

В. В. Маврицев

ОТВЕТЫ
на
экологические
вопросы

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ



МАВРИЩЕВ В.В.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ
ОТВЕТЫ НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

РЕПОЗИТОРИЙ БГУ

МИНСК
«ТЕТРАЛИТ» - 2013

Маврищев В. В.

М12 Основы экологии : ответы на экзаменационные вопросы /

В.В. Маврищев. – Минск : Тетарлит, 2013. – 176 с.

ISBN 978-985-7067-33-6.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1. ПРЕДМЕТ И СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИИ	6
1.1. Что изучает экология?	6
1.2. Краткая история экологического знания	7
1.3. Современное определение экологии	11
1.4. Структура экологии	14
1.5. Предмет и объекты изучения экологии	16
2. СРЕДА ОБИТАНИЯ	17
2.1. Понятие о среде обитания	17
2.2. Абиотическая среда	18
2.3. Живые организмы как среда обитания	23
3. ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	25
3.1. Понятие об экологических факторах	25
3.2. Абиотические факторы	27
3.2.1. Климатические факторы	27
3.2.2. Эдафические факторы (факторы почвенной среды)	31
3.2.3. Орографические факторы	31
3.2.4. Гидрографические факторы	32
3.2.5. Химические факторы	33
3.2.6. Пирогенный фактор (пожары)	33
3.3. Биотические факторы	34
3.4. Понятие лимитирующих факторов	36
3.5. Закон минимума Либиха	37
3.6. Закон толерантности Шелфорда	38
3.7. Жизненные формы организмов	40
4. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ	42
4.1. Определение и сущность популяции	42
4.2. Характеристика популяций	44
4.3. Взаимодействия между популяциями	48
4.4. Конкуренция. Закон конкурентного исключения Гаузе	51
5. БИОЦЕНОЗ	53
5.1. Понятие биоценоза	53
5.2. Пространственная структура биоценоза	54
5.3. Трофическая структура биоценоза	57
5.4. Пищевые цепи, экологические пирамиды	59
5.5. Экологическая ниша	62
6. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ	64
6.1. Сущность экосистемы	64
6.2. Динамика экосистем	65
6.3. Экологическая сукцессия	67
6.4. Экосистема и биогеоценоз	70
6.5. Агроэкосистемы	73

7. БИОСФЕРА	76
7.1. Понятие биосферы	76
7.2. Учение В.И. Вернадского о биосфере	79
7.3. Ноосфера	81
7.4. Живое вещество биосферы	83
7.5. Проблема численности населения планеты, демографический взрыв.....	86
8. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ	89
8.1. Понятие природных ресурсов	89
8.2. Понятие топливно-энергетических ресурсов	89
8.3. Водные ресурсы Беларуси	93
8.4. Почвенные ресурсы Беларуси	95
8.5. Растительные ресурсы Беларуси.....	96
8.6. Состояние ресурсов животного мира Беларуси	99
9. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ	100
9.1. Понятие экологического кризиса и экологические проблемы современности	100
9.2. Парниковый эффект	103
9.3. Состояние озонового экрана	105
9.4. Проблема кислотных осадков	108
10. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ	110
10.1. Охрана флоры и фауны. Красная книга Беларуси	110
10.2. Заповедные и другие охраняемые территории	114
10.3. Биосферные заповедники	115
10.4. Система охраняемых объектов Беларуси.....	117
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	120

ПРЕДИСЛОВИЕ

Немецкий естествоиспытатель прошлого века Эрнст Геккель не мог предполагать, что, благодаря предложенному им термину «экология», его станут величать «крестным отцом», а иногда и основоположником новой научной дисциплины, ставки которой в настоящее время повышаются с каждым годом. Наука экология в XXI веке стала общечеловеческим, глобальным понятием, мерилom отношения человека разумного к окружающей его природе: к бурливой речке и едва журчащему ручейку, к зеленой травинке и раскидистому кусту, к изящной бабочке и дикому зверю в лесу.

Экология стала дисциплиной системного переосмысления всех открытий человеческого разума, ведущих к нормальному функционированию и устойчивому развитию планеты Земля в целом и в ее частях. Экология открыла миру глаза на процессы, имеющие глобальное значение, и в то же время именно с этими процессами связаны самые неприятные ожидания, а возможно, и беды человечества.

Экологические проблемы на современном этапе приобрели глобальный характер. Решение этих проблем требует международного сотрудничества на основе интеграции интеллектуального и практического потенциала в области охраны окружающей среды. Эти проблемы будут успешно решены, если каждый человек будет экологически мыслить и действовать.

Долг современного человека оставить своим потомкам, будущим поколениям землян, ту часть природного наследия, которую еще можно сохранить. И дело здесь даже не в утилитарном подходе только с точки зрения полезности природных ресурсов. А разве не важна этическая составляющая или эстетическая сторона? Разве красота сама по себе не заслуживает уважения?

Ведь никому не придет в голову переплавить золотую маску фараона Тутанхамона на монеты или ювелирные украшения. Или растолочь статую Давида великого Микеланджело, чтобы наделать из нее брикетов для строительства, так же как и пустить на растопку полотна импрессионистов. По словам современника Дарвина и его сооткрывателя эволюции путем естественного отбора Альфреда Уоллеса - бездумное разрушение видов «не испытывающих заботы и неоткрытых» – сравнимо с поджиганием отделов огромной библиотеки и сжиганием книг, которые никто не читал. Каждый является хранилищем информации.

Есть мудрая индийская пословица, которая гласит: «Когда Вы убьете последнего зверя и отравите последний ручей, тогда Вы поймете, что деньгами питаться нельзя». Аналогично в современном человеческом обществе богатства и сытости уже недостаточно для выживания. Нужна также благоприятная среда жизни. Мы называем это окружающей средой, или природной средой. Если качество этой среды не соответствует определенным параметрам, то и интенсивность

проявления деятельности человека будет резко снижена до определенной границы, за пределами которой наступает коллапс (угрожающее жизни состояние), и последующая гибель.

Вот такая ситуация может ожидать нас, все человечество, если всерьез не заняться решением основных экологических проблем, накопившихся в окружающем нас мире. И источником всех этих бед и проблем в конечном счете является сам человек.

Значение природы неопределимо в жизни каждого человека. Воздух, вода, малахитовый ковер лугов, щебетание птиц, белка на дереве, бодрящий аромат тенистых лесов - все это природа. «Кладовой солнца» назвал ее Михаил Пришвин. Но черпать из этой кладовой нужно с большой осторожностью. Природа похожа на уязвимую паутину. Коснитесь одной паутинки - и дрогнут все остальные.

В определении этического отношения человека к окружающей его живой среде важное значение имеет непосредственный его контакт с самой природой. Именно при этом формируются его этические взгляды и воззрения. Если человек сам непосредственно каким-то добрым делом соприкоснется с природой, например, вырастит дерево или цветок, то прежде чем сломать ветку или сорвать растение, он непременно задумается, а нужно ли это делать? Постоянное и доброе общение с природой необходимо каждому. Тогда человеку откроются три важнейшие заповеди - он должен хорошо знать природу и ее законы, беречь и охранять ее, и, конечно же, приумножать ее богатство.

Данное пособие основано на материалах лекций, которые много лет автор читает на факультете естествознания Учреждения образования «Государственный педагогический университет имени Максима Танка», а также учебника и учебных пособий по общей экологии, изданных автором за последние годы.

1. ПРЕДМЕТ И СОДЕРЖАНИЕ ЭКОЛОГИИ

1.1. Что изучает экология?

Слово «экология» сегодня знают все, но в большинстве случаев мало кто даст правильный ответ на вопрос – что же изучает экология? Чаще всего ответы сводятся к охране природы, заботе о чистоте природных вод, воздуха, ближайшего окружения человека.

В последнее время оно употребляется по любому случаю и столь часто, что сам смысл его затерялся где-то в анналах научных публикаций. Оно стало модным. Его упоминают политики и ученые, писатели и философы, активисты общественного движения и просто обыватели. В последнее время часто можно встретить такое словосочетание как «плохая экология». У нас в городе (поселке, области) плохая экология. И никто не задумался об абсурдности и неверности данного положения. Действительно, не смешно ли звучит фраза: «у нас в городе плохая физика (или химия, или психология)»? А вот термин «экология», оказывается, можно употреблять в сочетании с такими прилагательными как «плохая», «ужасная», «грязная» и т.п.

Важность экологии как науки для человека заключается в том, что она изучает его непосредственное природное окружение. Человек, наблюдая природу и присущую ей гармонию, невольно стремился внести эту гармонию в свою жизнь. По мере своего эволюционного развития человек, наблюдая природу и присущую ей гармонию, невольно стремился внести эту гармонию в свою жизнь. Это желание стало особенно острым лишь сравнительно недавно, после того как сделались очень заметными последствия неразумной хозяйственной деятельности, приводящие к разрушению природной среды. А это в конечном итоге оказало неблагоприятное влияние на самого человека. Вот почему термин «экология» получил такое широкое распространение.

На самом деле, оказывается, что экология – это отдельная наука со своими методами, законами, определениями, понятиями.

К сожалению, как часто бывает, употребление к месту и не к месту некоторых, ставших модными слов приводит к тому, что они начинают приобретать очень неопределенное значение, теряя свой истинный смысл.

Следует помнить, что экология - фундаментальная научная дисциплина, идеи которой имеют очень важное значение. И если мы признаем важность этой науки, нам надо научиться правильно пользоваться ее законами, понятиями, терминами. Ведь они помогают людям определять свое место в окружающей их среде, правильно и рационально использовать природные богатства.

1.2. Краткая история экологического знания

На вопрос о том, когда же человек начал изменять природу, американский биолог Пол Эрлих ответил однажды так: «Точно сказать не могу, но это произошло, видимо, от пятнадцати до двадцати пяти тысяч лет тому назад. Все началось тогда, когда первый крестьянин бросил в почву первое зерно в надежде, что оно даст ему новое растение и принесет двадцать новых зерен. Так человек начал систематическое преобразование природы.»

Толчок самой первой в истории человечества научно-технической революции был дан неким безымянным доисторическим Эйнштейном, посадившим во влажную землю первое зерно и вызвавшим этим поступком сельскохозяйственную революцию со всеми сопутствующими ей социальными потрясениями.

Экология - наука сравнительно молодая и находится еще пока в фазе становления. Это связано с тем, что она в той или иной мере затрагивает почти все сферы жизнедеятельности живых организмов (и их совокупностей) и деятельности человека. Это синтетическая наука, которая имеет полное право на существование в общей иерархии современных наук.

Корни экологии уходят в глубочайшую древность. Человек был не просто пассивным наблюдателем, а активным участником природных процессов и преобразователем природы. Уже наскальные изображения первобытных эпох, в которых современный человек узнает силуэты знакомых животных, являются свидетельством того, что проблемы первобытных людей в своей сущности были экологическими. Следует подчеркнуть, что экологические представления возникли непосредственно в связи с практическими запросами человечества. Множество интересных сведений об экологическом мышлении того времени оставили нам древние египетские, индийские, тибетские и античные источники.

Предыстория экологии охватывает античный период и эпоху Возрождения. В работах таких римских авторов как философ Лукреций, поэт Вергилий или натуралист Колумелла, уже содержатся элементы экологических принципов. Зачатки этих принципов можно обнаружить у всех древних цивилизаций, и, возможно, чаще на Востоке, чем на Западе.

Предыстория экологии охватывает античный период и эпоху Возрождения.

Древнегреческие мыслители передали эстафету пришедшим им на смену римским ученым. Ученые Древней Греции и Рима перекинули мостик к мыслителям эпохи Возрождения, которая положила начало новому этапу в развитии мировой цивилизации. Человек начал открывать новые природные территории. Появление в рационе современных людей таких привычных всем растений как картофель, томаты, табак, кофе, кукуруза, рис и многих других стало возможным только благодаря экспедициям знаменитых путешественников того времени – Христофора Колумба, Васко да Гама, Америго Веспуччи и др.

В 1749 году шведский естествоиспытатель Карл Линней опубликовал диссертацию «Экономия природы». В ней он изложил свои взгляды на взаимоотношения живых организмов и влияния на их жизнь условий внешней среды. Заслуга Линнея прежде всего в том, что он впервые последовательно применил бинарную (двойную) номенклатуру, т.е. обозначил для каждого вида растений, животных и микроорганизмов двойное латинское название: первое означало название рода, второе - видовую принадлежность. Одновременно Линней построил наиболее удачную искусственную классификацию растений и животных.

Большое влияние на формирование экологических взглядов имели работы Жана Батиста Ламарка, в которых он затронул проблему воздействия внешних условий на «действия и привычки» живых организмов.

Развитию экологических взглядов биологов XIX века способствовали труды немецкого путешественника и географа Александра Гумбольдта, заложившего основы ботанической географии, в том числе ее экологического направления.

Временем возникновения экологии как науки можно считать середину XIX века, однако, как признанная самостоятельная научная дисциплина экология оформилась около 1900 года.

В 1866 году молодой немецкий биолог Эрнст Геккель в своем капитальном труде «Всеобщая морфология организмов», классифицируя разделы биологии, впервые употребил термин «экология», которым к концу XIX века начали пользоваться многие биологи, причем не только в Германии, но и в других странах.

Если Геккеля можно считать в какой-то мере праотцом новой науки, интуитивно предвосхитившим всю значимость и глобальность экологии, то Чарлз Дарвин заложил ее биологический фундамент - то основание, на котором в дальнейшем росло экологическое знание. Вывод Дарвина о существующей в природе постоянной борьбе за существование принадлежит к числу центральных проблем экологии.

Важным шагом на пути экологии к описанию целостных природных комплексов стало введение немецким гидробиологом Карлом Мёбиусом в 1877 г. понятия о биоценозе. Тем самым были заложены основы важного направления в экологии - биоценологии.

В 20-30-е годы XX века. Были сформулированы основные задачи изучения популяций и сообществ, предложены математические модели роста численности популяций и их взаимодействий, проведены лабораторные опыты по проверке этих моделей.

На этом этапе развития экологии остро почувствовалась нехватка базовой единицы изучения. У других, оформившихся наук такая единица присутствовала. В физике это был атом, в гистологии - ткань, в физиологии - орган, в цитологии - клетка. Отсутствие четко определяемой единицы изучения несколько тормозило развитие экологии.

Такой единицей изучения стала *экологическая система*, или *экосистема*. Ее можно определить как ограниченное во времени и пространстве единство, включающее не только все обитающие в нем организмы, но и физические характеристики климата и почв, а также все взаимодействия между различными организмами и между этими организмами и физическими условиями.

Примером экосистемы может служить тропический лес в определенном месте и в конкретный момент времени, населенный тысячами видов растений, животных и микробов, живущих вместе, и связанными миллионами происходящих между ними взаимодействий.

Термин «экосистема» впервые был предложен английским экологом Артуром Тенсли в 1935 г., но, конечно, представления о ней возникло значительно раньше.

В конце XIX века в естествознании утвердился термин *биосфера* - сфера жизни. Она включает в себя все области нашей планеты, освоенные жизнью. Это и атмосфера, и океан, и все части земной поверхности, где утвердилось жизнь в любых ее формах.

Огромное влияние на развитие экологии оказали работы выдающегося русского геохимика В. И. Вернадского. Он посвятил себя изучению процессов, протекающих в биосфере, и разработал теорию, названную им биогеохимией, которая легла в основу современного учения о биосфере. Впервые вся живая оболочка планеты предстала как единое целое - могучее, сложное и в то же время хрупкое образование. Из учения В.И.Вернадского вытекала необходимость комплексного изучения живых, косных и биологических компонентов биосферы в их динамическом единстве.

К концу двадцатого столетия происходит своего рода «экологизация» современной науки. Это связано с осознанием огромной роли экологических знаний, с пониманием того, что деятельность человека зачастую не просто наносит вред окружающей среде, но и, воздействуя на нее негативно, изменяя условия жизни людей, угрожает самому существованию человечества. Экология становится теоретической основой для рационального использования природных ресурсов.

В настоящее время в экологии выделяют ряд научных отраслей и дисциплин: популяционная экология, географическая экология, химическая экология, промышленная экология, экология растений, животных, человека.

Несмотря на все многообразие, в основе всех направлений современной экологии лежат фундаментальные биологические идеи об отношении живых организмов с окружающей их средой.

Таким образом, всю историю развития экологии можно условно разделить на пять этапов.

I этап - накопление экологических сведений о взаимодействии растений и животных со средой в рамках ботаники и зоологии. Этот этап продолжался с глубокой древности до конца XVIII века.

Данный этап развития экологии является самым длительным, и поэтому его подразделяют на 3 периода.

1. Период древнегреческих философов. В этом периоде накопленные экологические сведения нашли свое отражение в трудах древнегреческих философов.

2. Период древнегреческого застоя. В этом периоде накопление экологических сведений не происходило, поскольку в науке доминирующей была теологическая теория происхождения жизни и виды считались неизменными, влияние среды вообще отрицалось.

3. Период эпохи Возрождения. В эту эпоху великие географические открытия послужили толчком дальнейшего развития различных наук, в том числе и экологии.

