будет играть экологическое воспитание в целях формирования экологической культуры, т.е. природосообразного поведения человека. Будет преодолевать потребительство, что снизит давление каждого человека на окружающую среду. В преодолении потребительства немалую роль может сыграть религия. Усилится участие в управлении государством общественных движений Зеленых.

Роль экономических и правовых механизмов. Природопользование будет платным, что станет стимулом развития ресурсо- и энергосберегающих технологий и уменьшения загрязнения окружающей среды. Государства будут осуществлять экологически ориентированные инвестиции для модернизации технологий, строительства очистных сооружений, организации ОПТ. Получит дальнейшее развитие экологический менеджмент. Станет более последовательным и строгим экологическое законодательство. Пока в России плата за использование природных ресурсов крайне низка, и меры наказания за экологические правонарушения слишком мягкие. Как следствие этого в последние годы «расцвело» браконьерство.

Социосфера (от лат. *societas* – общество и греч. *sphaira* - шар) – часть географической оболочки, входящая в неё наряду со сферой природного ландшафта; включает в свой состав человечество с присущими ему общественными (в т.ч. производственными) отношениями, выступающее в качестве мощной производительной силы, и освоенную им среду.

Теория постэкономической революции В. Л. Иноземцева заключается в том, что человеческая история состоит из трех эпох: доэкономической, когда коллективные интересы доминировали над личными; экономической, характеризовавшейся преобладанием индивидуальных интересов над общественными; и постэкономической, которая выводит большинство людей за границы традиционно понимаемого материального интереса.

Техносфера (от греч. *techne* - искусство, мастерство и *sphaira* - шар, сфера), 1) часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств (научно-технической революции) в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества; 2) некоторые авторы ошибочно считают техносферу синонимом ноосферы; 3) практически замкнутая регионально-глобальная будущая технологическая система утилизации и реутилизации вовлекаемых в хозяйственный оборот природных ресурсов, рассчитанная на изоляцию хозяйственно-производственных циклов от природного обмена веществ и по-

тока энергии; 4) термин используется при обсуждении глобальных проблем в научной (в основном философской) и популярной литературе.

Трансформация в количественном измерении равнозначна изменению, но, в отличие от него, отражает качественную сторону, появление нового качества, баланс и преемственность перемен.

ФАО (от англ. FAO - Food and Agricultural Organization UN - Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), образованная в 1945 г., занимается вопросами продовольственных ресурсов и развития сельского хозяйства в целях улучшения условий жизни народов мира.

Хартия городов Европы за устойчивое развитие (**Аалборгская хартия**), принята Европейской конференцией по устойчивому развитию больших и малых городов в Аалборге (Ольборге), Дания, 27 мая 1994 года.

Урбанизация. В середине XXI в. на четырех горожан будет приходиться всего один сельский житель. Важнейшей экологической проблемой городов является снижение влияния на окружающую среду транспорта. Предстоят экологизация автомобилей (замена бензина и солярки новыми видами топлива, включая водородное), уменьшение пробега личных автомобилей за счет совершенствования работы общественного транспорта. Для нужд коммунального хозяйства будут использоваться электромобили. Экономия воды и уменьшение объема бытовых стоков будут достигнуты путем увеличения платы за воду. Будет использоваться менее энергоемкая бытовая техника, потребление энергии снизится за счет надежной теплоизоляции. Основным способом обращения с твердыми бытовыми отходами станет их фракционирование и переработка. В городах будущего высокие дома будут чередоваться с зелеными массивами, процесс «расползания» городов прекратится.

"Успешные истории" - информационные сборники, которые издает Комиссия ООН по устойчивому развитию, это краткие описания уже реализованных успешных проектов в этой области на городском уровне. В каждом сборнике - описания десятков таких проектов, осуществленных в разных

странах. Эти материалы распространяются по всему миру как своего рода образцы для подражания.

Эволюция представляет собой множественную последовательность трансформаций, приводящих к необратимым, новым качественным чертам, когда объекты меняют существенно свою природу.

Энергетика. В настоящее время на одного жителя Земли в среднем приходится 2 кВт час энергии в сутки (на жителя США - 10 кВт ч). В целом валовое производство энергии в будущем возрастет незначительно. Прирост энергопотребления в развитых странах в течение ближайших 20 лет не превысит 1,5% в год, в развивающихся странах он будет в 2 раза выше. Ожидается стабилизация энергопотребления за счет широкого внедрения энергосберегающих технологий в промышленности, сельском и жилищно-коммунальном хозяйстве, на транспорте, что позволит снизить удельное потребление энергии в 5-10 раз. Основными тенденциями развития энергетики будут декарбонизация (снижение роли теплоэнергетики) и децентрализация (замена крупных ТЭС с низким КПД и большими потерями энергии при транспортировке небольшими энергоустановками с высоким КПД, приближенными к потребителям). В структуре энергетики будущего возрастет роль энергии на основе ВИЭ и АЭС.

ЮНЕСКО (от англ. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization - Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры) существует с 1946 г. с целью содействия миру и международной безопасности, сотрудничества между государствами в области просвещения, науки и культуры. Наиболее известным направлением в деятельности является научная программа «Человек и биосфера» (МАБ), принятая в 1970 г.

ЮНЭП (от англ. UNEP - United Nations Environmental Program - Программа ООН по окружающей среде) осуществляется с 1972 г. и является основным вспомогательным органом ООН. Через Экономический и Социаль-

ный совет ЮНЕП ежегодно представляет доклады о своей деятельности Генеральной Ассамблее ООН.

Тесты

1. Биосфера – это:

- а) водная оболочка Земли, заселённая живыми организмами
- б) Воздушная оболочка Земли, заселённая живыми организмами
- в) твёрдая оболочка Земли, заселённая живыми организмами
- г) часть всех оболочек Земли, заселённая живыми организмами

2. Учение о «биосфере» было создано:

- а) Ж.Б.Ламарком
- б) Ч.Дарвином
- в) Э.Зюссом
- г) правильного ответа нет

3. Границы биосферы определяются:

- а) наличием воды в жидкой фазе
- б) благоприятным температурным режимом
- в) уровнем радиации
- г) наличием кислорода и углекислого газа
- д) степенью солёности воды
- е) всеми перечисленными факторами

4. В арктических пустынях фактором, ограничивающим распространение жизни, является:

- а) отсутствие воды в жидкой фазе
- б) отсутствие элементов минерального питания
- в) неблагоприятный температурный режим
- г) все перечисленные условия

5. Совокупность всех живых организмов биосферы В.И.Вернадский предложил назвать:

- а) жизнь
- б) биомасса
- в) живое вещество
- г) правильного ответа нет

6. К живому веществу биосферы относятся:

- а) нефть, каменный уголь, известняк
- б) вода, почва
- в) гранит, базальт
- г) растения, животные, грибы, бактерии

7. Энергетическая функция живого вещества состоит в способности:

- а) живых организмов накапливать и передавать по пищевой цепи энергию
- б) зелёных растений использовать углекислый газ и выделять в атмосферу кислород
- в) хемоавтотрофов окислять химические элементы
- г) живых организмов накапливать различные химические элементы