II этап - формирование экологических направлений в рамках ботанической и зоологической географии. Он продолжался с конца XVIII века до середины XIX века. На этом этапе быстро развивалась наука биогеография, которая состояла из двух разделов: ботаническая география и зоологическая география, в рамках которых экологические сведения анализировались и на основании этого формировались экологические направления.

III этап - формирование экологии растений и экологии животных как наук об адаптационных организмов к среде обитания. Данный этап продолжался с середины XIX века до начала XX века. Он начинается с момента выхода в свет книги И. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранения благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» в 1859 году. В это время вышла работа Э. Геккеля «Всеобщая морфология организмов».

IV этап - становление экологии как общебиологической науки, являющейся теоретической базой охраны природы. Продолжался он с начала XX века по 60-ые годы. Этап знаменателен тем, что темпы развития экологии существенно ускорились и она сформировалась как общебиологическая наука. Этому способствовало появление и развитие новых научных направлений. В 1923-27 г.г. В.И. Вернадский создал учение о биосфере как глобальной биологической системе планеты Земля.

V этап - развитие глобальной экологии с выделением в ее рамках антропоэкологии (экологии человека). Начался данный этап с 60-х годов XX века и продолжается в настоящее время. Экология начала развиваться такими мощными темпами, что стала проникать во все сферы человеческого знания и человеческой деятельности. Возникли пограничные науки: математическая экология, экологическая биохимия. Появились – промышленная экология, сельскохозяйственная экология, медицинская экология, экономическая экология, социальная и др.

Современный этап развития экологической науки характеризуется признанием того, что проблемы окружающей среды затрагивают все страны мира. Определены приоритетные проблемы глобального характера, такие, как изменения в озоновом слое атмосферы, повышенное

накопление углекислого газа, загрязнение океана, которые не имеют политических границ, и решение которых возможно только при объединении усилий ученых многих стран.

1.3. Современное определение экологии

Существует много определений экологии, однако подавляющее большинство современных исследователей считает, что экология - это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Экология - наука сравнительно молодая и находится еще пока в фазе становления. Это связано с тем, что она в той или иной мере затрагивает почти все сферы жизнедеятельности живых организмов (и их совокупностей) и деятельности человека.

По своему зарождению и особенно развитию экология весьма отличается от других наук, большинство из которых, например, биологию, можно представить в виде ствола дерева, от которого отходят многочисленные ветви (цитология, гистология, физиология и т.п.). Экология же представляет собой как бы массу корней, которые, сливаясь воедино, образуют единый ствол: вначале идут ботаника, зоология, климатология, почвоведение и физическая география, затем биохимия и микробиология, высшая математика (для построения моделей) и, наконец, социология, география населенности, психология и даже экономика. Именно это широкое слияние дисциплин придает экологии силу, вооружает ее средствами для поиска решений все более сложных проблем окружающей среды.

Специфика современной экологии в том, что она из строго биологической науки превратилась в значительный цикл знаний, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики, информатики и других наук. Современная экология - биологизированная биоцентричная наука, но не биология. Биологическая ее составляющая - это взгляд от живого на окружающую его среду и от этой среды на живое.

Для экологии характерен широкий системный межотраслевой взгляд. Грубо говоря, экологию можно трактовать как науку о выживании в окружающей среде. И среды эта может быть разная: и микроструктура, и макро- и даже мегаявление. И методики в этом исследовании могут быть самыми разнообразными - от описательных до аналитических, синтетических и прочих. Такая экология уже совсем не биология и никакая иная наука, она сама по себе, новый раздел знания, равный, а может быть и более широкий, чем математика, физика, химия и так далее, но отнюдь не философия, что следует из самого определения науки о выживании.

Впервые термин «экология» предложил немецкий зоолог Эрнст Геккель в 1866 году. Он определил экологию как область знаний, изучающую экономику природы - исследование общих взаимоотношений животных как с живой, так и с неживой природой.

Слово «экология» произошло от греческих слов «ойкос» (*oikos*) - дом, жилище, местопребывание и «логос» (*logos*) - наука. В дословном переводе слово «ойкос» означает «домоводство», что может быть сопоставимо со значением «домашнее хозяйство». Значение термина «экология» с течением времени сильно менялось.

В последнее время наблюдается искажение истинного смысла и значения термина экология. Слово «экология» с легкой руки непрофессионалов стало применяться довольно широко, охватывая при этом все формы взаимосвязей человека и окружающей среды, оно постепенно утратило значение строго научного термина, употреблявшегося только экологами, и приобрело многообразный расхожий социальный, а порой и политический смысл.

Экологию стали трактовать прежде всего как науку об охране и рациональном использовании природы. Дело дошло до того, что многие не понимают разницы между экологией, охраной природы и рациональным природопользованием. Они считают, что экология – это что-то про чистую воду, чистый воздух, про промышленные выбросы и про то, что нельзя рвать растения и браконьерничать.

Следует заметить: чтобы управлять окружающей средой, ее нужно знать, то есть представлять, как те или иные ее изменения отражаются на человеке и обществе, к каким последствиям ведут. И здесь на помощь приходит экология. Потребности экологии стимулировали углубление знаний о механизмах развития различных природных сред, подвергающихся непосредственному воздействию человека, - воздушного бассейна, водных ресурсов, почвенного покрова, ледников, пустынь, горных областей, лесных экосистем.

Современная экология ориентирует все науки на поиски гармонических взаимосвязей человека и природы, создает научные основы рационального использования природных и биологических ресурсов и охраны природы. В последнее время наблюдается смешение таких понятий, как экология, охрана природы, охрана окружающей среды и природопользование. Поэтому следует особо подчеркнуть самостоятельность экологии как фундаментальной основы всех областей природоохранного знания, конечная цель которых - сохранение среды обитания человека, природы Земли ради здоровья и жизни людей.

Отметим кратко, разделение таких понятий, как охрана природы, охрана окружающей среды и природопользование.

Охрана природы нацелена на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей средой с целью его сохранения и восстановления природных ресурсов и предупреждения вредного влияния результатов хозяйственной деятельности на природу и здоровье человека.

Охрана окружающей среды концентрирует свое внимание прежде всего на потребностях самого человека. Это комплекс самых различных мероприятий (административно-хозяйственных, технологических, юридических, общественных и пр.), направленных на обеспечение функционирования природных систем, необходимых для сохранения здоровья и благосостояния человека.

Природопользование направлено на удовлетворение различных потребностей человека путем рационального использования природных ресурсов и природных условий. Задачи природопользования сводятся к разработке общих принципов осуществления всякой деятельности человека, связанной либо с непосредственным использованием природой и ее ресурсами, либо с изменяющими воздействиями на нее. Рациональное природопользование предполагает обеспечение экономной эксплуатации природных ресурсов и условий с учетом перспективных интересов будущих поколений людей.

Охрана природы, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов - общечеловеческая задача, участвовать в решении которой должен каждый живущий на планете.

Определений экологии в современной научной литературе множество. И почти все они концентрируют внимание на взаимоотношениях между живыми организмами и средой их окружения.

Прежде всего следует помнить, что экология – это наука, изучающая отношения организмов между собой и окружающей средой, между которыми возникает множество разнообразных связей. Организмы же, благодаря этим связям, существуют в природе не как хаотичные скопления, а образуют определенные сообщества - природные системы. К таким системам относятся популяции, биоценозы, экосистемы и биосфера (о них речь пойдет ниже).

В настоящее время подавляющее большинство экологов считает, что экология – это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Наиболее общепринятое определение экологии приводится ниже.

Экология – это наука, которая изучает взаимоотношения организмов между собой и с окружающей их средой, а также структуру и организацию биологических систем различного уровня (популяции, биоценозы, экосистемы).

Так как все живое организовано в экосистемы (вся биосфера в целом - это тоже экосистема высокого уровня), то человек также оказывается включенным в многочисленные экологические взаимосвязи.

1.4. Структура экологии

Экологию можно подразделить на две большие ветви: общую экологию и частную (специальную). **Общая экология** (биоэкология) изучает популяции, взаимоотношения между организмами, организмом и средой, экологию сообществ (биогеоценозов), природные комплексы и биосферу.

Частная или специальная экология занимается изучением экологических аспектов конкретных таксономических групп организмов (экология млекопитающих, экология человека и т.д.) или сообществ (экология сельскохозяйственных экосистем - агроэкология, растительных сообществ - фитоценология и т.д.).

В последнее время в связи с бурным развитием научно-технического прогресса в руках человека оказались весьма совершенные механизмы и научные технологии. Человек расширил поле своей деятельности от микромира (клетка, клеточные структуры) до макромира (исследования космоса и отдаленных галактик).

Взаимодействуя с природой на всех этапах своей жизнедеятельности человечество столкнулось с проблемой безопасности жизнедеятельности. Развитие промышленности, сельскохозяйственного производства привело к возникновению негативных факторов, одинаково влияющих как на окружающую человека природу, так и на самого человека. Возникло новое направление экологии - прикладная экология. Такие прикладные экологии - промышленная (инженерная), сельскохозяйственная, промысловая изучают возможность использования природных ресурсов и среды жизни, допустимые нагрузки на них, формы управления и хозяйствования. Они исследуют воздействие промышленности, транспорта, сельского хозяйства на природу и, наоборот, влияние естественной природной среды на функционирование промышленных предприятий и сельскохозяйственных комплексов.

Современная экология представляет собой как-бы трехуровневое сооружение. В основании, на первом уровне, находятся отдельные особи. Уровнем выше располагаются популяции и сообщества, и последний уровень занимают экосистемы. Каждый уровень характеризуется своими структурными и функциональными характеристиками.

В зависимости от типа изучаемой биологической системы в экологии разделяют следующие разделы.

Аутэкология (от греч. слова «autos» – сам.) – раздел экологии, изучающий взаимоотношение организма с внешней средой, в основе которых лежат его морфофизиологические реакции на воздействие среды. С изучения этих реакций начинается любое экологическое исследование. Причем основное внимание уделяется биохимическим реакциям, интенсивности газового и водяного обмена, а также другим физиологическим процессам, которые определяют состояние организма. В аутэкологии изучаются различные состояния организма и реакции на внешнее воздействие в различные периоды жизни (сезонная и суточная активность). Большое место занимают исследования влияния на организм естественной и искусственной радиоактивности, техногенного загрязнения.

Дэмэкология (от греч. demos – народ) изучает естественные группировки особей одного вида, то есть популяции. Важнейшая задача дэмэкологии – выяснение условий формирования популяций, а также внутривидовых группировок и их взаимоотношений, структуры, динамики, численности популяции.

Эйдэкология (от греч. eidos – образ, вид) или экология видов, наименее разработанный раздел современной экологии.

Синэкология (от греч. syn – вместе) или экология сообществ (биоценология) изучает ассоциации популяции разных видов растений, животных и микроорганизмов, образующих биоценозы, их формирование и развитие, структуру, динамику, взаимодействие с физико-химическими факторами среды, энергетику, продуктивность, а также другие особенности.

Между разделами экологии существует тесная взаимосвязь и преемственность.

В современной экологии среди множества подходов к решению тех или иных задач выделяются два. Это подход экосистемный и подход популяционный. Оба подхода дополняют друг друга и в совокупности охватывают всю экологию.

При **экосистемном подходе** объектом исследования является комплекс живых организмов, которые находятся в тесной взаимосвязи между собой и в совокупности с неживыми факторами среды. Эти совокупности - экосистемы - определяются главным образом круговоротом основных биогенных элементов, рассматриваемых в определенном пространственно-временном масштабе. Их границы условны, а размерность (величина) различна. Это может быть и лужа воды, и озеро, и лесной массив, и участок океана, и вся Земля в целом.

Популяционный подход рассматривает совокупность особей одного вида, обитающих на определенной территории как особые структурно-функциональные единицы - популяции. Основные вопросы, которые изучает эколог-популяционист, это выявление факторов, которые ограничивают распространение тех или иных популяций, соотношение разных возрастных групп и половые различия между особями, составляющими данную популяцию.

1.5. Предмет и объекты изучения экологии

Элементарной единицей в круговороте веществ и основной формой организации материи является вид. Эволюция видов - основной вопрос эволюционной теории.

Экологов интересуют не эволюционные процессы, а поведение отдельных организмов, особей, составляющих вид в том или ином природном окружении, воздействие на них определенного комплекса окружающих условий (факторов среды). Одними из основных таких факторов являются климатические (освещенность, температура, влага и т.п.). Например, растения теплых местообитаний не смогут произрастать в нашем климате, а наши лесные звери в условиях повышенной температуры воздуха будут страдать от недостатка влаги. Так же для водных и почвенных организмов вода и почва являются главными и основными средами обитания. Таким образом, *изучение поведения организмов при воздействии различных факторов окружающей среды и их реакция на эти воздействия является одним из объектов изучения экологии.*

Следующий объект изучения экологии представляет собой группировку особей, которые составляет тот или иной вид живых организмов. Такие группы называют популяциями. Здесь мы имеем дело уже не с отдельной особью, но с их совокупностью, а значит факторы окружающей среды начинают влиять уже на группу организмов, на изменение ее численности и состава.

Отличительная особенность популяции состоит в том, что ее свойства, как цельного образования, отличаются от свойств отдельных особей.

Скажем, поймав муравья возле муравейника, мы можем описать его характеристики, его поведение, повадки и т.д. Но на основании этих характеристик мы не сможем описать характерные особенности муравейника в целом, как целой системы. Один муравей – это отдельная особь. Совокупность муравьев – это популяция, объединяющая в себе множество особей одного определенного вида, каждая из которых индивидуально неповторима. Все вместе они образуют своеобразную «общность», живущую по своим законам, отличным от законов каждого его члена. Это же касается и любой популяции, в том числе и популяции человека.

Итак, еще одним объектом экологии является группировка особей одного вида – популяция. Исследование закономерностей существования, структуры, поведения популяций занимается популяционная экология.

Вполне очевидно, что живые организмы, составляющие популяции (как и сами популяции) встречаются на Земле не в любых случайных сочетаниях, а образуют закономерные комплексы – сообщества.

В природе популяции разных видов всегда обитают совместно и образуют цельное природное сообщество, которое называется биоценоз – совокупность всех популяций биологических видов на данной территории. Это довольно устойчивое биологическое

образование, так как обладает способностью к самоподдержанию своих природных свойств и видового состава при внешних воздействиях, вызываемых обычными изменениями климатических и других факторов.

Таким образом мы имеем следующий объект изучения экологии – биоценоз (или сообщество). Исследованием биоценозов занимается направление экологии, которое называется биоценология.

Говоря о популяциях и сообществах мы рассматривали только взаимодействия самих живых организмов, вне взаимосвязи их с окружающей средой. В живой природе особи и популяции контактируют друг с другом, находятся во взаимодействии, воздействуют друг на друга, но это не происходит в отрыве от окружающей эти особи и популяции окружающей среды. Следовательно, факторы среды, в пределах которых происходит взаимодействие особей и популяций, являются важной характеристикой. Совокупность всех факторов среды в пределах которых существует биоценоз, жизненное пространство, занимаемое биоценозом, называется биотоп.

Биотоп (окружающая среда, факторы среды) вместе с сообществом (живыми организмами) образуют единую природную систему, которая называется экологическая система, или экосистема.

Центральным разделом экологии является изучение экосистем, которые, по сути, являются тем, что мы обычно называем окружающей нас природой. В отличие от популяции или сообщества экологическую систему можно считать самостоятельным объектом - в ней имеется все, что необходимо для ее существования. Поэтому **экосистемы являются главным предметом** экологии.

2. СРЕДА ОБИТАНИЯ

2.1. Понятие о среде обитания

Среда, т.е. пространство, в котором протекает жизнедеятельность живых организмов, то, что окружает организм и влияет (прямо или косвенно) на его жизнедеятельность, носит название среды обитания.

Это природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях. Если происхождение природных явлений не связано с жизнедеятельностью ныне живущих организмов, то мы имеем дело со абиотической, или неживой средой обитания. В случае, когда силы и явления природы обязаны своим происхождением жизнедеятельности организмов, среда обитания носит название биотической - это живая среда обитания

Жизнь полностью зависит от физической среды: во-первых, организмы получают пищу из этой среды, во-вторых, распространение растений и животных ограничивается их выносливостью к физическим условиям. Жаркий и сухой климат пустыни препятствует жизни в ней большинства организмов, точно так же как из-за жесткого холода в полярных областях обитать в них могут лишь очень немногие, наиболее выносливые виды.

Жизнедеятельность организмов в свою очередь оказывает влияние на физическую среду, и нередко это влияние очень существенно. Кислород, который мы, не задумываясь, потребляем при каждом вдохе, выделяется главным образом автотрофными организмами в процессе фотосинтеза. До того, как в первичном океане появились фотосинтезирующие организмы, атмосфера Земли состояла в основном из метана, аммиака, водяных паров и водорода. Когда первые водные фотосинтетики, используя солнечный свет в качестве источника энергии и воду в качестве источника атомов водорода научились синтезировать органические вещества, они начали выделять кислород, как побочный продукт, часть которого освобождалась из океана и накапливалась в атмосфере.

Не менее важное значение оказывают растения на свойства почвы. Их корни проникают в трещинки, даже самые маленькие, и способствуют измельчению породы. Бактерии и грибы ускоряют выветривание горной породы. Гниющие растительные остатки выделяют кислоты, которые также вызывают химическое выветривание. Животные участвуют в процессе почвообразования, прорывая в земле норы и ходы, вытаптывая ее, а также внося в нее свои экскременты. Таким образом, хотя главным, интересующим нас объектом, обычно являются организмы, однако, пытаясь проникнуть в самую сущность вещей, мы не можем отделить организмы от их особой среды, в сочетании с которой они образуют некую физическую систему.

В условиях нашей планеты **существует четыре типа среды обитания для живых организмов: водная среда, наземно-воздушная, почвенная и сами живые организмы**, заселенные паразитами, полупаразитами и симбионтами (организмы, существующие совместно и извлекающие пользу от сожительства, например, водоросли или цианобактерии, образующие вместе с грибами единый организм - лишайник). Первые три разновидности среды обитания составляют абиотическую среду, живые организмы – биотическую среду.

2.2. Абиотическая среда

К абиотической среде относятся водная среда, наземно-воздушная и почвенная. Рассмотрим их с позиций экологии, как среду и ресурсы, обеспечивающие жизнь на Земле.

Водная среда (гидросфера). Вода - составная часть всех элементов биосферы - не только водоемов, но и воздуха, почвы, живых существ. Она занимает около 70% Земного шара и является

самым распространенным на нашей планете природным соединением: есть и в воздухе, и на Земле, образует моря и океаны. Вода - это источник жизни, без нее невозможно существование ни животных, ни растений, ни человека.

В соответствии с современными гипотезами происхождения жизни принято считать, что эволюционно первичной средой на нашей планете была именно водная среда. На нашей Земле вода заключена в особую сферу, которая называется гидросфера. Гидросфера (греч. гидро – вода + сфера) – совокупность всей воды на планете Земля, ее водная оболочка, располагающаяся между атмосферой и твердой земной корой (литосферой) и представляющая собой совокупность океанов, морей и поверхностных вод суши. В более широком смысле в состав гидросферы включают также подземные воды, лёд и снег Арктики и Антарктики, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах. Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах, второе место по объёму водных масс занимают подземные воды, третье — лёд и снег арктических и антарктических областей. Эта жидкая оболочка, покрывающая планету, наиболее отличает Землю от соседних от них планет.

Поверхностные воды суши, атмосферные и биологически связанные воды составляют доли процента от общего объёма воды.

Эта жидкая оболочка, покрывающая планету, наиболее отличает Землю от соседних с ней планет. Земля уникальна не только тем, что имеет так много воды в жидкой фазе, но и решающей ролью воды в формировании особенных черт планеты. Гидросфера важна для развития жизни не только в химическом смысле, велика также ее роль в поддержании относительно неизменного климата, что позволило жизни воспроизводиться в течение более трех миллиардов лет. Поскольку для жизни необходимо, чтобы преобладающие температуры были в диапазоне от 0 до 100 °С, т.е. в пределах, которые позволяют гидросфере оставаться в основном в жидкой фазе, то можно сделать вывод, что температура на Земле на протяжении большей части ее истории отличалась большим постоянством.

Водная оболочка способствует формированию климата на Земле, ее могучая сила преобразует планету, уничтожая подчас творение рук человеческих. Поэтому Землю иногда называют водной планетой. Без воды жизнь невозможна.

Гидросфера – это одна из неотъемлемых сред обитания человека. Она поставляет ему питьевую пресную воду, продукты питания, из гидросферы человек черпает воду для полива и орошения земель, на которых выращивается жизненно важный урожай. В современном обществе без воды не может развиваться ни одна отрасль промышленности. Огромное количество пресной воды выпивают современные города.

Проблема нехватки воды возникла из-за нескольких причин. Прежде всего, это увеличение ее расхода для насущных нужд человека. Значительного количества воды требует производство

продовольствия. Кроме того, в громадных количествах промышленность потребляет жизненно необходимую влагу промышленность.

Чтобы более наглядно представить себе тот объем воды, которым располагает человечество, приведем следующий пример. Если сравнить нашу планету с таким фруктом, как апельсин, то вся вода в мире - находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, подземные воды, вода морей, океанов, рек, озер - представляла бы на этом апельсине каплю, осторожно нанесенную на его поверхность с помощью пипетки.

И вот что самое интересное: почти вся эта капля (97-98%) состояла бы из соленой воды морей и океанов. И лишь 2-3% представляли бы собой пресную воду, необходимую для жизни, - количество столь ничтожное, что на нашем апельсине эта вода занимала бы место меньше булавочной головки. Однако гораздо серьезнее другое: 75% пресной воды на Земле находится в виде льда, значительную ее часть составляют подземные воды и лишь 1% доступен для живых организмов. И эти драгоценные крохи мы нещадно загрязняем и беспечно расходуем, при том, что потребление воды непрерывно возрастает.

Наземно-воздушная среда. Наиболее сложной по экологическим условиям является наземно-воздушная среда. Здесь, на границе двух земных оболочек обитает подавляющее большинство растений и животных. Специфику их местообитаний определяет рельеф местности, характер грунта и атмосферные явления.

Основными особенностями наземно-воздушной среды является большая амплитуда изменения экологических факторов, неоднородность среды, действие сил земного тяготения, низкая плотность воздуха. Комплекс физико-географических и климатических факторов, свойственных определенной природной зоне, приводит к эволюционному становлению морфофизиологических адаптаций организмов к жизни в этих условиях, многообразию форм жизни.

Условия жизни в наземно-воздушной среде во многом определяется погодными условиями. Многолетний режим погоды характеризует климат местности. Он определяется географическими условиями района.

Жизнь на суше во многом зависит также и от состояния воздуха. Естественная смесь газов, сложившаяся в ходе эволюции Земли, - это и есть воздух, которым мы дышим. Причем, следует отметить, что воздух представляет собой смесь газов, а не их соединение.

Воздух как среда жизни обладает особенностями, направляющими эволюционное развитие обитателей этой среды. Так, высокое содержание кислорода определяет возможность формирования высокого уровня энергетического метаболизма (обмена веществ между организмом и средой). Атмосферный воздух отличается низкой и изменчивой влажностью, что ограничило возможности освоения воздушной среды, а у ее обитателей направило эволюцию системы водно-

солевого обмена и структуру органов дыхания. Также следует отметить низкую плотность воздуха в атмосфере как среде жизни, благодаря чему жизнь сосредоточена вблизи поверхности земли, проникая в толщу атмосферы на высоту не более 50 – 70 м (кроны деревьев тропических лесов).

Основными компонентами атмосферного воздуха, на долю которых приходится более 99% его состава, являются азот - N_2 (78,08%), кислород - O_2 (20,9%), аргон - Ar (около 1%) и углекислый газ (0,03%). Остальные газы присутствуют в атмосфере в ничтожном количестве.

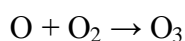
Кислород появился на Земле примерно 2 млрд лет тому назад, когда происходило активное формообразование поверхности при активной вулканической деятельности. В настоящее время доля кислорода составляет 21%, и постепенное возрастание этой доли происходило в течение последних 20 млн лет. Главную роль в этом играло развитие растительного мира суши и океана.

Содержание кислорода в воздухе определяет границу распространения жизни для растений и животных. По вертикали это примерно 4000 м.

Атмосфера предохраняет Землю от метеоритной бомбардировки. Большинство метеоритов никогда не достигает земной поверхности, потому что они сгорают при вхождении в атмосферу с огромной скоростью, создавая при этом иллюзию падающих звезд. Представьте себе, что бы случилось, если бы вся эта метеоритная масса достигала поверхности Земли?

Кроме того, атмосфера также способствует сохранению тепла на планете, которое в противном случае рассеивалось бы в холоде космического пространства. Сама же атмосфера благодаря силам притяжения Земли не улетучивается.

Атмосфера не только поддерживает жизнь, она служит также защитным экраном. На высоте 20-25 километров от поверхности Земли под воздействием ультрафиолетовой радиации Солнца часть молекул кислорода расщепляется на свободные атомы кислорода. Последние могут вновь вступать в союз с молекулами кислорода и образовывать трехатомную его форму:



Такая трехатомная форма кислорода называется **озоном**. Озон играет исключительную роль в жизни нашей планеты. Если кислороду мы обязаны тем, что без него невозможно существование жизни, то озон, образуя в высших слоях атмосферы тонкий слой - так называемый озоновый экран, обеспечивает этой хрупкой земной жизни дальнейшее ее существование. Тонкий слой озона отфильтровывает вредный компонент солнечного излучения - ультрафиолетовые лучи, прямое влияние которых губительно для всего живого. Не будь этого озонового слоя, такое излучение могло бы уничтожить жизнь на Земле. К сожалению, в 80-90-е годы нашего века наблюдается негативная тенденция истончения и разрушения озонового экрана.

Почвенная среда. Русский почвовед В.В.Докучаев дал такую оценку почве: «... почва есть такое же самостоятельное, естественно-историческое тело, как любое растение, любое животное». В.И. Вернадский также считал почву «живым организмом» и назвал ее биокосным телом.

Если учесть, что радиус Земли имеет величину 6350 километров, то мощность плодородного слоя почвы составит в этом масштабе слой от 20 сантиметров до 4 метров. Еще одно сравнение. Если представить Землю размером с куриное яйцо, то ее почвенный плодородный слой окажется настолько тонким, что его трудно будет различить невооруженным глазом. Все это говорит об исключительной хрупкости того плодородного слоя, который мы называем почвой.

Почва - это рыхлый поверхностный слой земной коры, который образовался в процессе выветривания, деятельности живых организмов, разложения органических остатков и перемешивания полученных веществ.

Растения получают воду и питательные вещества из почвы. Листья и ветки, отмирая, возвращаются в почву, где они разлагаются, высвобождая содержащиеся в них минеральные вещества. В поверхностных слоях почвы, куда поступает самое свежее мертвое органическое вещество, обитает множество организмов-разрушителей - бактерий и грибов, мельчайших членистоногих и червей, термитов и многоножек.

Многие авторы отмечают промежуточность положения почвенной среды жизни между водной и наземно-воздушной средами. В почве возможно обитание организмов, обладающих как водным, так и воздушным типом дыхания. Вертикальный градиент проникновения света в почву еще более выражен, чем в воде. Микроорганизмы встречаются по всей толще почвы, а растения (в первую очередь, корневые системы) связаны с наружными горизонтами.

Роль почвы многообразна: с одной стороны, это важный участник всех природных круговоротов, с другой - основа для производства биомассы. Для получения растительной и животной продукции человечество использует около 10% суши под пашню и около 20% - под пастбища. Это та часть земной поверхности, которую, как полагают специалисты, уже не удастся увеличить, несмотря на необходимость производства все большего количества продовольствия в связи с ростом народонаселения.

Разновидностей почв несколько тысяч, и это требует исключительной грамотности при их использовании. Копая землю, можно заметить, что цвет почвы и ее структура меняются с глубиной от темного гумусного слоя к светлому песчаному или глинистому. Самым важным является гумусный слой, содержащий остатки растительности и определяющий плодородие почвы. В наиболее богатых гумусом черноземах толщина этого слоя достигает 1-1,5 м, иногда до 3-4 м, в бедных - около 10 см.

В почве содержатся не только химические элементы, но и различные живые организмы. Особенно много в ней микроорганизмов (бактерии, водоросли, грибы, простейшие). В одной только чайной ложке почвы их насчитывается много миллионов! Благодаря большому количеству различных живых существ, перерабатывающих в почве остатки растительности и животных, формирующих ее структуру и продуктивность, почва является образованием, в котором непрерывно протекает множество физических процессов, реакций химического разложения и синтеза. Верхний слой почвы улучшается благодаря тому, что черви и насекомые, прорывая в нем ходы, постоянно выносят на поверхность частицы подпочвы.

Для почвенных организмов характерны специфические органы и типы движения (роющие конечности у млекопитающих; способность к изменению толщины тела; наличие специализированных головных капсул у некоторых видов); формы тела (округлая, вольковатая, червеобразная); прочные и гибкие покровы; редукция глаз и исчезновение пигментов.

В небольшой горстке земли находится больше живых существ, чем людей на всей планете: на квадратный метр приходится больше четырех триллионов бактерий и грибов, полмиллиона жгутиконосцев, миллион нематод, двести тысяч клещей, сто тысяч вилохвосток, восемьдесят тысяч кольчатых и восемьдесят дождевых червей. Посредством обмена веществ все они поставляют тот самый ценный гумус, т. е. перегной, которым живут растения. И все они, чтобы сохранить жизнь, нуждаются в тепле, воздухе и воде.

Почва - главный фундамент жизни. Все живое на земле зависит от этого тонкого, драгоценного жизнеродящего слоя земной поверхности.

2.3. Живые организмы как среда обитания

Средой обитания для живых организмов могут служить сами живые организмы. Обычно их называют паразиты и симбионты (симбиоз – совместное, взаимовыгодное сожительство организмов). Например, человеческий организм является средой обитания для огромного числа различных симбионтов (прежде всего, нормальной микрофлоры кишечника), а нередко - и паразитов (разнообразных плоских и круглых червей, простейших).

Использование одних организмов другими в качестве среды обитания – явление древнее и широко распространенное в природе. Существование внутриклеточных паразитов отмечено у большого числа одноклеточных форм – водорослей, амёб, инфузорий и др. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. Усложнение организации организма-хозяина ведет к разнообразию предоставляемых им условий для существования паразитов. В природе в качестве паразитов чаще всего встречаются

микроорганизмы и примитивные многоклеточные, поскольку способность одних организмов использовать другие как среду обитания уменьшается с усложнением организации первых.

Паразитизм - это форма взаимоотношений между организмами разных видов, которые носят антагонистический характер. **Паразитом называется организм, использующий другой организм (хозяин) в качестве источника пищи и среды обитания.** Паразит живет за счет особей другого вида и тесно связан с ним в своем жизненном цикле. Паразиты питаются соками тела, тканями или переваренной пищей своих хозяев. При этом паразит не умервщает своего хозяина, поскольку в противном случае он лишился бы источника существования.

Паразиты, питающиеся телом хозяина и обитающие на его поверхности, носят название **эктопаразитов**. Это блохи, вши, клещи, различные виды тлей. Паразиты, живущие во внутренних тканях, полостях и клетках хозяина, носят название **эндопаразитов**. Это различные вирусы, бактерии, гельминты и др.

Паразитизм известен на всех уровнях организации живого, начиная вирусами и кончая высшими растениями и многоклеточными животными. Можно сказать, что паразитизм - явление всеобщее и довольно распространенное. Почти все живые существа могут подвергаться нападению паразитов. Организмы, которые не поражены какими-либо паразитами - являются большой редкостью. Даже человек является средой обитания для многих паразитов. Паразиты представлены во всех группах растений и животных, однако чем ниже на эволюционной лестнице находится данная группа, тем больше она включает видов-паразитов. К примеру, плоские черви, нематоды и некоторые членистоногие почти целиком состоят из паразитических форм.

В ходе эволюции отношения между паразитом и хозяином из сугубо антагонистических могут перерасти в нейтральные, а порой даже и во взаимополезные. К примеру, жгутиконосцы трипаномы, обитая в крови млекопитающих Африки, не приносят существенного вреда животным. Однако же, человек, будучи зараженным этими паразитами, может погибнуть из-за развития так называемой сонной болезни.

При исследовании явления паразитизма было установлено, что некоторые насекомые откладывают свои яйца либо в тело других насекомых, либо на их поверхность. Развиваясь, они убивают своих хозяев, нисколько не заботясь о судьбе последних. Такие организмы, ведущие паразитический образ жизни на личиночной (неполовозрелой) стадии и убивающие своего хозяина, называются **паразитоидами**. Личинки паразитоидов, вылупившиеся из яиц, развиваются внутри или на теле хозяина, который обычно не достиг взрослого состояния. Считается, что к паразитоидам относится около 25% всех обитающих на земле видов. Основное отличие паразитоидов от паразитов то, что они всегда целенаправленно убивают своего хозяина. Паразиты же стараются оставить хозяина в живых, так как это способствует их жизнедеятельности.

3. ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1. Понятие об экологических факторах

Под факторами окружающей среды понимают экологические факторы, т.е. воздействие условий среды, на которые живое реагирует приспособительными реакциями. Экологический фактор – это воздействие любого элемента природной среды, оказывающего прямое или косвенное влияние на живые организмы хотя бы на протяжении одной из фаз их развития.

По аналогии со средой обитания все многообразие экологических факторов делится на две большие группы. Одна группа включает компоненты и явления неживой природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы. Такие проявления свойств неживой природы называются **абиотическими факторами**. Среди множества абиотических факторов главную роль играют климатические, эдафические (почвенные), орографические (рельеф), гидрографические (водная среда), химические, пирогенные (Табл. 1).

Сами живые организмы также находятся в постоянных взаимоотношениях между собой. Совокупность таких взаимоотношений, взаимовлияний одних организмов на жизнедеятельность других, а также и на неживую среду обитания, носит название **биотических факторов**. Среди основных биотических факторов можно отметить факторы **фитогенные** (от греч. фитон - растение) и **зоогенные** (от греч. зоон - животное).