8. К косному веществу биосферы относятся:

- а) нефть, каменный уголь, известняк
- б) вода, почва
- в) гранит, базальт
- г) растения, животные, бактерии, грибы

9. Концентрационная функция живого вещества состоит в способности:

- а) живых организмов накапливать и передавать по пищевой цепи энергию
- б) зелёных растений использовать углекислый газ и выделять кислород в атмосферу
- в) хемоавтотрофов окислять химические элементы
- г) живых организмов накапливать различные химические элементы

10. Ноосфера – это:

- а) сфера прошлой жизни
- б) сфера разумной жизни
- в) сфера будущей жизни
- г) правильного ответа нет

11. Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяется настоящей или прошлой деятельностью:

- а) животных
- б) растений
- в) микроорганизмов
- г) живого вещества

12. Верхняя часть литосферы, населенная геобионтами и входящая в биосферу, называется:

- а) аэриобиосферой
- б) гидробиосферой
- в) геобиосферой

13. Проточные континентальные воды, входящие в гидробиосферу, называются:

- а) лиманоаквабиосферой
- б) реоаквабиосферой
- в) Маринобиосферой

14. Тропобиосфера – слой от вершин деревьев до высоты кучевых облаков, постоянно населенный живыми организмами простирается до высоты:

- а) 5–6 км
- б) 10–15 км
- в) 20–25 км
- г) 2–3 км

15. В состав биосферы по В. И. Вернадскому входят такие типы веществ как живое, косное, биогенное, биокосное, радиоактивное, космическое и ...

- а) абиогенное
- б) палеобиогенное
- в) рассеянные атомы
- г) биотическое

16. Согласно учению Вернадского, верхняя граница биосферы обусловлена:

- а) снижением температуры с высотой;
- б) действием инфракрасного излучения;

- в) концентрацией кислорода в воздухе;
- г) действием жесткого ультрафиолетового излучения.

17. Среднее содержание белков в живых организмах составляет:

- а) 25–40 %
- б) 10–15 %
- в) 1–2 %
- г) 2–5 %

18. Биогенными микроэлементами называются химические элементы, которые входят в состав живых организмов и выполняют биологические функции, например, к ним относятся:

- а) Hg
- б) Cd
- в) Pb
- г) Zn

19. Содержание фитомассы от общей массы живого вещества на Земле составляет:

- а) 50 %
- б) 80 %
- в) 6 %
- г) 99 %

20. Во сколько раз фитомасса суши превосходит массу зеленых растений океана?

- а) 12000 раз
- б) 1000 раз
- в) 100 раз
- г) 5 раз

21. Во сколько раз биомасса животных и микроорганизмов суши превышает аналогичную биомассу океана?

- а) примерно в 7 раз
- б) в 25 раз

в) в 100 раз

г) не отличаются

22. Каким свойством не обладает живое вещество?

а) движением не только пассивным, но и активным

б) способностью быстро занимать все свободное пространство

в) снижением видового разнообразия

г) устойчивостью при жизни и быстрым разложением после смерти

23. Как называется геохимическая функция живого вещества, заключающаяся в связывании солнечной энергии и последующем рассеянии ее при потреблении и минерализации органического вещества?

а) окислительно-восстановительная

б) концентрационная

в) энергетическая

г) транспортная

24. Функция живого вещества, связанная с накоплением тяжелых металлов (свинца, ртути, кадмия) и радиоактивных элементов в мясе рыб, называется:

а) энергетической

б) средообразующей

в) концентрационной

г) деструктивной

25. Как называются процессы, которые происходят в биогеоценозах под влиянием внутренней энергии Земли?

а) экзогенные

б) эндогенные

в) биогеохимические

26. «Всюдностью жизни» В.И. Вернадский называл:

а) способность живого вещества быстро занимать все свободное пространство

б) высокую скорость обновления живого вещества

в) способность не только к пассивному, но и активному движению

г) устойчивость живого вещества при жизни и быстрое разложение после смерти

27. Углерод вступает в круговорот веществ в биосфере и завершает его в форме:

- а) углекислого газа
- б) углеводов
- в) известняка
- г) угарного газа

28. Как называется гипотеза о том, что жизнь на Землю была занесена из космоса, и прижилась здесь, после того как на Земле сложились благоприятные для этого условия?

- а) панспермии
- б) стационарного состояния
- в) креационизма
- г) абиогенеза

29. Какой ученый высказал в 1924 году предположение о том, что живое возникло на Земле из неживой материи в результате химической эволюции сложных химических преобразований молекул?

- а) С. Миллер
- б) А. И. Опарин
- в) В. И. Вернадский
- г) Э. Леруа

30. Сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития, называется:

- а) техносферой
- б) антропосферой
- в) ноосферой
- г) биосферой

31. Вторая точка Пастера, связанная с образованием озонового слоя и выходом живых организмов на поверхность суши, соответствует содержанию кислорода в атмосфере, равному ... от современного.

а) 25 %

б) 50 %

в) 5 %

г) 10 %

32. Первая точка Пастера – это достижение такого уровня содержания кислорода в атмосфере Земли, при котором стала возможна жизнь:

а) анаэробная

б) аэробная

в) пресмыкающихся

г) млекопитающих

33. Сколько времени прошло с момента появления первых многоклеточных живых организмов?

а) ~ 500 млн. лет

б) ~ 750 млн. лет

в) ~ 300 млн. лет

г) ~ 1 млрд. лет

34. Как называется природно-антропогенное равновесие, которое поддерживается на уровне, дающем максимальный эколого-социально-экономический эффект в течение условно бесконечного времени?

а. метаболизм;

б. равновесие экологическое;

в. размер экосистемы;

г. природная среда.

35. Что такое размер экосистемы?

а. сочетание естественных средообразующих компонентов и воздействий, создающих экологические условия жизни организмов и их сообществ;

- б. пространство (объем), при наличии которого возможно осуществление процессов саморегуляции и самовосстановления совокупности составляющих экосистему средообразующих компонентов и элементов;
- в. способность природной системы к восстановлению баланса внутренних свойств после какого-либо природного или антропогенного влияния;
- г. процесс непрерывного воспроизводства или возобновления структуры, свойств, количественного и качественного состава природных систем, который осуществляется без участия человека.

36. Что такое эрозия почв?

- а. процесс засоления почв;
- б. процесс механического разрушения почвы под действием поверхностного стока или ветра;
- в. устойчивое ухудшение свойств почвы как среды обитания биоты, а также снижение её плодородия;
- г. процесс разрушения верхнего слоя почв.

37. Что такое антропоэкосистема?

- а. экосистема нарушенная антропогенным воздействием;
- б. разновидность ландшафта, где человек (промышленная деятельность) выступает центральным элементом, определяющим функционирование и структуру ландшафта;
- в. географический ландшафт;
- г. возделываемые земли.

38. Как вы считаете, особенности микрорельефа могут приводить к тому, что на территории с избыточным увлажнением могут быть встречены растения, принадлежащие к группам, произрастающим в сухих местообитаниях?