Человек также видоизменяет живую и неживую природу, и берет на себя в известном смысле геохимическую роль (например, извлекает из недр Земли полезные ископаемые, такие как уголь и нефть, т.е. законсервированный углерод, и преобразует его в углекислый газ, изменяя тем самым газовый баланс биосферы). Интенсивное влияние человека (непосредственно) или человеческой деятельности (опосредованно) на окружающую среду и живые организмы. носят название **антропогенные факторы** (от греч. антропос - человек). К таким факторам относятся все формы деятельности человека и человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания и других видов и непосредственно сказываются на их жизни.

Таблица 1. Классификация экологических факторов среды

Абиотические факторы	Биотические факторы
<p>Климатические: солнечная радиация, свет и световой режим, температура, влажность,</p>	<p>Фитогенные: влияние растений друг на друга и на окружающую среду.</p>

<p>атмосферные осадки, ветер, атмосферное давление и др.</p> <p>Эдафические: механическая структура и химический состав почвы, влагоемкость, водный, воздушный и тепловой режим почвы, кислотность, влажность, газовый состав, уровень грунтовых вод и др.</p> <p>Орографические: рельеф, экспозиция склона, крутизна склона, перепад высот, высота над уровнем моря.</p> <p>Гидрографические: факторы водной среды - прозрачность воды, текучесть, проточность, температура, кислотность, газовый состав, содержание минеральных и органических веществ и т.п.</p> <p>Химические: газовый состав атмосферы, солевой состав воды.</p> <p>Пирогенные: воздействие огня</p>	<p>Зоогенные: влияние животных друг на друга и на окружающую среду.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Влияние антропогенного фактора в природе может быть как сознательным, так и случайным, или неосознанным. Человек, распахивая целинные и залежные земли, создает сельскохозяйственные угодья, выводит высокопродуктивные и устойчивые к заболеваниям формы, расселяет одни виды и уничтожает другие. Эти воздействия часто носят отрицательный характер, например, необдуманное расселение многих животных, растений, микроорганизмов, хищническое уничтожение целого ряда видов, загрязнение среды и др.

В качестве отрицательного воздействия человека на природное окружение можно привести следующий пример исчезновения вида животных, обитавших ранее на нашей планете.

Это печальный пример исчезновения американского странствующего голубя. Ареной их жизни была большая земля от Мексики до Канады. Стаи голубей, в которых насчитывалось до 100 млн особей, во время ежегодных перелетов буквально заслоняли небо на несколько часов. Когда они устраивались на ночлег, на деревьях под их тяжестью обламывались ветви.

На птиц охотились с сетью (попадало сразу 15—16 тысяч). Палили из ружей вверх просто из удовольствия. В местах ночевки голубей сбивали ночью шестами и дробью, стреляли наугад в темноту. Утром земля под деревьями была буквально завалена птицами. Фермеры битой птицей кормили свиней. Никто не думал, что когда-нибудь голубиные стаи могут исчезнуть. И вот эпилог! В 1899 г. был убит последний дикий странствующий голубь. В США в штате Висконсин в одном из парков это печальное событие было увековечено бронзовой доской с надписью: «В память о последнем странствующем голубе, убитом в Бабкоке в сентябре 1899 года. Этот вид вымер из-за алчности и легкомыслия человека». 1 сентября 1914 года в неволе, в зоопарке, американского города Цинциннати умерла голубица Марта - последняя представительница когда-то столь многочисленного вида.

За последние триста лет на Земле полностью истреблено около 300 видов птиц и млекопитающих.

Таким образом, все экологические факторы делятся на следующие группы:

- абиотические – влияние элементов неживой природы;
- биотические – влияние живых организмов;
- антропогенные – влияние человека.

Воздействие экологических факторов может быть как прямым, так и опосредованным. Например, влияние температуры, солнечной радиации на живые существа чаще всего рассматривается как прямое воздействие факторов. В то же время в природе немаловажную роль играют факторы, непосредственно не действующие на организмы, но тем не менее оказывающие значительное влияние на их жизнедеятельность.

Экологические факторы имеют разную природу и специфику действия. Они действуют на организм различно: каждый фактор неодинаково влияет на разные функции организма.

3.2. Абиотические факторы

3.2.1. Климатические факторы

Наиболее важным климатическим фактором на планете Земля является свет. Прежде всего потому, что без света невозможна фотосинтетическая деятельность растений, а без жизнедеятельности растительных организмов невозможна жизнь вообще, поскольку только зеленые растения имеют способность синтезировать так необходимый для жизни живым существам кислород.

Однако есть и другие аспекты воздействия света на живые организмы. Необходимость света для растений существенно влияет на структуру сообществ. Распространение водных растений, океанических животных и планктона ограничено областью проникновения солнечных лучей.

Свет – электро-магнитные волны, воспринимаемые человеческим глазом. В экологии под термином «свет» подразумевается весь диапазон солнечного излучения, достигающего земной поверхности.

Солнце излучает в космическое пространство громадное количество электромагнитных волн разной длины и частоты. Излучение, воспринимаемое нашим глазом - это лишь часть спектра электромагнитных колебаний. Эта область охватывает диапазон от 0,75 мкм до 0,2 мкм (1 микрометр - одна тысячная миллиметра). Электромагнитные волны большей длины (0,76-4,0 мкм) лежат в инфракрасной области спектра. Они воспринимаются человеком как тепло. Более короткие волны - ультрафиолетовые (<0,4 мкм) - наши органы чувств непосредственно не воспринимают.

Другие живые существа, в частности насекомые, наоборот, воспринимают инфракрасные и ультрафиолетовые излучения, недоступные человеку.

Часть солнечных лучей, преодолев огромное расстояние, достигает поверхности Земли, освещает и обогревает ее. Примерно половина лучистой энергии приходится на видимые лучи, около половины - на тепловые инфракрасные, и около 10% - на ультрафиолетовые. Подсчитано, что на нашу планеты поступает около одной двухмиллиардной части солнечной энергии, а из этого количества зелеными растениями используется лишь 0,1-0,2% на создание органического вещества.

Свет играет для растений весьма важную роль - от интенсивности солнечного освещения зависит продуктивность, производительность растений. Каким же образом приспособляются растения жить в условиях различной освещенности в природе? Помог им в этом естественный отбор, благодаря которому возникли различные приспособления, позволяющие им жить в разнообразных условиях освещенности. По степени освещенности в естественных местообитаниях все растения по отношению к свету можно разделить на следующие группы:

- растения теневые - **сциофиты** (от греч. сциа - тень, и фитон - растение);
- растения теневыносливые;
- растения светолюбивые - **гелиофиты** (от греч. гелиос - солнце и фитон - растение).

Для **сциофитов** зоной оптимума служат только затененные места, при сильной освещенности они чувствуют себя плохо. Растения этой группы приспособились к условиям сильного затенения темнохвойных таежных, широколиственных и тропических влажных лесов. Типичные представители темных местообитаний - это зеленые мхи, плауны, кислица обыкновенная, копытень европейский, седмичник европейский, барвинок малый, майник двулистный и др.

Теневыносливые растения способны развиваться как при очень большом, так и при малом количестве света. В качестве примера таких растений можно указать некоторые деревья: ель

обыкновенную, клен остролистный, граб обыкновенный; кустарники - лещину, боярышник; травы - землянику, герань полевую; многие комнатные растения.

Гелиофиты (светолюбивые) либо совсем не переносят, либо плохо переносят даже незначительное затенение. К этой группе относятся степные и луговые злаки, растения тундр, ранневесенние растения, большинство культурных растений открытого грунта, многие сорняки. Из видов этой группы можно отметить подорожник обыкновенный, иван-чай, вейник тростниковидный и др.

Важным абиотическим фактором является **температура**. Область распространения живого в основном ограничена областью чуть ниже 0°C и до 50°C .

Основным источником тепла, как и света, является солнечное излучение. Организм может выживать только в условиях, к которым приспособлен его метаболизм (обмен веществ). Если температура живой клетки падает ниже точки замерзания, клетка обычно физически повреждается и гибнет в результате образования кристаллов льда. Если же температура слишком высока, происходит так называемая денатурация белков. Именно это происходит при варке куриного яйца.

Большинство организмов способно в той или иной мере контролировать температуру своего тела с помощью различных ответных реакций. У подавляющего числа живых существ температура тела может изменяться в зависимости от температуры окружающей среды. Такие организмы не способны регулировать свою собственную температуру и называются **пойкилотермными**. Их активность в основном зависит от тепла, поступающего извне. Температура тела пойкилотермных организмов связана со значениями температуры окружающей среды. Пойкилотермия (холоднокровность) свойственна таким группам организмов как растения, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы, рептилии и др.

Значительно меньшее количество живых существ способно к активному регулированию температуры тела. Это представители двух высших классов позвоночных - птицы и млекопитающие. Вырабатываемое ими тепло является продуктом биохимических реакций и служит существенным источником повышения температуры тела. Такая температура поддерживается на постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды. Организмы, способные поддерживать постоянную оптимальную температуру тела независимо от температуры среды, называются **гомойотермные**. За счет этого свойства многие виды животных способны жить и размножаться при температуре ниже нуля (северный олень, белый медведь, ластоногие, пингвины). Поддержание постоянной температуры своего тела обеспечивается пойкилотермными животными (теплокровными) такими приспособлениями к условиям существования, как хорошая тепловая изоляция, создаваемая шерстяным покровом, плотное оперение, подкожные воздушные полости, толстый слой жировой ткани и т.п.

Частный случай гомойотермии - **гетеротермия**. Разный уровень температуры тела у гетеротермных организмов зависит от их функциональной активности. В период активности они обладают постоянной температурой тела, а в период отдыха или зимней спячки она значительно понижается. Гетеротермность характерна для сусликов, сурков, барсуков, летучих мышей, ежей, медведей, колибри и др.

Условия увлажнения играют особую роль в жизнедеятельности живых организмов. **Вода** - основа живой материи. Для громадного числа живых организмов вода является одним из главных экологических факторов. Исключительная значимость воды состоит в том, что она является основным условием существования всего живого на Земле. Все жизненные процессы в клетках живых организмов протекают в водной среде.

Вода химически не изменяется под действием большинства технических соединений, которые растворяет. Это очень важно для всех живых организмов на нашей планете, поскольку необходимые их тканям питательные вещества поступают в водных растворах в сравнительно мало измененном виде. В природных условиях вода всегда содержит то или иное количество примесей, взаимодействия не только с твердыми и жидкими веществами, но растворяя также и газы.

Уникальные свойства воды определяют особую ее миссию в формировании лика планеты Земля, ее физической и химической среды, а также в появлении и поддержании удивительного явления - жизни. Напомним, что человек почти на 65-70% состоит из воды. Если посчитать в литрах, то это будет 40-50 литров в человеке среднего возраста и среднего веса. Мышцы человека состоят из воды на 75%, печень - на 70%, мозг - на 79%, почки - на 83%.

Количество воды, которое может потерять живой организм без ущерба для себя, колеблется в широких пределах. Для млекопитающих эти величины составляют 10-15% от их веса. Исключением среди млекопитающих являются верблюды, который способен возместить потерю воды в количестве до 30% веса (выпивая сразу 10-15 ведер воды верблюд в четверть часа восстанавливает свой прежний вид), и домовая мышь, выдерживающая потерю до 40% воды. Такая устойчивость к «высыханию» позволяет мышам селиться в жилищах человека.

Современное распространение жизни на Земле напрямую связано с осадками. Влажность в разных точках земного шара неодинакова. Больше всего осадков выпадает в экваториальной зоне и особенно много в верхнем течении реки Амазонки и на островах Малайского архипелага. Количество их в отдельных районах достигает 12 000 мм в год. Для сравнения в тундре и пустынях выпадает менее 250 мм осадков в год. Как видим, разница значительная.

3.2.2. Эдафические факторы (факторы почвенной среды)

Вся совокупность физических и химических свойств почвы, оказывающих экологическое воздействие на живые организмы относится к *эдафическим факторам* (от греч. эдафос – основание, земля, почва). К основным эдафическим факторам относятся механический состав (размер ее частиц), относительная рыхлость, структура, водопроницаемость, аэрируемость, химический состав самой почвы и циркулирующих в ней веществ (газов, воды).

Характер состава почвы может иметь экологическое значение для животных, которые по крайней мере в какой-то период своей жизни обитают в почве или ведут роющий образ жизни. Личинки насекомых, как правило, не могут жить в слишком каменистой почве; роющие перепончатокрылые, откладывающие свои яйца в подземных ходах, многие саранчевые, зарывающие яйцевые коконы в землю, нуждаются в том, чтобы она была достаточно рыхлой.

Важной характеристикой почвы является ее кислотность. Из школьного курса химии хорошо известно, что кислотность среды, определяемая водородным показателем (рН), является величиной, характеризующей концентрацию ионов водорода в растворе, и численно равна отрицательному десятичному логарифму этой концентрации: $pH = -\lg[H^+]$. Водные растворы могут иметь рН от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, кислая среда характеризуется значениями рН меньше 7, а щелочная – больше 7. Кислотность может служить индикатором скорости общего метаболизма сообщества. Если рН почвенного раствора слишком низка, то в ней содержится мало биогенных элементов, поэтому продуктивность такой почвы крайне мала.

3.2.3. Орографические факторы

На распространение организмов по земной поверхности определенную роль оказывают такие факторы, как особенности элементов рельефа, высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склонов. Они объединяются в группу **орографических факторов** (от греч. орос – гора и графия – пишу).

Одним из главных орографических факторов является высота над уровнем моря. С высотой снижаются средние температуры, увеличивается суточный перепад температур, возрастают количество осадков, скорость ветра и интенсивность радиации, понижаются атмосферное давление и концентрации газов. Все эти факторы влияют на растения и животных, обуславливая вертикальную зональность.

Характерный пример – вертикальная зональность в горах. Подъем в гору часто напоминает путешествие от экватора к полюсу. Здесь с поднятием на каждые 100 м температура воздуха понижается в среднем на $0,55^{\circ}\text{C}$. Одновременно с этим изменяется влажность, сокращается длительность вегетационного периода. С увеличением высоты местообитания существенно

изменяется развитие растений и животных. У подножия гор могут находиться тропические моря, а на вершине – дуть арктические ветры. С одной стороны гор может быть солнечно и тепло, с другой – влажно и холодно.

Еще один орографический фактор - экспозиция склона. На северных склонах растения образуют теневые формы, на южных – световые. Растительность представлена здесь главным образом засухоустойчивыми кустарниками. Склоны, обращенные на юг, получают больше солнечного света, поэтому интенсивность света и температура здесь выше, чем на дне долин и на склонах северной экспозиции. С этим связаны существенные различия в прогревании воздуха и почвы, скорости таяния снега, иссушения почвы.

Важным фактором рельефа является также крутизна склона. Для крутых склонов характерны быстрый дренаж и смывание почв, поэтому здесь почвы маломощные и более сухие. Если уклон превышает 35° , почва и растительность обычно не образуются, а создаются осыпи из рыхлого материала.

3.2.4. Гидрографические факторы

К гидрографическим факторам относятся такие характеристики водной среды, как плотность воды, скорость горизонтальных перемещений (течение), количество растворенного в воде кислорода, содержание взвешенных частиц, проточность, температурный и световой режимы водоемов и т.п.

Организмы, обитающие в водной среде, получили название *гидробионты*.

Разные организмы по-своему приспособились к плотности воды. Многие обитатели морей и океанов приурочены к определенным глубинам. Причем, некоторые виды могут переносить давление от нескольких до сотен атмосфер. Многие рыбы, головоногие моллюски, ракообразные, морские звезды и проживают в условиях больших глубин при давлении около 400-500 атм.

Обладая большей выталкивающей силой, чем воздух, вода благодаря силе тяжести ограничивает максимальные размеры водных организмов в меньшей степени, чем наземных. Самые крупные наземные животные не идут ни в какое сравнение с такими гигантами водной среды, как киты, достигающими в длину 30 м и массы более 100 т. Для сравнения: у крупного слона масса всего 7 т.

Плотность воды обеспечивает существование в водной среде многих бесскелетных форм. Это мелкие ракообразные, медузы, одноклеточные водоросли, киленогие и крылоногие моллюски и др.

Важным гидрографическим фактором является световой режим водоемов. С глубиной наблюдается быстрое убывание количества света. Поэтому в Мировом океане водоросли обитают только в освещенной зоне (чаще всего на глубинах от 20 до 40 м). Плотность морских

организмов (их количество на единицу площади или объема) закономерно убывает с глубиной.

3.2.5. Химические факторы

Химические факторы проявляются в виде воздействия различных химических загрязнителей на живые организмы. На качество окружающей среды большое влияние оказывает ее химическое загрязнение, что в значительной степени связано с современным антропогенным воздействием (влияние человека на окружающую среду). Действие химических факторов проявляется в виде проникновения в окружающую среду химических веществ, отсутствующих в ней раньше.

Такой химический фактор, как газовый состав чрезвычайно важен для организмов, обитающих в водной среде. Например, в воде Черного моря очень много сероводорода, что делает этот бассейн не очень благоприятным для жизни в нем многих организмов. Что касается наземных организмов, то они малочувствительны к газовому составу атмосферы, поскольку он постоянен.

Группа химических факторов включает и такой показатель, как соленость воды (содержание растворимых солей в природных водах). Живые организмы, обитающие в водной среде, приспособлены к строго определенной солености воды. Пресноводные формы не могут обитать в морях, морские - не переносят опреснения. Если соленость воды изменяется, животные перемещаются в поисках благоприятной среды. Например, при опреснении поверхностных слоев моря после сильных дождей некоторые виды морских рачков спускаются на глубину до 10 м.

Из числа водных животных наибольшее число видов обитает в соленых водах (морских и океанических), меньшее — в пресной воде и еще меньшее — в солоноватой воде. Способность поддерживать солевой состав внутренней среды влияет на распространение водных животных.

3.2.6. Пирогенный фактор (пожары)

Пожары являются весьма значимым экологическим фактором. В настоящее время экологи пришли к однозначному мнению, что пожар надо рассматривать как один из естественных абиотических факторов наряду с климатическими, эдафическими и другими факторами. При правильном использовании огонь может стать очень ценным экологическим инструментом. Следует отметить, что в отличие от других экологических факторов, человек может регулировать пожары, в связи с чем они могут быть определенным ограничивающим фактором при распространении растений и животных.

Возникновению пожаров могут способствовать как естественные факторы (удар молнии), так и случайные и неслучайные действия человека. Различают два типа пожаров. Наиболее трудно поддаются сдерживанию и регулированию пожары верховые. Чаще всего они весьма интенсивны и разрушают всю растительность и органику почвы. Такие пожары оказывают ограничивающее воздействие на многие организмы.

Низовые пожары, наоборот, обладают избирательным действием: для одних организмов они оказываются более губительными, для других – менее, и таким образом способствуют развитию организмов с высокой устойчивостью к пожарам. Кроме того, небольшие низовые пожары дополняют действие бактерий, разлагая умершие растения и ускоряя превращение минеральных элементов питания в форму, пригодную для использования новыми поколениями растений. В местообитаниях с малоплодородной почвой пожары способствуют обогащению ее зольными элементами и питательными веществами.

При достаточной влажности (прерии Северной Америки) пожары стимулируют рост трав за счет деревьев. Особенно важную регулирующую роль пожары играют в степях и саваннах. Здесь периодические пожары уменьшают вероятность вторжения пустынных кустарников.

Следует отметить, что по своей неосторожности человек нередко бывает причиной увеличения частоты диких пожаров, поэтому необходимо активно бороться за пожарную безопасность в лесах и зонах отдыха. Частное лицо ни в коем случае не имеет права намеренно или случайно вызывать пожар в природе. Вместе с тем необходимо знать, что использование огня специально обученными людьми является частью правильного землепользования.

3.3. Биотические факторы

Выделяют две группы биотических факторов (факторы живой природы): фитогенные и зоогенные.

К **фитогенным** относят факторы воздействия (влияния) растений друг на друга и окружающую среду. Формы взаимоотношений между растений многообразны. Среди них можно выделить следующие группы:

- прямые (контактные) механические – охлестывание ветвями, эпифитизм, давление и сцепление стволов и корней;
- физиологические – симбиоз, паразитизм и полупаразитизм, срастание корней;
- косвенные трансбиотические – через животных и микроорганизмы;
- косвенные трансбиотические – средообразующие влияния, конкуренции, аллелопатия (химические взаимовлияния между растениями).

Примером **прямых** взаимодействий является повреждение ели и сосны в смешанных лесах от охлестывающего действия березы. Раскачиваясь от ветра, тонкие и хлесткие ветви березы ранят кору и хвою ели, сбивают мягкие молодые иглы.

К **физиологическим контактам** относятся такие взаимоотношения между растениями как паразитизм, симбиоз, срастание корней и др.

Наиболее характерный пример прямых физиологических воздействий одного растения на другое – паразитизм. Например, повилика, питающаяся соками клевера или крапивы, угнетает и заметно задерживает их рост. К тому же, опутывая растения, повилика не дает им распрямиться.

Луговое растение-полупаразит погребок присасывается своими корнями к корням других растений и пополняет за их счет свое питание.

Физиологическими контактами следует считать и такой процесс в мире растений, как опыление с помощью ветра – анемофилия. В данном случае контактирующие между собой растения могут находиться на значительном расстоянии друг от друга.

Нередки в природе **косвенные трансбиотические взаимоотношения** между растениями. Посредником здесь являются животные и микроорганизмы. Всем хорошо известное опыление растений насекомыми получило название энтомофилии. Насекомые, участвующие в опылении, переносят пыльцу от одного растения к другому, осуществляя контакты между ними. В процессе опыления могут участвовать также и птицы. Такой процесс называется орнитофилия, который особенно распространен в тропических и субтропических областях южного полушария. Известно около 2000 птиц, которые опыляют цветки в поисках нектара или при ловле насекомых, ищущих убежище в их венчиках.

Косвенные трансбиотические взаимоотношения между растениями выражаются в изменении растениями окружающей среды. Примером может служить взаимовлияние растений через изменение факторов микроклимата (ослабление солнечной радиации при затенении почвы, перехват осадков кронами деревьев и др.). Так, ель, затеняя почву, вытесняет из-под своего полога светолюбивые виды, формируя среду для поселения теневых и теневостойчивых видов.

Зоогенные факторы – это воздействие животных друг на друга и на окружающую среду. К зоогенным факторам также относится потребление животными растительной пищи. Такие животные носят название **фитофаги** (от греч. фитон – растение и фагос – пожирающий). Фитофагами могут быть крупные животные (лоси, олени, косули, кабаны), мелкие зверьки (зайцы, белки, мышевидные грызуны), разнообразные птицы (рябчик, тетерев, глухарь), многочисленные представители насекомых-вредителей и др.

Контактируя с растениями или употребляя их в пищу, животные способствуют распространению их семян. В одних случаях семена и плоды распространяются путем случайного прикрепления к животным (к шерсти, перьям, лапам, клювам и т.п.). Нередко распространение семян связано с поеданием животными плодов. Животные, воздействуя на растения, наносят им серьезные повреждения. Лоси и олени, помимо обдиранья коры на деревьях, уничтожают молодую древесную поросль, объедая верхушки кустарников и древесного подроста. Бобры, питаясь древесиной осины, довольно быстро изреживают ее насаждения. Глухари, ошпыливая хвою и почки сосны и ели, тем самым замедляют их рост.

К зоогенным факторам относится воздействие насекомых на листовую поверхность древесных пород и травянистых растений. Насекомые (тли, клопы) не только высасывают у растений питательные вещества, но и переносят возбудителей их заболеваний.

Много вреда растениям наносят землерои (кроты, суслики). Они поедают не только надземные части растений, но и клубни, луковицы, корневища.

Воздействие животных на растения довольно многообразны и сказываются на регулировании численности видов в природных сообществах.

Действие зоогенных факторов непосредственно в среде животных (воздействие животных друг на друга) проявляется главным образом в виде паразитизма (см. выше), хищничества и конкуренции (об этих взаимодействиях речь пойдет в следующей главе).

3.4. Понятие лимитирующих факторов

В экологии под лимитирующим фактором понимается любой из действующих в природе экологических факторов: вода, тепло, свет, ветер, рельеф, содержание в почве необходимых для жизнедеятельности растений солей и химических элементов, а в водной среде - качество воды, количество доступного кислорода и углекислого газа.

Лимитирующий (лат. *limitis* – межа, граница, ограничивающий) фактор - любой фактор, который ограничивает процесс развития или существования организма, вида или сообщества.

Например, прирост растительной массы нередко лимитируется количеством азота. При недостатке азота растения остаются низкорослыми, имеют мелкоклеточные ткани и грубые клеточные стенки. Основными лимитирующими факторами биосферы являются жидкая вода и солнечный свет. Однако в разных участках биосферы развитие жизни лимитируется разными веществами. Можно сказать, что в пустыне жизнь ограничена недостаточным количеством воды. В почвах влажных районов, в озерах, окраинных морях, лимитирующим фактором чаще всего является фосфор.

В Мировом океане развитие жизни лимитируется главным образом недостатком азота и фосфора. Поэтому любой подъем на поверхность донных вод, обогащенных этими минеральными элементами, оказывает благотворное влияние на развитие жизни. Особенно ярко это проявляется в тропических и субтропических районах. Такое явление подъема глубинных океанических вод к поверхности называется *апвеллингом* (от англ. up - вверх и to well - хлынуть). Зоны апвеллинга встречаются там, где ветры постоянно отгоняют воду от крутого берегового склона. Холодная вода, поднимаясь с глубин океана, несет с собой накопленные биогенные элементы. Именно

поэтому в таких зонах продуктивность выше. Здесь наблюдается значительное увеличение численности популяций рыб. Процесс апвеллинга поддерживает также и многочисленные популяции морских птиц, которые откладывают на берегах и островах огромные массы так называемого гуано, богатого нитратами и фосфатами. Зоны апвеллинга - это наиболее рыбопродуктивные области океанов, где особенно развит рыбный промысел.

Принцип лимитирующего фактора справедлив для всех живых организмов - растений, животных, микроорганизмов и относится как к абиотическим, так и к биотическим факторам. Например, лимитирующим фактором для развития организмов данного вида может стать конкуренция со стороны другого вида. В земледелии лимитирующим фактором часто становятся вредители, сорняки, а для некоторых растений лимитирующим фактором развития становится недостаток (или отсутствие) представителей другого вида. Например, в Калифорнию из средиземноморья завезли новый вид инжира, но он не плодоносил, пока оттуда же не завезли единственный для него вид пчел-опылителей.

3.5. Закон минимума Либиха

Закон минимума Либиха: рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве (минимуме).

Так гласит в простейшем виде закон, предложенный немецким агрохимиком Юстусом фон Либихом в 1855 году, применительно к конкретным опытам ученого. В современной формулировке закон минимума звучит так: **выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.**

В 1840 г. Либих выпустил книгу «Органическая химия и ее применение в сельском хозяйстве и физиологии». Этот труд положил научную основу агрохимии, благодаря которой появилась возможность значительного увеличения урожаев. В нем он описывал процессы питания растений и влияние разнообразных факторов и элементов питания на их рост. Ученый установил, что урожай культур зачастую ограничивается (лимитируется) не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, такими, как, к примеру, углекислый газ и вода, (обычно эти вещества присутствуют в среде в изобилии), а теми, которые необходимы в минимальных количествах, но которых и в почве очень мало (например, цинк).

Либих пришел к убеждению, что минеральные вещества, которыми питаются растения, извлекая их из почвы, должны быть снова введены в почву, если требуется сохранить или даже повысить ее плодородность. Путем химического анализа он определил необходимые составные части и дополнил естественные органические удобрения минеральными.

Либих обобщил свои представления и результаты исследований в тезисах, вышедших в 1855 г. Тогда же и появилось выражение «Закон минимума Либиха», хотя сам Либих ни о каком законе не говорил. В более общем смысле закон минимума Либиха можно сформулировать следующим образом: жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму. Отсюда следует важный вывод: дальнейшее снижение действия необходимого фактора ведет к гибели организма либо к разрушению экосистемы в целом.

В дальнейшем учеными-экологами в закон минимума Либиха было внесено несколько поправок и ограничений.

Прежде всего, было установлено, что закон минимума применим только в условиях стационарного состояния системы, т.е. при сбалансированном притоке и оттоке энергии и веществ.

И еще одно ограничение – это взаимодействие и взаимозамещение различных факторов. Например, если некоторые растения растут не на ярком солнечном свете, а в тени, то при таком действии факторов им требуется меньше цинка, чем обычно. В некоторых случаях организм способен частично замещать недостающее дефицитное вещество другим, химически близким. Например, моллюски заменяют иногда недостающий кальций стронцием для построения раковин.

Изучая различные лимитирующее действие экологических факторов на насекомых американский зоолог Виктор Эрнест Шелфорд (1877-1968) пришел к выводу, что лимитирующим может быть не только недостаток, но и избыток таких факторов как свет, тепло, вода. В экологии такое положение носит название закон толерантности Шелфорда, сформулированного им в 1913 году.

3.6. Закон толерантности Шелфорда

Закон толерантности Шелфорда: лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия.

Диапазон между этими минимальным и максимальным действием фактора определяет величину выносливости организма, который принято называть пределом толерантности (выносливости) организма к данному фактору. Другими словами, присутствие или процветание популяции какого-либо организма зависит от комплекса экологических факторов, к каждому из которых у организма существует определенный диапазон толерантности (выносливости). Таким образом, каждый организм можно охарактеризовать экологическим минимумом и экологическим максимумом.

Диапазон толерантности по каждому фактору ограничен его минимальными и максимальными значениями, в пределах которых только и может существовать данный организм.

Живой организм может существовать в некотором определенном интервале значений факторов. Чем шире этот интервал, тем больше устойчивость или толерантность данного организма. Закон толерантности является одним из основополагающих принципов современной экологии.

Степень благополучия вида или популяции в зависимости от интенсивности воздействующего на них фактора представляют в виде кривой толерантности. Такая кривая имеет обычно колоколообразную форму с максимумом, соответствующим оптимальному значению данного фактора. Отклонение от оптимума обычно сопровождается угнетающим действием фактора на организм. Такие условия, при которых жизнедеятельность организма угнетается, но он еще может существовать, называется *пессимумом*. Пределы выносливости организма (экологическая валентность) лежат между двумя крайними точками действия фактора - максимально и минимально переносимыми значениями.

Для выражения степени толерантности в экологии применяются термины, использующие приставки *стено-* (узкий) и *эври-* (широкий). Маловыносливые, узкоограниченные каким-либо экологическим фактором и способные обитать только в условиях устойчивого постоянства этого фактора организмы называют стенобионтами. К ним обычно принадлежат многие паразиты, виды океанических глубин, обитатели пещер, виды тропических лесов. Напротив, организмы, способные существовать при широких амплитудах факторов окружающей среды называют эврибионтами. К ним относятся многие наземные животные. Если хотят подчеркнуть отношение организма к конкретному фактору, то используются термины, первая часть которых образована приставками стено- или эври-, вторая же часть содержит указание на конкретный фактор, например: эвритермный (имеющий широкий температурный интервал), стенофагный (вид с узкой пищевой специализацией) и т.п.

Как отмечают многие экологи, смысл закона толерантности вполне понятен. Плохо как недокормить, так и перекормить растение либо животное. Из этого закона вытекает следующее следствие, согласно которому любой избыток вещества или энергии является загрязняющим среду компонентом. Например, в засушливых областях избыток воды вреден, и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель.

3.7. Жизненные формы организмов

В процессе исторического развития животные и растения приобрели специфические черты, затрагивающие особенности строения, обмена веществ, динамику жизненных процессов и т.п. Все эти особенности определяют внешний облик организмов, или жизненную форму.

Жизненная форма – внешний облик живых организмов, отражающий их приспособленность к определенным условиям среды.

Жизненные формы выделяются как среди животных, так и среди растений. У животных они поразительно разнообразны, поскольку, во-первых, животные в отличие от растений более динамически лабильны (растениям присущ главным образом оседлый способ существования) и, во-вторых, форма их существования непосредственно зависит от поиска, качества и способа добывания ими пищи. Животные обычно все время подвижны и активны в добывании пищи (исключение составляют отдельные животные водной среды, ведущие сидячий образ жизни).

Один из крупнейших современных экологов Д.Н.Кашкаров так определяет Ж.ф. животных: «Тип животного, находящийся в полной гармонии с окружающими условиями, мы называем жизненной формой. В Ж.ф., как в зеркале, отражаются главнейшие, доминирующие черты места обитания».

Итак, на формирование жизненных форм животных основное влияние оказывает их образ жизни. В связи с этим предложено довольно большое количество систем жизненных форм животных. Их выделяют по способам передвижения (например, жизненные формы прыгунов представлена тушканчиками и кенгуру); по способам и месту размножения (живородящие, яйцекладущие, размножающиеся под землей, на поверхности земли и т.п.); иные жизненные формы систематизируются по способам питания (растительоядные, хищники, всеядные и т.д.).

Разнообразие классификаций жизненных форм животных объясняется множеством критериев и принципов, которые положены в основу классификации. У зоологов (а теперь и у экологов) наибольшее распространение получила система жизненных форм Д.Н.Кашкарова. Всех животных он разделил на следующие группы:

- I. Плавающие формы:
 1. Чисто водные
 2. Полуводные
- II. Роющие формы:
 1. Абсолютные землерои
 2. Относительные землерои
- III. Наземные формы:
 1. Не делающие нор
 2. Делающие норы
 3. Животные скал
- IV. Древесные лазящие формы
- V. Воздушные формы.

Значительно более унифицирована система жизненных форм растений. Кстати, сам термин «жизненная форма» и его определение были введены в экологию именно при исследовании растительности. Это сделал датский ботаник Йоханнес Варминг в 1884 году. Он определял жизненную форму как форму, в которой вегетативное тело растения находится в гармонии с внешней средой в течение всей жизни.