- а. нет, т.к. режим увлажнения почв не зависит от микрорельефа;
- б. нет, т.к. отсутствует соответствующая экологическая ниша;
- в. да, например, на болотных кочках, которые классифицируются как образования микрорельефа, могут произрастать растения из сухих местообитаний;

г. да, например, на склоне оврага произрастает менее влаголюбивая растительность по сравнению с растительностью дна оврага.

39. Международная конференция, прошедшая в 1993 г. в Рио-де-Жанейро, была посвящена:

- а. глобальным экологическим проблемам и вопросам устойчивого развития общества;
- б. вопросам, связанным с загрязнением Мирового океана;
- в. вопросам, связанным с глобальным потеплением;
- г. вопросам резкого увеличения озоновой дыры.

40. В какой период возникли глобальные экологические катастрофы в биосфере?

- а. до появления человека, примером тому может служить «кризис прокариот», связанный с изменением характера атмосферы с восстановительного на окислительный, что повлекло за собой массовую гибель прокариот и открыло возможность для нового «витка» развития жизни;
- б. этот период точно не определен;
- в. после появления человека. Это специфически новое для биосферы явление, возможность возникновения которого определяется деятельностью человечества, негативными последствиями техногенеза;
- г. после ледникового периода.

41. Что такое фитотоксичность почвы?

- а. способность почв подавлять развитие определенных групп микроорганизмов;
- б. способность почв подавлять развитие растений, обусловленная наличием загрязняющих веществ и токсинов;
- в. способность почв подавлять развитие растений, обусловленная неблагоприятным водным режимом;
- г. истощение почв.

42. Можно ли оценивать степень загрязнения экосистем, сравнивая реальную концентрацию вещества с его фоновой (природной) концентрацией?

- а. можно, но нужно принимать во внимание существование биогеохимических провинций с проявлениями эпидемий;
- б. можно, но нужно принимать во внимание, что деятельность человека принимает глобальный характер;
- в. можно, учитывая все вышеперечисленное;
- г. нельзя ни при каких условиях.

43. Что такое экологическая пирамида?

- а. расчет предельно допустимых антропогенных нагрузок на природную среду, окружающую людей, и среду населенных мест, которые определяются исходя из экономических возможностей их регуляции и эколого-социально-экономических последствий их изменения;
- б. соотношение между продуцентами, консументами и редуцентами в экосистеме, выраженное в их массе и изображенное в виде графической модели;
- в. степень устойчивости организмов или их сообществ к воздействию факторов среды;
- г. условное понятие, иногда применяемое для оценки роли растений и животных в природе и хозяйстве человека.

44. Что такое сукцессия?

- а. одно из качественно различных состояний развивающейся природной системы;
- б. условие или совокупность условий неорганического мира;
- в. смена одной экосистемы другой;
- г. химическое вещество, применяемое для борьбы с грибами – возбудителями болезней растений, разрушающими деревянные конструкции или повреждающими хранящиеся материальные ценности.

45. Что такое гумус?

- а. растения, которые растут при полном или частичном погружении в воду;

- б. химический препарат, избирательно уничтожающий определенные группы растений, чаще всего сорняки полевых культур в посевах;
- в. происхождение, образование, совокупность процессов физического и химического преобразования горных пород и минералов в верхних частях земной коры и на ее поверхности под воздействием атмосферы, гидросферы и живого вещества;
- г. органическое вещество почвы, результат взаимодействия живых организмов и материнской породы, итог работы экосистемы*.

46. Что такое экосистемный фактор?

- а. любое воздействие, способствующее возникновению заболевания;
- б. воздействие, источником и средой которого служит структура, история и функция экосистемы;
- в. любое воздействие, связанное с техническими средствами;
- г. любой фактор, действующий вне и помимо участия человека или связанный с его биологической сущностью.

47. Что такое техносфера?

- а. технология, построенная по типу процессов, характерных для природы, иногда как прямое их продолжение;
- б. часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты;
- в. совокупность методов обработки, изготовления, изменения свойств, форм сырья, материалов, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции;
- г. процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Заключается в преобразовании биосферы, вызываемом совокупностью агротехнических, геофизических и геохимических процессов.

48. Что такое естественное состояние природы?

- а. состояние, не измененное непосредственной хозяйственной деятельностью человека, при котором скорость восстановительных процессов много-

кратно выше темпов нарушения, биомасса близка к максимуму, биологическая продуктивность к минимуму;

б. определение воздействия химического агента на человека и природные комплексы;

в. социально желаемое, экономически допустимое и экологически разумное и безопасное развитие общества, противопоставляемое как неограниченному, так и нулевому экономическому росту;

г. среда развития хозяйства.

49. Что такое земная кора?

а. территория, необходимая для удовлетворения всех нужд одного человека;

б. иловые отложения озер и лагун, состоящие в основном из органических веществ;

в. поверхностный слой над землей (до 150 м), где условия среды в значительной мере определяются зеленой растительностью;

г. часть литосферы – верхняя твердая оболочка земли толщиной от 3-4 до 50-70 км.

50. Что такое экзогенные процессы?

а. процессы деструкции отходов, сопровождающиеся практически необратимыми изменением их химического состава;

б. процессы смены отмирающей лесной растительности в лесных сообществах, а также процесс появления и развития леса в местах, где он был уничтожен в силу естественных или антропогенных причин;

в. обеднение почвы питательными веществами в результате нерационального использования;

г. процессы внешнего происхождения, вызываемые внешними причинами, например, процессы протекающие в поверхностных слоях земной коры в результате разрушающего или созидającego действия ветра, морского прибоя.

51. Как называется система высшего порядка, охватывающая все явления жизни на нашей планете (на этом уровне происходят круговорот веществ и превращение энергии, связанные с жизнедеятельностью всех живых организмов, обитающих на Земле)?
- а. биосфера
 - б. атмосфера
 - в. стратосфера
 - г. аэробiosфера
52. Что такое антропоэкоcистема?
- а. экосистема нарушенная антропогенным воздействием
 - б. разнообразность ландшафта, где человек (промышленная деятельность) выступает центральным элементом, определяющим функционирование и структуру ландшафта
 - в. географический ландшафт
 - г. возделываемые земли
53. Международная конференция, прошедшая в 1993 г. в Рио-де-Жанейро, была посвящена:
- а. глобальным экологическим проблемам и вопросам устойчивого развития общества
 - б. вопросам, связанным с загрязнением Мирового океана
 - в. вопросам, связанным с глобальным потеплением
 - г. вопросам резкого увеличения озоновой дыры
54. В какой период возникли глобальные экологические катастрофы в биосфере?
- а. до появления человека, примером тому может служить «кризис прокариот», связанный с изменением характера атмосферы с восстановительного на окислительный, что повлекло за собой массовую гибель прокариот и открыло возможность для нового «витка» развития жизни
 - б. этот период точно не определен

в. после появления человека. Это специфически новое для биосферы явление, возможность возникновения которого определяется деятельностью человечества, негативными последствиями техногенеза

г. после ледникового периода

55. Можно ли оценивать степень загрязнения экосистем. Сравнивая реальную концентрацию вещества с его фоновой (природной) концентрацией?