Начало изучению жизненных форм положил немецкий естествоиспытатель Александр Гумбольдт. Он предложил выделять те жизненные формы, которые характеризуют физиономичность ландшафта: деревья, кустарники, травы, лианы и т.д. Так, в качестве особых, он выделял формы кактусов, составляющих облик пейзажа в Мексике, хвойных, определяющих вид тайги, бананов, пальм, злаков.

Затем жизненные формы начали классифицировать по экологическим признакам. Наиболее широко распространена система жизненных форм, разработанная еще одним датским экологом и геоботаником Кристеном Раункиером в 1905 г. Она основана на положении почек возобновления (или верхушек побегов) по отношению к поверхности почвы в неблагоприятных условиях (зимой или в засушливый период). Все растения были подразделены Раункиером на 5 главных типов.

1. **Фанерофиты** (от греч. phaneros - видимый, открытый, явный) - почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы. Это деревья, кустарники, деревянистые лианы. Благодаря высокому положению почек возобновления над землей, деревья хорошо себя чувствуют в экваториальных зонах, где количество влаги обильно. В то же время пустынные области непригодны для их жизнедеятельности из-за большой сухости, так же как и холодные зоны Земли из-за воздействия морозов и сильных ветров.

2. **Хамефиты** (от греч. chamai - на земле) - почки возобновления находятся невысоко (20-25 см) над поверхностью почвы и, как правило, зимой защищены снежным покровом. Сюда относятся кустарники, кустарнички, полукустарнички, некоторые многолетние травы (например, черника, седмичник), мхи. Растения этой группы характерны для тундровых экосистем, как наиболее приспособленная форма жизни к суровым северным условиям.

3. **Гемикриптофиты** (от греч. hemi - полу- и cryptos - скрытый) - почки возобновления в неблагоприятный для вегетации период года находятся на уровне почвы. Они защищены чешуями, опавшими листьями и снежным покровом. Это в основном многолетние травянистые растения средних широт: лютики, одуванчик, крапива двудомная, клевер. Гемикриптофиты являются одной из самых распространенных форм жизни в районах с умеренным климатом.

4. **Криптофиты** (от греч. kryptos - скрытый) - почки возобновления закладываются в виде луковиц, клубней, корневищ на некоторой глубине в почве (геофиты) либо под водой (гидрофиты). Геофиты приспособлены к жизни в сухих районах, где выживают благодаря запасу питательных

веществ в углубившихся в почву клубнях и луковицах, а гидрофиты - представители главным образом водной среды.

5. **Терофиты** (от греч. *theros* - лето) - главным образом однолетники, переживающие неблагоприятный период года в виде семян. В умеренной зоне к этой группе относятся в основном сорняки. Встречаются терофиты и в засушливых зонах.

Особую группу среди жизненных форм составляют растения, которые присутствуют одновременно во многих ярусах биоценоза, и отнести их к какой-то конкретной жизненной форме довольно затруднительно. Это **растения-эпифиты** – избравшие для себя другие растения в качестве среды обитания (но не паразиты!), а также различные лианы. К таким растениям относятся мхи на стволах деревьев, многообразие лиан в тропических лесах, а также наши доморощенные лианы, такие как хмель, паслен сладко-горький, плющ и другие. Эти растения образуют группу внеярусной растительности.

Распределение жизненных форм растений, характерное для определенного географического региона, выраженное в процентах, называется **спектром жизненных форм**. Анализ глобальных данных обо всех сосудистых растениях мира позволил получить так называемый глобальный, или нормальный спектр. Спектры для отдельных регионов Земного шара отражают воздействия факторов среды на характер адаптации растений в сообществах.

4. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

4.1. Определение и сущность популяции

История развития экологии наглядно показывает, что, начиная с начала XX в., центр внимания в экологических исследованиях постепенно смещался с отдельных организмов на группы совместно обитающих особей того или иного вида. Такую совокупность особей одного вида, обитающую длительное время на определенной территории, назвали популяцией.

Популяция (от лат. *populus* – народ, население) - любая совокупность особей одного вида, проживающая длительное время на определенной территории, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.

Термин «популяция» получил распространение в первой трети XX в., хотя корни этого понятия обнаруживаются еще в древних литературных источниках. Уже в трудах Аристотеля можно найти указания на связи между организмами, сожительства животных и формы группировок. Он выделял группы животных кочевых и оседлых, ведущих одиночный и групповой образ жизни. «Отец ботаники» Теофраст описывал естественные сообщества растений как совокупность видов, приуроченных к определенным ландшафтам. Не останавливаясь на истории

развития понятия популяция, отметим, что этот термин укоренялся в экологии довольно медленно, и до 1930 г. в научной литературе почти не применялся. До этого времени представление о популяции, как особом явлении органического мира, отсутствовало. Уточнение понятия «популяция» связано с бурным развитием в XX в. таких биологических наук, как генетика и экология.

Термин «популяция» был заимствован из демографии, где он обозначал народ, население (от лат. *populus*).

В наиболее общем виде популяцию можно определить как группу организмов одного определенного вида, обитающих совместно на отдельной территории и обладающих общими свойствами. Исходя из такого определения, популяцией можно назвать всех дроздов, живущих в каком-то лесном массиве, всех дафний, населяющих отдельный пруд или лужу, всех мучных жуков, живущих в одной банке. К общим свойствам, объединяющим все эти организмы в особую систему, прежде всего, следует отнести свойство общего родства (конкретнее, генетическое родство организмов, составляющих популяцию) и обитание видов в сходных условиях.

Для генетиков такого определения популяции как любой группы организмов одного вида на определенной территории уже недостаточно. Ведь в этом случае популяция - это и колония мышей в клетке, и видовое население целых ландшафтных зон, например белки в Евразии. Поэтому вместе с развитием понятия популяции экологи все в большей мере учитывают ее определенную внутреннюю структуру, гетерогенность, несхожесть особей одного вида. Популяция предстала как сложное эволюционное образование со своей внутренней структурой и определенными законами организации и функционирования.

Эколога, изучающего отдельные популяции, не устраивает то упрощенное определение, которое удовлетворяло бы эколога, специализирующегося на изучении экосистем. Во-первых, нередки случаи, когда в течение своей жизни особи какого-либо вида переходят из одной экосистемы в другую (например, у стрекоз личинки развиваются в воде). Во-вторых, возможны ситуации, когда на большой территории, занятой одной экосистемой, обитают несколько генетически изолированных популяций, каждая из которых может иметь свои экологические особенности. Поэтому при изучении отдельных популяций необходимо пристально следить за всеми жизненными стадиями изучаемого вида, независимо от того, в состав каких экосистем они входят.

В некоторых случаях эколог трактует изучаемую совокупность особей как популяция, тогда как генетик выделяет в ее пределах группы особей, не родственные друг другу и не обменивающиеся между собой генами. Так, среди дафний одного вида, населяющих небольшой пруд, генетики обнаружили несколько различных партеногенетически размножающихся семей. Эколог же при решении определенных задач этими генетическими различиями может пренебречь.

Среди множества видов живых организмов есть такие, которые в течение длительного времени держатся на одной территории, сохраняя более или менее постоянную численность. Другим видам свойственны сильные колебания численности, нередко сопровождаемые значительными изменениями площади занимаемой территории. Классическим примером могут служить некоторые саранчовые, образующие мигрирующую «стадную» фазу и дающие настоящие вспышки численности. Так, например, у обитающей в Африке красной саранчи в период образования «стадной» фазы область распространения увеличивается в тысячи раз по сравнению с той областью, где она живет постоянно. Так, в 1962 году на юге Марокко саранча за пять дней уничтожила 7 тыс. т апельсинов (по 60 т в час). Это цифра превышает годовое потребление цитрусовых в такой стране, как Франция.

В 125 году до нашей эры саранча уничтожила все посевы пшеницы и ячменя в римских провинциях Киренаике и Нумидии (в Северной Африке), и население этих стран - 800 тысяч человек! - умерло от голода.

Явления, когда стаи саранчи покрывают воздушное пространство на площади в 5-12 квадратных километров, совсем не редки. В такой стае насчитывается от 700 млн. до 2 млрд. насекомых, а общий их вес составляет около 3 тыс. т (2,5 т на гектар). Мало того, известны случаи, когда стаи саранчи сплошь затмевали небо на 250 км². Приблизительные подсчеты показывают, что примерно 35 млрд. насекомых, составляющих эту стаю, весят 50 тыс. т. Предполагается, что все насекомые в подобных чудовищных стаях весят, по-видимому, лишь вчетверо меньше, чем все люди на планете! В это с трудом верится...

Такую стаю саранчи, улетающую по ветру на тысячи километров от места своего постоянного обитания, эколог скорее посчитает популяцией, но генетики и эволюционисты остерегаются применять этот термин к подобным группировкам.

4.2. Характеристика популяций

Любая популяция характеризуется определенными качественными и количественными признаками, имеет определенную организацию и структуру. Такие признаки могут выражаться статистическими функциями, т.е. популяцию и ее свойства можно описать с использованием математического аппарата. Таковы, например, структура, плотность, численность, рождаемость, смертность. Некоторые характеристики популяций взаимосвязаны: смертность определяет структуру, рождаемость - плотность и т.д.

Следует подчеркнуть, что между отдельным организмом и популяцией организмов существует принципиальная разница. Как капля воды не отражает свойства реки, озера, океана, так и организм, взятый в отдельности, не может характеризовать всю популяцию в целом.

Единственным носителем признаков популяции является группа особей, но не отдельные особи в этой группе.

Популяция как биологическая система обладает структурой и функциями. Структура популяции характеризуется составляющими ее особями (численность) и их распределением в пространстве. Функции популяции аналогичны функциям других биологических систем. Им свойственен рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях.

Одним из важных параметров, определяющих пространственную структуру, является численность особей в популяции. Наблюдая за свойствами различных популяций, будь то популяции животных или растений, можно видеть, что численность их бывает очень различной. Это может быть и сотня деревьев, встречающихся на гектаре соснового леса, и миллионы одноклеточных водорослей в экосистеме пруда или озера, и несколько грифов, живущих на недоступных скалах, и тучи скворцов над только что засеянным ржаным полем.

Под **численностью популяции** понимается общее количество особей в популяции. Численность популяции не может быть постоянной и зависит от соотношения интенсивности размножения и смертности.

Плотность популяции определяется как количество особей вида на единице площади (главным образом земной поверхности) или же в единице объема (водная среда, экспериментальная культура), например, 200 деревьев на 1 га, 50 человек на 1 км², 20 головастиков на 1 м³ воды.

Особи живых организмов (растения, животные, микроорганизмы) обычно распределены в пространстве неравномерно. Каждая популяция занимает пространство, обеспечивающее средствами к жизни лишь определенное число особей.

В общем виде можно выделить три типа распределения особей: случайное, регулярное (равномерное) и групповое (пятнистое).

Случайное распределение характерно для популяций, численность особей которых невелика и потенциальная возможность конкуренции мала. При этом среда обитания организмов должна быть *более или менее однородной*. В этом случае сила и направление воздействия абиотических и биотических факторов случайно изменяются во времени и пространстве. Случайное распределение встречается в природе не очень часто, хотя само действие случайных природных факторов само по себе не редкость. Такое случайное распределение характерно, к примеру, для пауков, обитающих в лесной подстилке.

Наиболее часто в природе распространено **групповое (пятнистое)** распределение. Оно свойственно многим организмам, обитающим не только в наземных, но и в водных экосистемах.

При данном типе распределения организмы образуют разнообразные группировки. Образование таких групп происходит по разным причинам: неоднородность среды, локальные различия в местообитаниях, влияние суточных и сезонных изменений погодных условий; особенности процесса размножения, и т.д.

Примеров группового распределения можно привести множество. Огромными косяками передвигаются с место на место многие рыбы. В большие стаи собираются водоплавающие птицы, готовящиеся к дальним перелетам Северо-американские северные олени карибу в условиях тундры образуют огромные стада.

Такие же примеры можно привести и для растений: пятнистое размещение растений клевера на лугу, пятна мхов и лишайников в тундре, скопление кустарничков брусники в сосновом лесу, обширные пятна кислицы в еловом лесу, земляничные поляны на светлых лесных опушках и т.п.

Регулярное (равномерное) распределение может наблюдаться при сильном антагонизме особей (конкуренции), когда вероятность нахождения одной особи рядом с другой крайне мала. В природе такой тип распределения встретить трудно, хотя нередко можно встречать размещение организмов, отклоняющееся от случайного в сторону большей регулярности.

Регулярное распределение чаще всего можно наблюдать в искусственно созданных человеком сельскохозяйственных системах – садах, огородах. Так, при посадке, равномерно можно распределить яблоневые деревья в саду, используя мерную ленту. В огороде таким образом можно высадить кусты ягодных культур, некоторые овощные растения.

Важной характеристикой при исследовании популяции является ее **возрастная структура**. Возрастная структура отражает соотношение различных возрастных групп в популяции и определяет ее способность к размножению. В быстрорастущих популяциях молодые особи составляют большую долю. Поэтому состояние популяции по прошествии определенного промежутка времени будет зависеть от ее нынешнего полового и возрастного состава.

Если в популяции размножение происходит постоянно, то по возрастной структуре устанавливаются – сокращается или увеличивается численность.

В большинстве популяций способность к размножению их членов (репродуктивная способность) изменяется с возрастом. В современной экологии при исследовании возрастного состава популяции выделяют три экологические возрастные группы:

- пререпродуктивную (неполовозрелые молодые особи);
- репродуктивную (особи способны к размножению);
- пострепродуктивную (особи уже не способны к размножению).

Длительность этих возрастов по отношению к общей продолжительности жизни сильно варьирует у разных организмов.

При благоприятных условиях в популяции имеются все возрастные группы и поддерживается сравнительно стабильный уровень численности. Обычно в начальный период роста (пререпродуктивная стадия) организмы размножаться не способны. Длительность этого периода у различных видов сильно варьирует - от нескольких минут у микроорганизмов до нескольких лет у человека, многих млекопитающих, деревьев. Пререпродуктивный период может продолжаться большую часть жизни, как, например, у поденок (личиночное развитие в воде занимает от года до нескольких лет из-за длительного развития личинок) и 17-летней цикады (пререпродуктивная стадия достигает нескольких лет). Однако, характерно, что репродуктивный период у этих видов очень короток (у поденок несколько дней, у цикады менее одного сезона), а пострепродуктивный период и вовсе практически отсутствует, как у многих других видов.

Иное положение наблюдается в популяциях человека, а также животных, которые содержатся в искусственно созданных условиях (комнатные, домашние животные, обитатели зоопарков). Особи в таких популяциях доживают до пострепродуктивного периода. У современного человека три эти «возраста» примерно одинаковы, на каждый из них приходится около трети жизни.

В настоящее время соотношение возрастных экологических групп в популяции людей меняется. Увеличивается число детей, подростков и пенсионеров, т.е. непроизводительных слоев населения. Доля детей до 15 лет в большинстве развивающихся стран увеличилась до 50%, пожилых людей старше 65 лет - до 15%. Такое изменение соотношения возрастных групп приводит к увеличению нагрузки на трудоспособную часть населения.

Изменение в численности, структуре и распределении популяций как реакция на условия окружающей среды называется динамикой популяции.

Динамика популяций в упрощенном варианте может быть описана такими показателями как рождаемость и смертность. Это наиболее важные популяционные характеристики, на основании анализа которых можно судить об устойчивости и перспективном развитии популяции.

Рождаемость – одна из основных характеристик популяции и определяется как число особей, рожденных в популяции за некоторый промежуток времени (час, день, месяц, год).

При этом термин «рождаемость» характеризует появление особей любых видов, независимо от способов появления их на свет: будь это прорастание семян подорожника или овса, появление детенышей из яиц у курицы или черепахи, рождение потомства у слона, кита, либо человека.

Экологи различают максимальную рождаемость в условиях отсутствия лимитирующих экологических факторов (добиться этого практически весьма сложно, если даже не невозможно). Под *максимальной рождаемостью* понимается теоретически возможный максимум скорости образования новых особей в идеальных условиях. Размножение организмов сдерживается только

их физиологическими особенностями. Например, теоретическая скорость размножения различных видов во многих случаях может быть довольно высокой. Если мы примем за основу такой показатель, как время захвата видом всей поверхности Земли, то для бактерии холеры *Vibrio cholerae* он будет составлять 1,25 суток, для диатомовой водоросли *Nitzschia putrida* - 16,8, для домашней мухи *Musca domestica* - 366, для курицы - около 6000, для слона - 376000 суток. Таким образом, максимальная рождаемость является теоретическим показателем и постоянна для данной популяции.

Смертность - величина, обратная рождаемости. Это число погибших в популяции особей за единицу времени.

Подобно рождаемости, смертность можно выразить числом особей, погибших за данный период (число смертей в единицу времени) или же в виде удельной смертности для всей популяции или ее части. При определении смертности популяции учитываются все погибшие особи независимо от причины смерти (умерли ли они от старости или погибли в когтях хищника, отравились ядохимикатами или замерзли от холода и т.д.).

4.3. Взаимодействия между популяциями

Популяции организмов вступают между собой в самые различные взаимоотношения, в результате которых происходит положительное или отрицательное влияние одних видов на другие.

Рассмотрим основные типы таких взаимоотношений.

1. **Нейтрализм** (от лат. нейтралис - не принадлежащий ни тому, ни другому) - ассоциация двух популяций не сказывается ни на одной из них. Такого рода взаимоотношения в природе встречаются часто. Примеров можно привести много. Это отношения между дождевым червем и комаром, зайца, обитающего под пологом леса и дятла, живущего в дупле дерева, белки и лося, дятлов и дроздов в лесу.

2. **Взаимное конкурентное подавление** - обе популяции подавляют друг друга. Примером взаимного конкурентного подавления могут служить отношения между сорняками и культурными растениями, угнетающие обоих партнеров.

3. **Конкуренция за общий ресурс** - каждая популяция *косвенно отрицательно* воздействует на другую в борьбе за дефицитный ресурс. Это могут быть опосредованные отношения между видами в борьбе за добывание пищи (соперничество между волками, рысями и лисами в северных лесах, между гиенами и львами в саваннах) и т.п.

4. **Аменсализм** (от греч. а - отрицание и лат. менса - стол, трапеза) - одна популяция подавляет другую, но сама не испытывает отрицательного влияния. Ель в процессе роста сильно

затеняет почву и тем самым вытесняет светолюбивые виды, попавшие под ее полог. Изменяя среду, ель подавляет популяции светолюбивых травянистых растений. На рост же самой ели обратного воздействия не происходит.

5. Хищничество - одна популяция неблагоприятно воздействует на другую, нападая *непосредственно на нее*, но тем не менее сама зависит от объекта нападения. Хищниками могут быть различные организмы - от простейших до сложноорганизованных. Это львы и волки, пожирающие свою жертву, кровососущие мошки и насекомоядные птицы, это различные виды рыб, поедающие планктонных рачков дафний, и сами дафнии, питающиеся одноклеточными водорослями.

6. Протокооперация (буквально первичное сотрудничество - от греч. протос - первый и лат. кооперацио - сотрудничество) - обе популяции получают от ассоциации выгоду, но эти отношения необязательны.

Один из распространенных в природе случаев протокооперации относится к совместному существованию буйволовых скворцов (волокнуи) и крупных животных (буйволы, носороги, жирафы, антилопы, зебры, крупный рогатый скот). Волокнуи приспособлены к питанию клещами и насекомыми-кровососами, от которых страдают животные. Присосавшихся клещей птицы, склонив голову набок, срезают как ножницами сжатым с боков клювом. Таким образом, налицо взаимное выгодное сотрудничество организмов.

7. Симбиоз (от греч. - симбиозис - сожительство) - это тесная взаимосвязь между представителями разных видов, из которых по крайней мере один обойтись без другого не может.

Классическим примером симбиоза являются лишайники. Они состоят из двух компонентов - гетеротрофного гриба (микобионта) и автотрофного организма (фикобионта) - цианобактерии, водоросли. Гриб доставляет фикобионту воду и неорганические вещества и защищает от высыхания, а также обеспечивает прикрепление к почве. От автотрофного компонента он в свою очередь получает углеводы, которые образуются в ходе фотосинтеза.

По степени соединения партнеров и по их типовой зависимости друг от друга различают несколько типов симбиоза: паразитизм, комменсализм, мутуализм.

Паразитизм выгоден одному из партнеров (паразиту) и вреден другому (хозяину). Комменсализм полезен одному симбионту, но не отражается на другом. Мутуализм - это взаимовыгодное сосуществование.

Паразитизм (от греч. пара - возле и ситос - пища) - одна популяция использует другую в качестве среды обитания и источника пищи. Большое количество паразитов имеется среди животных (блохи, вши, клещи, различные виды тлей, бактерии, гельминты и др.), растений (петров крест, подбельник обыкновенный, гнездовка настоящая и др.), грибов (различные виды ржавчинных, головневых, мучнисторосяных грибов).

Комменсализм (от лат. ком - с, вместе и менса - стол, трапеза) - одна популяция извлекает пользу от объединения, а для другой это объединение безразлично. Таким образом, один вид (или популяция) извлекает пользу от сожительства, а другой вид (или популяция) ничего не выигрывает от этого, но и не страдает.

Часто под комменсализмом понимают такое сожительство, при котором один из партнеров питается остатками пищи или продуктами выделения другого, не причиняя ему вреда. Такую разновидность комменсализма, основанную на потреблении остатков пищи хозяев, называют **нахлебничеством**.

Для крупных организмов можно привести пример сожительства рыб-лоцманов и крупных хищных акул. С одной стороны рыбы-лоцманы находятся в относительной безопасности, а с другой, им перепадают остатки несъеденной акулами пищи. На акул присутствие этих рыб не оказывает никакого влияния.

Нередко можно встретить такую форму взаимоотношений между видами, как **квартиранство**. Под последним понимается сожительство организмов; когда один из видов поселяется в жилище другого или близ него. Такой тип взаимоотношений широко распространен у растений - примером могут служить лианы и эпифиты (орхидеи, лишайники, мхи), поселяющиеся непосредственно на стволах и ветвях деревьев. В гнездах и норах грызунов обитает множество видов членистоногих, некоторые рыбы прячутся под зонтиками медуз со стрекательными нитями. Рыба горчак откладывает икру в убежище - мантию двустворчатого моллюска, не принося ему вреда.

Особенно часто комменсализм можно наблюдать в морской или океанической среде. Практически в каждой норке червя, в каждой раковине двустворчатого моллюска обитают «незваные гости», которые получают здесь укрытие, но не приносят хозяину ни пользы, ни вреда.

Мутуализм (от лат. мутуус - взаимный) - связь популяций благоприятна для роста и выживания обеих, причем в естественных условиях *ни одна из них не может существовать без другой*.

Классический пример мутуализма - сотрудничество между цветковыми растениями и опыляющими их насекомыми. Насекомое получает необходимый ему нектар, а взамен осуществляет столь необходимый для растения акт опыления. При отсутствии опылителей растения во многих случаях оказались бы на грани вымирания, а насекомые без растительной пищи погибли бы.

Мутуалистическими отношениями является взаимосвязь между жвачными животными (олени, крупный рогатый скот, антилопы) и бактериями, обитающими в их рубце (один из четырех отделов желудка жвачных). Рубец населен многочисленными бактериями из родов *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Clostridium*, *Vethanobacterium* и др. Бактерии рубца приспособлены только к

анаэробным (бескислородным) условиям, и многие виды под воздействием кислорода мгновенно гибнут. Основная пища жвачных - целлюлоза и другие растительные волокна. Однако сами животные лишены ферментов, которые способны разлагать растительный материал. Бактерии же выделяют целлюлозоразрушающие ферменты. Продукты микробной ферментации используются организмом-хозяином, а последний создает для бактерий непрерывный приток субстратов (растительная целлюлоза) и контролирует условия его сбраживания (нейтрализуя слюной излишнюю кислотность среды, где обитают бактерии).

4.4. Конкуренция. Закон конкурентного исключения Гаузе

Организмы, которые потенциально могут использовать одни и те же ресурсы, называются конкурентами.

Конкуренция (от позднелат. *concurrentia, concurrere* – сталкиваться) - такое взаимодействие организмов, которое проявляется как взаимное угнетение между ними, вызванное сходными потребностями в ограниченном ресурсе, доступность которого уменьшается при росте численности конкурирующих организмов.

Конкуренция является главным механизмом возникновения биологического разнообразия. Взаимодействие такого типа приводит к снижению выживаемости конкурирующих особей. Следует отметить, что конкуренция может проявляться и тогда, когда какого-либо ресурса достаточно, но его доступность снижается из-за активного противодействия особей.

Если конкуренты принадлежат к одному виду, то взаимоотношения между ними называют *внутривидовой конкуренцией*. Если же они относятся к разным видам, то это *межвидовая конкуренция*. Объектом конкуренции может служить любой ресурс, запасы которого в данной среде недостаточны. Это может быть ограниченная территория распространения, пища, участок для гнезда, место для произрастания семян.

Конкуренция может носить достаточно острый характер, например, борьба за гнездовую территорию. Такой тип конкуренция носит название *прямой* конкуренции. В большинстве случаев такие конфликты происходят между особями одного вида. Однако, часто конкурентная борьба внешне протекает совсем бескровно. Например, на многих хищных животных, конкурирующих за пищу, другие хищники влияют не прямо, а опосредованно, через уменьшение пищи. То же происходит в мире растений, где при конкуренции одни из них влияют на других опосредованно через перехват питательных веществ, солнца или влаги. Этот тип конкуренции носит название *косвенной* конкуренцией.

Исследования причин и следствий межвидовой конкуренции привели экологов к установлению особых закономерностей в функционировании отдельных популяций. Некоторые такие закономерности были возведены в ранг законов.

Исследуя рост и конкурентные взаимоотношения двух видов ресничных инфузорий, советский биолог Г.Ф.Гаузе сформулировал **закон конкурентного исключения** (принцип конкурентного исключения).

Закон конкурентного исключения (принцип конкурентного исключения), гласит: два вида не могут существовать в одном местообитании (в одной и той же местности), если их экологические потребности идентичны.

Поэтому любые два вида с одинаковыми экологическими потребностями обычно бывают разобщены в пространстве или во времени: они живут в разных биотопах, в разных ярусах леса, обитают на разных глубинах в одном водоеме и т.д.

Исследуя рост и конкурентные взаимоотношения двух видов реснитчатых инфузорий, советский биолог Г.Ф.Гаузе провел на них ряд экспериментов, результаты которых опубликовал в 1934 г. Инфузории двух видов *Paramecium caudatum* и *Paramecium aurelia* хорошо росли в монокультуре. Пищей им служили бактериальные или дрожжевые клетки, растущие на регулярно добавляемой овсяной муке. Когда Гаузе помещал оба вида в один сосуд, каждый вид сначала быстро увеличивал свою численность, но со временем *P. aurelia* начинала расти за счет *P. caudatum*, пока второй вид полностью не исчезал из культуры. Этот период исчезновения одного из видов инфузорий длился около 20 дней. Таким образом, борясь за одинаковый пищевой ресурс, один из видов инфузорий вынужден был погибнуть, как слабоконкурентный.

В качестве примера закона конкурентного исключения можно привести изменение численности плотвы, красноперки и окуня при их совместном проживании в озерах. Плотва с течением времени вытесняет красноперку и окуня. Исследования показали, что конкуренция сказывается на стадии мальков, когда кормовые спектры молоди перекрываются. В это время мальки плотвы оказываются более конкурентоспособными.

В природе часто конкурирующие за пищу или пространство виды разделяются во времени. Происходит деление животных на дневные и ночные (ястребы и совы, ласточки и летучие мыши, кузнечики и сверчки, различные виды рыб, проявляющие активность в разное время суток).

5. БИОЦЕНОЗ

5.1. Понятие биоценоза

Живые организмы встречаются на Земле не в любых случайных сочетаниях, как независимые особи, а в определенной взаимозависимости. Они образуют в природе закономерные комплексы. Впервые на возможность выделения таких комплексов обратил внимание немецкий биолог Карл Август Мёбиус. В конце 70-х годов XIX века он изучал скопления устриц (*Ostrea edulis*) в их местообитаниях – так называемых устричных банках. В отличие от многих естествоиспытателей своего времени, Мёбиуса интересовали не только устрицы сами по себе, но и условия их жизни. Такой комплексный метод исследования в биологии до него еще не применялся. Измеряя и исследуя различные факторы среды, Мёбиус пришел к выводу, что для каждой такой устричной банки они строго специфичны. Мало того, вместе с устрицами здесь встречались и такие разнообразные животные как морские звезды, иглокожие, мшанки, черви, асцидии, губки и другие. Ученый сделал вывод, что все эти животные не случайно живут совместно, в одном местообитании. Они нуждаются в тех же условиях, что и многочисленные устрицы. Таким образом, такие группировки появляются благодаря сходным требованиям к факторам окружающей среды.

Комплексы живых организмов, постоянно встречающихся вместе в различных пунктах одного и того же водного бассейна при наличии одинаковых условий существования, Мёбиус назвал биоценозами. Термин биоценоз был впервые введен им в научную литературу в 1877 г.

Биоценоз (от греч. *bios* – жизнь и *koinos* –совместно, вместе, сообща) – это исторически сложившиеся группировки растений, животных и микроорганизмов, населяющие относительно однородное жизненное пространство (участок суши или водоема).

«Каждая устричная банка, - писал в своем труде Мёбиус, - является сообществом живых существ, собранием видов и скоплением особей, которые находят здесь все необходимое для их роста и существования, то есть соответствующий грунт, достаточно пищи, надлежащую соленость и благоприятную для их развития температуру... Наука, однако, не имеет слова, которым такое сообщество живых существ могло бы быть обозначено; нет слова для обозначения сообщества, в котором сумма видов и особей, постоянно ограничиваемая и подвергающаяся отбору под влиянием внешних условий жизни, благодаря размножению непрерывно владеет некоторой определенной территорией. Я предлагаю для такого сообщества слово «биоценозис».

Заслуга Мёбиуса в том, что он не только установил наличие органических сообществ и предложил для них название «биоценоз», но и сумел раскрыть многие закономерности их

формирования и развития. Тем самым были заложены основы важного направления в экологии – биоценологии.

В состав биоценозов входят **фитоценозы** (сообщества растений), **зооценозы** (сообщества животных) и **микробиоценозы** (сообщества микроорганизмов). Каждый биоценоз развивается в пределах определенного однородного пространства, которое характеризуется определенным сочетанием абиотических факторов. К ним могут относиться количество приходящей солнечной радиации, температура, влажность, химический и механический состав почвы, ее кислотность, рельеф местности и др. Такое однородное пространство, часть абиотической среды, занимаемое биоценозом, называется **биотоп**. Это может быть какой-либо участок суши или водоема, берег моря или склон горы. Биотоп – это неорганическая среда, которая является необходимым условием существования биоценоза. Между биоценозом и биотопом существует тесное взаимодействие.

В конкретный биоценоз включаются не только организмы, постоянно обитающие на определенной территории, но и те, которые оказывают существенное воздействие на его жизнь.

Многие насекомые, к примеру, размножаются в водоемах, где служат важным источником питания рыб и некоторых других животных. В молодом возрасте они входят в состав водного биоценоза, а во взрослом состоянии ведут наземный образ жизни, т.е. выступают как элементы сухопутных биоценозов. Зайцы могут питаться на лугу, а обитать в лесу. То же касается и многих видов лесных птиц, которые ищут себе пропитание не только в лесу, а и на прилегающих лугах или болотах.

Каждый биоценоз можно описать, основываясь на совокупности составляющих его видов. Степень насыщенности видами в различных биоценозах разная. Самая известная закономерность изменения видового разнообразия биоценоза – его уменьшение от тропиков в сторону высоких широт. Причем, это касается всех групп наземных и водных организмов, начиная от двусторчатых моллюсков, муравьев и летающих насекомых до пресмыкающихся, птиц, деревьев.

Например, во влажных тропических лесах, в Малайзии, на 1 гектаре леса можно насчитать до 200 видов древесных пород. Биоценоз соснового леса в условиях Беларуси может включать максимум до десяти видов деревьев на 1 гектар, а на севере таежной области на такой же площади присутствуют 2-5 видов. Наиболее бедными биоценозами по набору видов являются альпийские и арктические пустыни, самыми богатыми – тропические леса.

Показателем видового разнообразия биоценоза является общее число видов – видовое богатство.

5.2. Пространственная структура биоценоза

Виды могут по-разному распределяться в пространстве в соответствии с их потребностями и условиями местообитания. Такое распределение видов, составляющих биоценоз, называется **пространственной структурой биоценоза**.

Различают вертикальную и горизонтальную структуру биоценоза.

Вертикальная структура биоценоза образована отдельными его элементами, особыми слоями, которые называются ярусы.

Ярус - совместно произрастающие группы видов растений, различающиеся по высоте и по положению в биоценозе ассимилирующих органов (листья, стебли, подземные органы - клубни, корневища, луковицы и т.п.).

Как правило, разные ярусы образованы разными жизненными формами (деревьями, кустарниками, кустарничками, травами, мхами). Наиболее четко ярусность выражена в лесных биоценозах. Первый **древесный ярус** здесь обычно состоит из высоких деревьев с высоко расположенной листвой, которая хорошо освещается солнцем. Неиспользованный свет может поглощаться деревьями поменьше, образующих второй подпологовый ярус.

Оставшиеся около 10% солнечной радиации перехватывается **ярусом подлеска**. Его составляют кустарники и кустарниковые формы древесных пород, например, орешник, рябина, крушина, ива, яблоня лесная и т.п. На открытых местах, в нормальных экологических условиях, многие кустарниковые формы таких пород как рябина, яблоня, груша имели бы вид деревьев первой величины. Однако под пологом леса, в условиях затенения и нехватки элементов питания, они обречены на существование в виде низкорослых, зачастую не дающих семян деревьев. По мере развития лесного биоценоза, такие породы никогда не выйдут в первый древесный ярус. Этим они отличаются от следующего яруса лесного биоценоза.