а. можно, но нужно принимать во внимание существование биогеохимических провинций с проявлениями эпидемий

б. можно, но нужно принимать во внимание, что деятельность человека принимает глобальный характер

в. можно, учитывая все вышеперечисленное

г. нельзя ни при каких условиях

56. Что такое техносфера?

а. технология, построенная по типу процессов, характерных для природы, иногда как прямое их продолжение

б. часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты

в. совокупность методов обработки, изготовления, изменения свойств, форм сырья, материалов, применяемых в процессе производства для получения готовой продукции

г. процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Заключается в преобразовании биосферы, вызываемом совокупностью агротехнических, геофизических и геохимических процессов

57. Что такое естественное состояние природы?

а. состояние, не измененное непосредственной хозяйственной деятельностью человека, при котором скорость восстановительных

процессов многократно выше темпов нарушения, биомасса близка к максимуму, биологическая продуктивность к минимуму

- б. определение воздействия химического агента на человека и природные комплексы
- в. социально желаемое, экономически допустимое и экологически разумное и безопасное развитие общества, противопоставляемое как неограниченному, так и нулевому экономическому росту
- г. среда развития хозяйства

58. Что такое экзогенные процессы?

- а. процессы деструкции отходов, сопровождающиеся практически необратимыми изменением их химического состава
- б. процессы смены отмирающей лесной растительности в лесных сообществах, а также процесс появления и развития леса в местах, где он был уничтожен в силу естественных или антропогенных причин
- в. обеднение почвы питательными веществами в результате нерационального использования
- г. процессы внешнего происхождения, вызываемые внешними причинами, например, процессы протекающие в поверхностных слоях земной коры в результате разрушающего или созидającego действия ветра, морского прибоя

59. Что такое дикая природа?

- а. преобразование человеком экосистемы
- б. естественные экосистемы Земли, естественная природная среда
- в. все, что непосредственно относится к человеку и его деятельности
- г. участки природы, не нарушенные хозяйственной деятельностью человека

60. Что означает выражение «увеличивающаяся урбанизация»?

- а. увеличение площадей с городской застройкой, увеличение доли городского населения

- б. увеличение территорий, занятых под размещение бытовых и промышленных отходов
- в. снижение общей численности населения региона в результате снижения рождаемости
- г. увеличение жителей в городе

61. Что такое антропосфера?

- а. высокие слои атмосферы, в которые никогда, даже случайно, не поднимаются живые организмы и куда биогенные вещества заносятся только в очень незначительных количествах
- б. слой пониженной прочности и вязкости в верхней мантии Земли
- в. земная сфера, где живет и куда временно проникает (с помощью спутников и т.п.) человечество
- г. приземный слой атмосферы, в котором постоянно присутствуют живые организмы, способные при наличии подходящих субстратов нормально жить и размножаться

62. Что такое геохронология жизни на Земле?

- а. раздел экологии, исследующий экосистемы (геосистемы) высоких иерархических уровней до биосферы включительно
- б. подраздел геоморфологии, исследующий воздействие человеческого хозяйства на рельеф земной поверхности и обратное воздействие измененного рельефа на окружающую среду жизни
- в. научная дисциплина, исследующая исторически сложившееся на определенной территории соотношение между совокупностью демографических явлений и социально-экономическими условиями и факторами

- г. последовательность развития живого вещества и взаимодействие между ним и абиотической средой, приводящее к постепенному, иногда ускоренному изменению свойств как биосферы и живых организмов, ее населяющих (к смене их видового состава в общем направлении от низших форм к высшим), так и абиотической среды

63. Что такое биосферология?

- а. научное направление, изучающее пространственную структуру биологических сообществ и биосферы в целом
- б. научная дисциплина, изучающая последовательную смену фаз в развитии растительного мира
- в. экологическое направление
- г. научный труд Вернадского

64. Есть ли различия между экологическим и гигиеническим нормированием качества окружающей среды? Если есть, то в чем они заключаются?

- а. да, гигиеническое нормирование имеет своей целью сохранение здоровья людей, экологическое – биоты, природных ресурсов, генофонда и условий существования живых организмов
- б. да, гигиеническое нормирование оценивает и регламентирует воздействие на человека разнообразных факторов в быту и на производстве, предметом внимания экологического нормирования выступают воздействия на организм людей на глобальном и региональном уровнях
- в. нет, это одно и то же. За рубежом применяют термин «гигиеническое нормирование», отечественным ученым принадлежит термин «экологическое нормирование»

65. Что называют агроэкосистемой?

- а. совокупность биогенных и абиогенных компонентов участков суши, преобразованных человеком, используемых для производства сельхозпродукции. Основой данной системы является чаще всего монокультурное растение
- б. экосистемы, развивающиеся на территориях, ранее используемых в сельскохозяйственных целях
- в. сельскохозяйственные поля
- г. территория, не используемая в сельскохозяйственных целях

66. Кто выдвинул специальный термин «биосфера» в современном понимании?

- а. Ч. Дарвин
- б. Э. Зюсс
- в. Аристотель
- г. В.И. Вернадский

67. Воздействие хозяйственной деятельности человека на организмы и среду

- а. антропогенные факторы среды
- б. биотические факторы среды
- в. абиотические факторы среды
- г. техногенные факторы среды

68. Модель, максимально отражающая свойства оригинала, называется

- а. знаковой
- б. концептуальной
- в. математической
- г. реальной

69. Что такое экологическая пустыня?

- а. сдвиг горных пород преимущественно сверху вниз без значительного разрыва

- б. средняя площадь, приходящаяся на одну особь данной популяции, обеспечивающая нормальное существование особи в составе популяции
- в. территория, необходимая для удовлетворения всех потребностей одного человека при данных общественно-экономических условиях
- г. участки с резко обедненным природно-ресурсным потенциалом – значительно более низким, чем у окружающей местности или по сравнению с ранее существовавшим на рассматриваемом месте

70. Что такое лесонарушение?

- а. периодически проводимые учет лесного фонда и разработка системы мероприятий по организации и ведению лесного хозяйства на перспективный период
- б. направленное изменение отдельных природных условий главным образом для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, достигаемое лесоводческими мероприятиями
- в. изъятие древесины для хозяйственных нужд
- г. игнорирование лесного законодательства, незаконная порубка и уничтожение деревьев и кустарников, уничтожение или повреждение леса в результате поджога или небрежного обращения с огнем, повреждение леса сточными водами, химическими веществами, промышленными и коммунально-бытовыми выбросами, отходами и отбросами

71. Что такое озеленение?

- а. вовлечение почв в сельскохозяйственное производство
- б. увеличение влажности почв
- в. поддержание экологического равновесия на планете и в отдельных ее регионах с помощью рационального соотношения различной степени преобразованных человеком и естественных участков природы

- г. культивация на свободных от застройки и дорог пространствах населенных мест и их окрестностей дикорастущих и (или) окультуренных растений для улучшения качества среды

72. Изначальный источник энергии в большинстве экосистем:

- а. минеральные вещества
- б. солнечный свет
- в. пищевые объекты
- г. все перечисленное верно

73. Озоновый слой в верхних слоях атмосферы:

- а. задерживает тепловое излучение Земли
- б. является защитным экраном от УФ-излучения
- в. очищает природную среду от промышленного загрязнения
- г. способствует выпадению осадков

74. Такая экологическая ситуация характеризуется очень значительными и практически не компенсируемыми изменениями природного окружения заменой естественных экосистем малопродуктивными вторичными системами истощением ресурсов и резким ухудшением здоровья населения, требующим принятия срочных мер.

- а. конфликтная
- б. катастрофическая
- в. критическая
- г. кризисная

75. Данная экологическая ситуация означает необратимость изменений природы, утрату природных ресурсов, угрозу жизни людей, утрату геннофонда и уникальных природных объектов.

- а. конфликтная
- б. катастрофическая
- в. критическая
- г. кризисная

76. К объектам всемирного природного наследия на территории Российской Федерации относятся...

- а. озеро Байкал
- б. река Волга
- в. побережье Черного моря
- г. Уральские горы

77. Ученый, сформулировавший закон необратимости взаимодействия «Человек – Биосфера»

- а. Т. Шарден
- б. П. Дансеро
- в. В. Шелфорд
- г. Д. Медоуз

78. Памятники природы – это:

- а. участки территорий или акваторий, навечно изъятые из хозяйственного использования
- б. отдельные природные объекты (водопады, пещеры и др.)
- в. территории, для которых характерен частичный режим охраны
- г. участки территории, выделенные для сохранения природы в оздоровительных и эстетических целях

79. Ученый, сформулировавший экологический императив:

- а. Н. Моисеев
- б. С. Шварц
- в. Н. Реймерс
- г. Ю. Одум

80. Максимальный уровень воздействия антропогенных факторов, при котором сохраняется функциональная целостность экосистем, называется:

- а. ПДЭН
- б. ПДК
- в. ПДВ
- г. ПДС

81. Всемирный форум в Рио-де-Жанейро, на котором была принята «Повестка дня XXI век» прошел в ... году:
- а. 1992
 - б. 1968
 - в. 1993
 - г. 1972
82. Первая Международная конференция по охране окружающей среды прошла в Стокгольме в ... году:
- а. 1968
 - б. 1970
 - в. 1984
 - г. 1972
83. В понятие «мониторинг» не включается:
- а. управление качеством окружающей среды
 - б. оценка фактического состояния окружающей среды
 - в. оценка прогнозируемого состояния окружающей среды
 - г. прогноз состояний
84. Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» был принят в ... году:
- а. 1990
 - б. 2002
 - в. 1993
 - г. 1995
85. Какое из определений мониторинга наиболее точно отражает его сущность:
- а. наблюдение за состоянием окружающей среды
 - б. наблюдение, оценка и прогноз состояния окружающей среды
 - в. количественная оценка состояния окружающей среды
 - г. управление качеством окружающей среды
86. Экологическая опасность характеризуется:

- а. вероятностью ухудшения показателей качества природной среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих угрозу экосистемам и человеку
- б. количеством вреда, нанесенным объектам окружающей среды
- в. ущербом окружающей среде
- г. любым ущербом от нарушений правил охраны природы

87. К ведению какого учреждения Организация Объединенных Наций относит сельскохозяйственные и мировые продовольственные ресурсы:

- а. МСОП
- б. ФАО
- в. ВОЗ
- г. МАГАТЭ

88. Когда и где состоялась вторая встреча на высшем уровне (первая прошла в 1992 г. в Рио-де-Жанейро) по проблемам экологии и устойчивого развития:

- а. март 2002 г., Нью-Йорк
- б. сентябрь 2002 г., Йоханнесбург
- в. июнь 2002 г., Страсбург
- г. декабрь 2002 г., Москва

89. В рамках какой организации ООН создана Всемирная система слежения (мониторинга) за состоянием и изменениями биосферы:

- а. ЮНЕП
- б. ЮНЕСКО
- в. ЮНИДО
- г. ВОЗ

90. Какая структура из перечисленных финансирует проект сохранения биоразнообразия РФ:

- а. Всемирный банк
- б. Глобальный экологический фонд
- в. Фонд Сороса

г. Правительство РФ

91. Биологический круговорот в биосфере обеспечивается

- а. интенсивностью размножения продуцентов
- б. перемещением веществ в трофических цепях
- в. борьбой за существование

92. Решению проблемы устойчивого развития биосферы способствует

- а. сокращение численности ряда видов
- б. вселение новых видов в сообщества
- в. уничтожение вредителей сельскохозяйственных культур
- г. устранение загрязнения окружающей среды

93. Основной причиной неустойчивости экосистем является

- а. колебание температуры среды
- б. недостаток пищевых ресурсов
- в. несбалансированность круговорота веществ
- г. повышенная численность некоторых видов

94. Главной причиной биологического регресса многих видов животных и растений в настоящее время является:

- а. изменение климата
- б. хозяйственная деятельность человека
- в. изменение рельефа
- г. увеличение численности хищников

95. Основу стабильного существования биосферы обеспечивает

- а. наличие в ней хищников
- б. применение на полях высокой агротехники
- в. создание заповедных территорий
- г. биологический круговорот веществ

96. К глобальным изменениям в биосфере, связанным с гибелью многих организмов вследствие появления у них ряда отрицательных мутаций, может привести

- а. парниковый эффект

- б. таяние ледников
- в. вырубка лесов
- г. расширение озоновых дыр

97. В рамках какой организации ООН создана система слежения (мониторинга) за состоянием и изменениями здоровья мирового населения:

- а. ЮНЕП
- б. ЮНЕСКО
- в. ЮНИДО
- г. ВОЗ

98. Какая международная организация занимается ведением Красных книг и регулировкой мирового промысла животных, а также вопросами перевозки и торговли видами дикой фауны и флоры:

- а. МСОП
- б. ФАО
- в. ВОЗ
- г. МАГАТЭ

99. Как называется международное соглашение, регулирующее производство и использование озонразрушающих веществ?

- а. Киотский протокол
- б. Монреальский протокол
- в. Стокгольмский протокол
- г. Гаагский протокол

100. Как называется международное соглашение, регулирующее выброс в атмосферу парниковых газов?

- а. Киотский протокол
- б. Монреальский протокол
- в. Стокгольмский протокол
- г. Гаагский протокол

Примерный перечень контрольных вопросов при подготовке к зачету

1. В.И. Вернадский - создатель Учения о биосфере.
2. Источники биосферных представлений.
3. Предпосылки и истоки учения В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере.
4. Основные концепции биосферы: географическая и биогеохимическая. Основные направления исследований и достигнутые результаты.
5. Вклад отечественных ученых в создание нового научного мировоззрения, в развитие современной концепции естествознания.
6. Основные концепции биосферы.
7. Понятие о биосфере в истории и современности.
8. Физико-химические условия и пределы биосферы.
9. Верхняя граница и озоновый слой.
10. Неоднозначность нижней границы биосферы.
11. Биосфера как единая оболочка Земли
12. Основные компоненты биосферы
13. Распределение живого вещества в биосфере.
14. Поле существования и поле устойчивости жизни.
15. Живое вещество биосферы.
16. Биокосное вещество и биокосные системы планеты: почва, природные воды, атмосфера.
17. Биогенное вещество и ископаемые продукты жизнедеятельности организмов.
18. Косное вещество и горные породы.
19. Мощность биосферы в зависимости от широты.
20. Гетерогенность и единство биосферы как особой оболочки Земли.
21. Разработка В.И. Вернадским атомистического подхода к живому веществу.

22. Живое вещество полноправный важнейший компонент материального мира.
23. Основные фундаментальные свойства живого вещества.
24. Границы между живым и неживым веществом.
25. Фундаментальные свойства живого вещества: фракционирование изотопов атомов элементов, практическое использование.
26. Основные биогеохимические функции живого вещества по В.И. Вернадскому.
27. Биогеохимические функции живого вещества по В.И. Вернадскому.
28. Живое вещество как космопланетарное явление.
29. Планетогенный аспект деятельности живого вещества: формирование химического состава планетарных оболочек Земли (атмосферы, гидросферы и литосферы).
30. Происхождение вадозных минералов, бурых и каменных углей, горючих сланцев, нефти и газа пород стратисферы.
31. Фундаментальные свойства живого вещества: явления симметрии в жизненных процессах, принцип диссимметрии Пастера.
32. Роль человека как части живого в реализации геохимической функции живого вещества (биогеохимическая деятельность).
33. Принципиальное сходство и единство биохимического субстрата жизни по данным современной науки.
34. Концентрационная функция живого вещества как глобальное следствие питания организмов.
35. Газовая функция живого вещества как глобальное следствие дыхания живых организмов.
36. Обобщения В.И. Вернадского, касающиеся размножения живых организмов в связи с биохимической функцией живого вещества.
37. Космические и планетарные предпосылки развития жизни на Земле.

38. Эволюция атмосферы Земли, роль живого вещества.
39. Эволюция гидросферы Земли, роль живого вещества.
40. Эволюция литогенеза и геохимических процессов в осадочной оболочке Земли под влиянием естественноисторических преобразований живого по Н.М. Страхову.
41. Типы литогенеза и роль живого вещества.
42. Принципиальные условия возникновения сложного из относительно простого к абиогенной и биогенной эволюции и их применимость к эволюции материи в направлении жизни на Земле, стадии перехода одноклеточных организмов в многоклеточные.
43. Закономерности эволюции живых организмов.
44. Движущая сила эволюции биосферы.
45. Скорость размножения различных организмов как энергетическая константа. «Давление жизни» по В.И. Вернадскому.
46. Жизнь как форма дифференциации материи, обмен веществом, энергией и информацией с окружающей средой.
47. Модели эволюции биосферы.
48. Правило направленности эволюционных процессов по В.И. Вернадскому.
49. Правило полной заселенности Земли во все геологические времена.
50. Биогеохимические принципы эволюции биосферы В.И. Вернадского.
51. Химические предпосылки развития жизни на Земле: роль аномальных свойств воды, диоксида углерода и микроэлементов.
52. Закономерности эволюции живых организмов.
53. Основные этапы развития жизни на Земле.
54. Гипотеза Опарина, предбиологические системы, условия прогрессивной эволюции простейших живых организмов.

55. Закономерности биогенной миграции химического вещества в биосфере.
56. Биогеохимические круговороты вещества как основной механизм поддержания организованности и устойчивости биосферы.
57. Роль растений, животных и микроорганизмов в миграции биогенных элементов.
58. Степень замкнутости биогеохимических круговоротов биогенных элементов и ее планетарное значение.
59. Классификация и параметры биогеохимических круговоротов.
60. Концепция В.И. Вернадского об организованности биосферы закономерной части космо-планетарной организации.
61. Антропогенное воздействие на биосферу в целом: виды, источники, масштабы и последствия.
62. Меры по защите и снижению антропогенного воздействия на биосферу и ее составные компоненты.
63. Понятие о ПДК, ПДУ, ПДВ, ПДС, ПДН.
64. Суть экологизации производства. Меры по защите и снижению антропогенного воздействия на составные компоненты биосферы.
65. Антропогенная защита атмосферы.
66. Антропогенная защита гидросферы.
67. Антропогенная защита литосферы.
68. Антропогенная защита растительного мира.
69. Антропогенная защита животного мира.
70. Защита от особых видов воздействий на биосферу.
71. Защита от экстремальных видов воздействий на биосферу.
72. Пространственная и временная организация биосферы.
73. Организованность биосферы как функция организованности системы Земли.

74. Организованность биосферы на биологическом уровне. Механизмы самовоспроизведения живых систем на разных уровнях системной организованности по Тимофееву-Ресовскому.
75. Виды энергии в биосфере.
76. Биосфера как открытая термодинамическая система.
77. Источники и потоки эндогенной и экзогенной энергии в биосфере.
78. Потоки трансформированной энергии биосферы.
79. Составляющие энергетического баланса биосферы.
80. Этапы развития форм взаимодействия человека и среды.
81. Масштабы воздействия человека на биосферу на локальном и глобальном уровнях и экологический кризис.
82. Основные взгляды и концепции о ноосферной организации биосферы.
83. Ноосфера по В.И. Вернадскому. Путь человечества к ноосфере.
84. Биогеохимическая деятельность человека и ее геологическая роль.
85. Концепция устойчивого развития человеческой цивилизации.
86. Пути сохранения организованности биосферы и развития человеческой цивилизации.

Рекомендуемая литература

1. Абрамович Д.Н., Маттун Э.Т. Переориентирование экономики производства лесной продукции //Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. - С. 84-108.

2. Адам А.М. Глоссарий по экологии, экологической безопасности техносферы, природопользованию и охране окружающей среды : справочное пособие / Авт.-сост. А.М. Адам, О.Д. Лукашевич. - Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. - 368 с.

3. Акимова Т.А. О нечувствительности экономики к экологическому кризису// Экология и жизнь. - 2006. - № 8. - С. 19-22.

4. Акимова Т.А. Экология. Природа - Человек - Техника : учебник / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В. Хаскин. - М.: Экономика, 2007. - 510 с.

5. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002.

6. Алексеевский Н.И., Гладкевич Г.И. Водные ресурсы в мире и в России за 100 лет //Россия в окружающем мире: 2003. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. - С. 114-145.

7. Барлыбаев Х.А. Путь человечества: самоуничтожение или устойчивое развитие. - М.: Издание Государственной Думы, 2001.

8. Барсуков О.А., Барсуков К.А. Радиационная экология. - М.: Научный мир, 2003.

9. Бганба В.Р. Социальная экология: учеб. пособие. - М.: Высшая школа, 2004. - 309 с.

10. Бестужев-Лада И.В. Альтернативная цивилизация. - М.: ВЛАДОС, 1998.

11. Борейко В. Прорыв в экологическую этику. 4-е изд., доп. - К.: Киевский эколого-культурный центр, 2005.

12. Борисов Т.Н. Апокалипсис в масштабах Европы // Экология и жизнь.

2002. № 1. С. 48-51.

13. Браун Л. Р. Экоэкономика: Как создать экономику, оберегающую планету / Вступ. сл. В.И. Данилова-Данильяна; Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2003.

14. Браун Л., Флейвин К. Новая экономика для нового столетия // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 1-28.

15. Бринчук ММ. Экологическое право: учебник для вузов. - М.: Юристъ, 2002. - 235 с.

16. Вайнер Д. Экология в Советской России. Архипелаг свободы: заповедники и охрана природы. - М.: Прогресс, 1991.

17. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат - половина, отдача - двойная. Новый доклад Римскому клубу. - М.: Academia, 2000.

18. Вальков В.Ф. Почвоведение : учебник для вузов / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. - М.: ИКЦ «Март», 2006. - 496 с.

19. Василенко О.И. Радиационная экология. - М.: Медицина, 2004.

20. Введение в химию окружающей среды / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелз [и др.] ; пер. с англ. - М.: Мир, 1999. - 271 с.

21. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. - М., 1987.

22. Вернадский В.И. Биосфера. - М. : Мысль, 1967. - 363 с.

23. Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. - М. : Наука, 1991. - 271 с.

24. Вернадский В.И. О ноосфере // Биосфера и ноосфера. - М. : Наука, 1989. -145-150 с.

25. Гальперин М.В. Экологические основы природопользования: Учебник. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002.

26. Гарднер Г., Ассадурян Э., Сарин Р. Состояние потребления сегодня // Россия в окружающем мире: 2004. Аналитический ежегодник. - М.: Модус-К-Этерна, 2005. С. 181-209.

27. Гарднер Г., Сампат П. Выковывание устойчивой материальной экономики //Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 58-77.
28. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. - М., 1989.
29. Гладкий Ю.Н., Лавров С.Б. Дайте планете шанс!: Кн. для учащихся. - М.: Просвещение, 1995.
30. Глазовский Н.Ф. Современные подходы к оценке устойчивости биосферы и развитие человечества // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. Развитие идей Виктора Абрамовича Ковды. К 100-летию со дня рождения. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 20-49.
31. Гор Э. Земля на чаше весов. Экология и человеческий дух. - М.: ППП (Проза. Поэзия. Публицистика), 1993.
32. Горелов А.А. Экология: конспект лекций. - М.: Высшее образование, 2008. - 191 с.
33. Горин В.М. Экология : учебник для технических вузов / В.М. Горин, И.А. Кленова, Колесников В.И. - Ростов-н/Д.: Феникс. 2001. - 384 с.
34. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. - М.: ВИНТИ, 1995. XXVIII.
35. Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей природной среды // Итоги науки и техники. Сер. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. - М.: ВИНТИ, 1990.
36. Градостроительный кодекс РФ. - М. : Омега-Л., 2005. - 96 с.
37. Гридел Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология: Учеб. пособие для вузов: Пер. с англ. / Под ред. проф. Э.В. Гирусова. - М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2004. (Серия «Зарубежный учебник»).
38. Данилов-Данильян В.И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект / В.И. Данилов-Данильян, М.Ч. Залиханов, К.С. Лосев. - М.: МППА БИМПА, 2007. - 288 с.

39. Данилов-Данильян В.И. Экологический вызов и устойчивое развитие : учеб. пособие // В.И. Данилов- Данильян, К.С. Лосев. - М.: Прогресс-Традиция, 2000. - 268 с.
40. Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Лосев К.С. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
41. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие: Учеб. пособие. - М.: Прогресс-Традиция, 2000.
42. Данн С. На пути к «декарбонизации» мировой энергетической системы //Состояние мира 2001. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2003. С. 115-146.
43. Дежкин В.В. Охота и рыболовство в США и России - материал для размышлений // Россия в окружающем мире: 2004. Аналитический ежегодник. - М.: Модус-К-Этерна, 2005. С. 151-180.
44. Добровольский Г.В. Почвенные ресурсы России за 150 лет //Россия в окружающем мире: 2000. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. - С. 110-125.
45. Дольник В. Непослушное дитя биосферы: Беседы о человеке в компании птиц и зверей. - М.: Педагогика-Пресс, 1994.-208 с.
46. Дрейер О.К., Лось В.А. Экология и устойчивое развитие: Учеб. пособие. - М.: Изд-во УРАО, 1997.
47. Жизнеспособность популяций / Под ред. М. Сулей.-М.: Мир, 1989.-224 с.
48. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. - Кишинев: Штиница, 1990.
49. Зайцев А.А., Сергеев В.А. Россия в окружающем мире: 1999. / Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 41-57.
50. Иванов О.В., Мельник Л.Г., Шепеленко А.Н. В борьбе с драконом «Когай»: Опыт природопользования в Японии. - М.: Мысль, 1991.

51. Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов / под ред. Ю.А. Бирмана. - М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов. - 2002. - 296 с.
52. Клименко А.В., Клименко В.В. Виновато ли человечество в глобальном изменении климата // Россия в окружающем мире: 1998. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С. 53-66.
53. Коммонер Б. Замыкающийся круг. Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 287 с.
54. Кондратьев К.Я. Глобальные изменения на рубеже тысячелетий // Экология и жизнь. 2002. № 1. С. 38-42.
55. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // Зеленый мир. - 1996. - № 12. - С. 3-5.
56. Королев В.А. Современные проблемы экологической геологии // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 4. С. 60-65.
57. Кутырев В.А. Утопическое и реальное в учении о ноосфере // Природа. 1990. № 11. С. 3-10.
58. Лаппо А.В. Следы былых биосфер, или Рассказ о том, как устроена биосфера и что осталось от биосфер геологического прошлого. - М., 1987.
59. Ларин В.И., Мнацаканян Р.А., Честин И.Е., Шварц Е.А. Охрана природы России: от Горбачева до Путина. - М.: КМК, 2003.
60. Ласло Э. Макродви́г (К устойчивости мира курсом перемен) / Предисл. Артура Ч. Кларка. - М.: Тайдекс Ко, 2004. (Библиотека журнала «Экология и жизнь». Сер. «Устройство мира».)
61. Лебедев В.Г. Продовольственная безопасность и трансгенные продукты //Россия в окружающем мире: 2004. Аналитический ежегодник. - М.: Модус-К-Этерна, 2005. С. 128-150.
62. Лулоф И. Россия в окружающем мире - взгляд со стороны маленькой страны Голландии // Россия в окружающем мире: 1999. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 135-141.
63. Львов Д.С., Моисеев Н.Н. Россия в поисках третьего пути. Вехи 2001 года // Россия в окружающем мире: 1999. Аналитический ежегодник. - М.:

Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 15-25.

64. Манатов А.В. Краткий словарь терминов по геоэкологии и экологической безопасности: учеб. пособие/ А.В. Мананков, В.П. Парначев. - Томск: Изд-во Изд-во Том. гос. архиг.-строит. ун-та, 2003. - 268 с.

65. Марфенин Н.Н. Концепция «устойчивого развития» в развитии / Россия в окружающем мире: 2002. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. С. 126-176.

66. Марфенин Н.Н., Фомин С.А. Ресурсы экополитики в современной России // Россия в окружающем мире: 2003. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. С. 32-62.

67. Мастни Л. Переориентация международного туризма //Состояние мира 2002. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2003. С. 122-153.

68. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учеб. пособие. - М.: Прогресс - Пангея, 1994.

69. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды и природных ресурсов. Справочное пособие /Автор и составитель: Е.А. Высторобец. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2000.

70. Методы исследования качества воды водоемов / Ю.В. Новиков, Лас-точкина [и др.] / под ред. П. Шицковой. – М., 1990.

71. Моисеев Н.Н. Быть или не быть... человечеству? - М., 1999.

72. Мокиевский В. О., Спиридонов В.А. Что означают для России ее морские биологические ресурсы // Россия в окружающем мире: 1999. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 119-134.

73. Мокиевский В.О. Сохранение природных богатств России //Россия в окружающем мире: 1998. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С. 165-186.

74. Мюррей Р. Цель - ZeroWaste: Пер. с англ. - М.: ОМНОО «Совет Гринпис», 2004.

75. Наше общее будущее. - М.: Прогресс, 1989.

76. Небел Б. Наука об окружающей среде: В 2 т. - М.: Мир, 1993.
77. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учебное пособие для вузов. - М.: Агентство «ФАИР», 1998.
78. О'Меара М. Каким быть городу будущего? // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 190-221.
79. Одум Ю. Экология. - М.: Мир, 1986. - Т. 1. - 328 с.; Т. 2. - 346 с.
80. Основы экологического аудита. Учебное пособие для экологических аудиторов, системы профессиональной переподготовки и повышения квалификации госслужащих, руководителей и специалистов промышленных предприятий. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2001.
81. Передельский Л.В. Строительная экология: учеб. пособие / Л.В. Передельский, О.Е. Приходченко. - Ростов-н/Д.: Феникс, 2003. - 320 с.
82. Передельский Л.В. Экология: учебник. - М. : Проспект, 2007. - 512 с.
83. Перелет Р.А. Переход к эре устойчивого развития? // Россия в окружающем мире: 2003. Аналитический ежегодник. - МИзд-во МНЭПУ, 2003. С. 10-31.
84. Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России. - М.: КМК, 2002.
85. Платт-Макгинн А. Дать Мировому океану новый путь развития // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 109-138.
86. Потапов А.Д. Экология: учебник для строит, спец. вузов. - М. : Высшая школа, 2004. - 446 с.
87. Практикум по экологии: учеб. пособие / С.В. Алексеев, Н.В. Груздева, А.Г. Муравьев [и др.] - М.: АО МДС, 1996. - 190 с.
88. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. - М., 1986.
89. Примак Р.Б. Основы сохранения биоразнообразия: Пер. с англ. О.С. Якименко, О.А. Зиновьевой. - М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002.

90. Прохоров Б.Б. Миграция населения и общественное здоровье в России в прошлом и настоящем // Россия в окружающем мире: 2002. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. С. 78-109.
91. Прохоров Б.Б. Состояние здоровья населения России за 100 лет // Россия в окружающем мире: 2000. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. С. 133-168.
92. Прохоров Б.Б. Экология человека. - М.: Академия, 2003.
93. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды : словарь-справочник. - М.: Просвещение, 1992. - 320 с.
94. Реймерс Н.Ф. Природопользование : словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990. - 637 с.
95. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии: Учеб. пособие. - Самара: Самарский научный центр РАН, 1999.
96. Рудмэн Д.М. Построение устойчивого общества // Состояние мира 1998. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 247-275.
97. Сампат П. Пора перестать зависеть от добычи природных ископаемых // Россия в окружающем мире: 2003. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. С. 159-188.
98. Семенов Е.К. Грандиозные последствия далекого «Эль-Ниньо» // Россия в окружающем мире: 1999. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 197-212.
99. Соловьянов А.А. Озоновый кризис и Монреальский протокол // Россия в окружающем мире: 1998. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С. 67-81.
100. Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000.
101. Состояние мира 2001. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2003.

102. Состояние мира 2002. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2003.
103. Столяренко Л.Д. Основы психологии. - Ростов н/Д.: Феникс, 1997. - 736 с.
104. Сугробов Н.П. Строительная экология: учеб. пособие для сред, профобразования / Н.П. Сугробов, В. Фролов. - М.: Центр Академия, 2004. - 416 с.
105. Таксип Д. Оценка преимуществ биоразнообразия растений // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу: Пер. с англ. - М.: Весь мир, 2000. С. 139-165.
106. Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России / Ин-т географии РАН. - М.: Наука, 2005.
107. Усманов С.М. Радиация: Справочные материалы. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001.
108. Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: Зарубежный опыт и проблемы России». - М.: Т-во научных изданий КМК. 2005.
109. Флейвин К. Наследие Рио // Россия в окружающем мире: 1998. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С. 7-38.
110. Флейвин К., Данн С. Ответ на угрозу изменения климата // Россия в окружающем мире: 1999. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С. 170-196.
111. Френч Х. Реформирование глобального управления // Россия в окружающем мире: 2002. Аналитический ежегодник. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2002. С. 177-212.
112. Шеер Г. Восход солнца в мировой экономике. Стратегия экологической модернизации. - М.: Тайдекс Ко, 2002.
113. Шишков Ю.В. Глобализация и антиглобализм в современном мире // Россия в окружающем мире: 2003. Аналитический ежегодник - М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. С. 63-87.

114. Шишков Ю.В. Прекратится ли рост человечества? // Биология в школе. 2005. № 7 (Учителю экологии. № 4.С. 2-9).
115. Шустова Л.В. Химические основы экологии / Л.В. Шустова, С.Б. Шустов. - М. : Просвещение, 1994. - 239 с.
116. Эдмондсон Т. Практика экологии. Об озере Вашингтон и не только о нем: Пер. с англ. - М.: Мир, 1998.
117. Экологическая доктрина Российской Федерации // Экологическое спасение (газета). - 2002. - № 6.
118. Экология: учебник для технических вузов / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев [и др.]; под ред. Л.И. Цветковой. - М.: Изд-во АСВ; СПб.: Химиздат, 2001. - 552 с.
119. Яблоков А.В. Наше общее будущее // Энциклопедия для детей. Том 19. Экология. - М.: Аванта+, 2001. С. 335-339.
120. Brown Lester R. Who will Feed China? Wake-Up Call for a Small Planet. - New York - London: W.W. Norton & Company, 1995.
121. XX век: последние 10 лет. 1990-1991. Сборник статей из ежегодников «Stateoftheworld», издаваемых институтом «Worldwatch». - М.: Прогресс - Пангея, 1992.