Ярус подроста. К нему относятся молодые невысокие (от 1 до 3-5 м) деревца, которые в будущем, в перспективе, смогут выйти в первый ярус. Они относятся к так называемым лесообразующим породам. Это ель, сосна, дуб, граб, береза, осина, ясень, ольха черная и др. Данные породы образуют основные лесные массивы. И, хотя условия освещенности, увлажнения, питания для них не совсем благоприятны, они, благодаря своей конкурентноспособности, могут в будущем достичь первого яруса, и образовать биоценозы со своим господством.

Незначительная часть солнечной радиации используется растениями травяного покрова, которые образуют **травяно-кустарничковый ярус**. Сюда относятся наши лесные травы и кустарнички: ландыш, кислица, земляника, брусника, черника, папоротники.

Напочвенный слой мхов и лишайников формирует **мохово-лишайниковый ярус**. Итак, схематично в лесном биоценозе выделяются древостой, подлесок, подрост, травяной покров, и мохово-лишайниковый ярус. Исследования лесоводов показали, что если над кронами высоких деревьев освещенность составляет 100%, то под ними эта цифра уменьшается до 60%. До поверхности же почвы – травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов доходит всего

лишь 4-5% солнечного света. Таким образом, от такого экологического фактора, как количество света, в первую очередь зависит ярусность любого лесного биоценоза.

Следует отметить, что ярусов может быть меньше (например, отсутствуют кустарники), или больше (в сложных смешанных древостоях с несколькими древесными породами). В состав ярусов не включают лианы, эпифиты (растения, проживающие на других растениях, но не являющиеся паразитами, например, мхи и лишайники на стволах деревьев), а также растения-паразиты, которые выделяются в группу *внеярусной растительности*, поскольку затруднительно отнести их какому-либо конкретному ярусу. В лесах умеренного пояса можно выделить 2-3 (реже больше) ярусов. В тропических лесах ярусы выделить довольно сложно, хотя разные виды деревьев характеризуются разной высотой.

Ярусность свойственна и подземным частям растений. Такие ярусы выделяют по глубине залегания всасывающих частей корней. Ярусность в подземной части биоценоза способствует более продуктивному использованию воды и минеральных веществ в разных горизонтах почвы. Благодаря этому на одной и той же территории может обитать большое количество растений. Подземные ярусы не всегда легко выделить, поскольку основная масса корней приходится на самый верхний слой почвы, глубиной до 20-30 сантиметров. Однако, тем не менее, часто можно выделить 2-3, а то и больше подземных ярусов.

Подобно распределению растительности по ярусам, в биоценозах разные виды животных также занимают определенные уровни. В почве живут почвенные черви, микроорганизмы, землеройные животные. В листовом опаде, на поверхности почвы живут различные многоножки, жуки, клещи и другие мелкие животные. В верхнем пологом леса гнездятся птицы, причем, одни могут питаться и гнездиться ниже верхнего яруса, другие в кустарниках, а третьи возле самой земли. Крупные млекопитающие обитают в нижних ярусах.

Ярусность присуща и биоценозам океана и морей. Разные виды планктона держатся различной глубины, в зависимости от освещения. Также разные виды рыб обитают на разной глубине, в зависимости от того, где они находят себе пропитание.

Особь живых организмов распределены в пространстве неравномерно. Обычно они составляют группировки организмов, что является приспособительным фактором в их жизни. Такие группировки организмов определяют **горизонтальную структуру биоценоза - горизонтальное распределение особей видов, образующих различного рода узорчатость, пятнистость каждого вида.**

Примеров такого распределения можно привести множество. Это многочисленные стада зебр, антилоп, слонов в саванне, колонии кораллов на морском дне, косяки морских рыб, стаи перелетных птиц.

Такие же примеры можно привести и для растений: заросли тростников и водных растений, скопления мхов и лишайников на почве в лесном биоценозе, пятна вереска или брусники в лесу.

К элементарным единицам горизонтального строения растительных сообществ относятся такие структурные единицы как микроценоз и микрогруппировка.

Микроценоз (от греч. «микрос» - малый и «койнос» - общий) - наименьшая по размерам структурная единица горизонтального расчленения сообщества, которая включает все ярусы. Почти каждое сообщество включает в себя комплекс микросообществ или микроценозов.

Микрогруппировка - Сгущение особей одного или нескольких видов в пределах яруса, внутриярусные мозаичные пятна. Например, в моховом ярусе можно выделить различные пятна мхов с доминированием одного или нескольких видов. В травяно-кустарничковом ярусе можно выделить микрогруппировки черничные, чернично-кисличные, голубично-сфагновые и т.п.

Наличие мозаичности имеет довольно важное значение для жизни сообщества. Мозаичность позволяет более полно использовать различные типы микроместообитаний. Особям, образующим группировки, свойственна высокая выживаемость, они наиболее эффективно используют пищевые ресурсы. Это ведет к увеличению и разнообразию видов в биоценозе, способствует его устойчивости и жизнеспособности.

5.3. Трофическая структура биоценоза

Взаимодействия организмов, занимающих определенное место в биологическом круговороте в биоценозах определяет **трофическую структуру биоценоза** (от греч. трофе – питание).

В биоценозе различают три группы организмов, связанных между собой разнообразными пищевыми взаимоотношениями.

1. Продуценты (от лат. *producens* – производящий) - организмы, синтезирующие из неорганических веществ (главным образом воды и двуокиси углерода) все необходимые для жизни органические вещества, используя солнечную энергию (все зеленые растения, цианобактерии и некоторые бактерии), или энергию окисления неорганических веществ (серобактерии, железобактерии и др.). Обычно под продуцентами понимают зеленые хлорофиллоносные растения, дающие первичную продукцию. Общий вес сухого вещества фитомассы (массы растений) оценивается в $2,42 \times 10^{12}$ т. Это составляет 99% всего живого вещества на Земле. И лишь 1% приходится на долю гетеротрофных организмов.

Поэтому только растительности планета Земля обязана существованию на ней жизни. Именно зеленые растения создали необходимые условия для появления и существования вначале разнообразного доисторического зверья, а затем и человека. Погибая, растения аккумулировали энергию в отложениях каменного угля, торфе и даже нефти.

Растения-продуценты дают человеку пищу, сырье для промышленности, лекарства. Они очищают воздух, задерживают пыль, смягчают температурный режим воздуха, приглушают шумы. Благодаря растительности существует то огромное разнообразие животных организмов, которыми населена Земля. Продуценты составляют первое звено в пищевой цепи и лежат в основе экологических пирамид.

2. Консументы (от лат *consumo* - потребляю), потребители - гетеротрофные организмы, которые питаются готовым органическим веществом. Консументы сами не могут строить органическое вещество из неорганического и получают его в готовом виде, питаясь другими организмами. В своих телах они преобразуют органику в специфические формы белков и других веществ, а в окружающую среду выделяют отходы, которые образуются в процессе их жизнедеятельности. Количество органического вещества (биомасса), образованного консументами носит название вторичной продукции.

К консументам (потребителям) относятся животные и человек. К ним также можно отнести и растения-паразиты, которые в своих клетках не имеют хлорофилла, и которые не могут самостоятельно образовывать органические вещества.

Кузнечик, заяц, антилопа, олень, слон, то есть травоядные животные – это консументы первого порядка. Жаба, схватившая стрекозу, божья коровка, питающаяся тлей, волк, закусывающий зайцем, - все это консументы второго порядка. Аист, поедающий лягушку, коршун, уносящий в небо курицу, змея, глотающая ласточку – консументы третьего порядка.

3. Редуценты (от лат. *reducens, reducentis* — возвращающий, восстанавливающий) — организмы, разрушающие мертвое органическое вещество и превращающие его в неорганические вещества, которые в состоянии усваивать другие организмы (продуценты).

Основными редуцентами являются бактерии, грибы, простейшие, т.е. находящиеся в почве гетеротрофные микроорганизмы. Если снижается их активность (например, при использовании человеком сильно действующих пестицидов), то ухудшаются условия для продукционного процесса растений и консументов. Мертвые органические остатки, пусть это будет гниющий в лесу древесный пень, или труп какого-либо животного не исчезают в никуда. Обычно для процесса их утилизации мы используем глагол «гнить» или «перегнить». Все это так, но без участия особых организмов сама по себе мертвая органика не смогла бы перегнить. В качестве могильщиков и выступают редуценты (деструкторы, разрушители).

Характерная черта этих организмов – способность к разложению. Они окисляют мертвые органические остатки до CO_2 , H_2O и простых солей. Р. полностью разлагают все растительные и животные остатки до неорганических составляющих, которые снова могут быть вовлечены в круговорот веществ, тем самым, замыкая его. Они вызывают брожение и гниение остатков живых существ и разнообразных органических отходов. Конечная цель работы редуцентов – разложение

мертвого органического вещества на составляющие его компоненты. Так восстанавливается неорганическая материя.

5.4. Пищевые цепи, экологические пирамиды

Огромную роль в воспроизводстве жизни играет энергия Солнца. Количество этой энергии очень велико (примерно 55 ккал на 1 см² в год). Из этого количества продуценты — зеленые растения в результате фотосинтеза фиксируют не более 1 — 2 % энергии, а в пустынях и в океане — сотые доли процента. Энергия, содержащаяся в органическом веществе одних организмов, потребляется другими организмами.

Перенос веществ и заключенной в них энергии от автотрофов к гетеротрофам, происходящий в результате поедания одними организмами других, называется пищевой цепью.

Число звеньев в пищевой цепи может быть различным, но обычно их бывает от 3 до 5. Совокупность организмов, объединенных определенным типом питания, носит название *трофического уровня*. Первый трофический уровень занимают автотрофы, зеленые растения (продуценты), первичные потребители солнечной энергии. Второй - растительноядные животные (консументы первого порядка), третий - хищники, питающиеся растительноядными животными (консументы второго порядка), и паразиты первичных консументов. И, наконец, вторичные хищники (консументы третьего порядка) и паразиты вторичных консументов образуют четвертый трофический уровень. Трофических уровней может быть и больше, когда учитываются паразиты, живущие на консументах предыдущих уровней.

В развитых, сложившихся биоценозах существуют сложные пищевые взаимодействия между автотрофами и гетеротрофами, образующие пищевые цепи.

Простейшая пищевая цепь (или цепь питания) может состоять из фитопланктона, затем более крупных планктонных ракообразных и заканчивается китом, который фильтрует этих ракообразных из воды.

Как-то крестьяне обратились к великому Чарльзу Дарвину, чтобы он подсказал им как увеличить урожай клевера, которые стали катастрофически падать. «Заведите кошек», — ответил ученый. Крестьяне подумали, что он совсем выжил из ума. Но Дарвин знал то, чего не знали крестьяне. Клевер опылялся шмелями, гнезда которых стали разорять расплодившиеся мыши. Вот вам и еще один пример пищевой цепи: клевер — шмели — мыши — кошки (или лисицы).

Модельная пищевая цепь начинается с улавливания солнечной энергии растением. Бабочка, питающаяся нектаром цветка, представляет собой второе звено в этой цепи. Стрекоза, одно из самых хищных летающих насекомых, нападает на бабочку. Спрятавшаяся среди зеленой травы

лягушка ловит стрекозу, но сама служит добычей для такого хищника, как уж. Это уже пятое звено пищевой цепи. Целый день уж мог бы переваривать лягушку, но еще не успело зайти солнце, как он сам стал добычей другого хищника - ястреба. Цепь питания замкнулась. У ястреба, так же как и у кита особых врагов нет. Вот только человека им стоит опасаться.

Следует отметить, что в природе пищевые цепи такой длины никогда не встречаются, потому что последнему звену в такой цепочке не будет хватать энергии. Именно поэтому хищных организмов в природе значительно меньше, нежели травоядных, да и по массе они мельче. Скажем, наиболее крупные хищники – медведи, львы значительно уступают по размерам скажем слонам или китам

Пищевая цепь, идущая от цветка через стрекозу, лягушку, ужа к ястребу, указывает путь органических веществ, а также содержащихся в них энергии. Общее правило, касающееся любой пищевой цепи, гласит, что на каждом трофическом уровне сообщества большая часть поглощаемой с пищей энергии тратится на поддержание жизнедеятельности, рассеивается в виде тепла, а у светящихся организмов - в виде света, причем ни одна из этих форм энергии не может быть использована другими организмами. Таким образом, потребленная пища на каждом трофическом уровне ассимилируется не полностью. Значительная ее часть тратится на обмен веществ. При переходе к каждому последующему звену пищевой цепи общее количество пригодной для использования энергии, передаваемой на следующий, более высокий трофический уровень, уменьшается.

Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде *экологических пирамид*. Такие модели разработал в 1927 году английский зоолог Чарлз Элтон.

Экологические пирамиды - графические модели (как правило в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключенной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижении всех показателей с повышением трофического уровня.

Различают три типа экологических пирамид.

1. **Пирамида чисел** (численностей) - отражает численность отдельных организмов на каждом уровне.

Чтобы уяснить себе, что такое пирамида чисел, можно привести такой пример. Предположим, что мы имеем в основании нашей пирамиды 1000 тонн травы, массу которой составляют сотни миллионов отдельных травинок. Этой растительностью смогут прокормиться 27 млн. кузнечиков. Такому обилию пищи будут рады около 90 тыс. лягушек. Сами лягушки могут

служить едой 300 форелям в пруду. А это количество рыбы может съесть за год всего только один человек! Таким образом, в основании пирамиды несколько сотен миллионов травинок, а на ее вершине – один человек. Такова наглядная потеря вещества и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.

Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с перевернутой пирамидой чисел. Это можно наблюдать в лесу, где на 1 дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов оказывается меньше, нежели консументов.

2. Пирамида биомасс - соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе, энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка и т.д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике обычно получается ступенчатая пирамида с суживающейся верхушкой.

Однако зачастую (это касается в основном водных экосистем) можно получить так называемую обращенную (перевернутую) пирамиду, когда биомасса продуцентов оказывается меньшей, нежели консументов, а иногда и редуцентов. Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у потребителей-консументов (киты, крупные рыбы, моллюски).

3. Пирамида энергии - отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

Установлено, что максимальная величина энергии, передающаяся на следующий трофический уровень, может в лучшем случае составлять 30% от предыдущего, а во многих биоценозах, пищевых цепях эта доля передаваемой энергии составляет всего 1%.

В 1942 г. американский эколог Р. Линдеман сформулировал закон пирамиды энергий, согласно которому с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи переходит в среднем около 10% энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности. Организмы в результате процессов обмена теряют в каждом звене пищевой цепи около 90% всей энергии.

Если заяц съел 10 кг растительной массы, то его собственная масса может увеличиться на 1 кг. Лисица или волк, поедая 1 кг зайчатины, увеличивают свою массу уже только на 100 г, или на 1% от биомассы растений, съеденных зайцем. В случае древесных растений эта доля много ниже из-за того, что древесина плохо усваивается организмами. Для трав и морских водорослей эта величина значительно выше, поскольку у них отсутствуют трудноусвояемые ткани. Однако общая

закономерность процесса передачи энергии сохраняется: через верхние трофические уровни ее проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и не существует хищников, которые питались бы волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

5.5. Экологическая ниша

Понятие экологическая ниша было введено американским зоологом-натуралистом Дж. Гриннеллом (1914) и английским экологом Ч.Элтоном (1927). Гриннелл термином «ниша» определял самую мелкую единицу распространения вида. Элтон описывал нишу как место данного организма в биотической среде, его положение в цепях питания.

Экологическая ниша – это совокупность факторов среды, в которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе, в пределах которого данный вид может существовать неограниченно долго.

Так как при определении экологической ниши нужно учитывать большое число факторов, то место вида в природе, описываемое этими факторами, представляет собой многомерное пространство. С этой точки зрения классическое определение экологической ниши дал американский эколог Дж. Ивлин Хатчинсон. Согласно сформулированной им концепции экологическая ниша представляет собой часть воображаемого многомерного пространства (гиперобъема), отдельные измерения которого соответствуют факторам, необходимым для нормального существования вида. Экологическую нишу, определяемую только физиологическими особенностями организмов, Дж. Хатчинсон назвал **фундаментальной**, а ту, в пределах которой вид реально встречается в природе - **реализованной**.

Экологическую нишу можно также определить как место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе (например, трофический статус) и его положение относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т.п.). Итак, экологическая ниша - это совокупность факторов среды, в которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе.

Вспомним кроликов в Австралии. Ведь они размножились там в невероятном количестве только из-за того, что была свободна экологическая ниша, которую они заняли. Иногда такое внедрение инородного вида в экосистему с незанятыми экологическими нишами - бедствие, иногда такое расселение может служить человеку. Возьмем, к примеру, такого зверька как ондатра. Ее родина – Северная Америка. Ученые сравнили животный мир водно-болотных ландшафтов Северной Америки и Евразии. Оказывается, очень много сходного. И вот в конце 20-х годов этот крупный грызун с довольно ценным мехом был завезен на территорию России и поселен на

Соловецких островах в Белом море и у берегов Камчатки. Позже ондатру стали акклиматизировать в пресных водоемах. Сейчас она обычна на территории бывшего Советского Союза. Зверек занял свободную экологическую нишу: берега и мелководья рек, озер и болот. Да и корма в достатке – огромная биомасса водных растений. Так этот чужой для нашей фауны вид помог одеться многим в теплые ондатровые шапки и воротники.

Одна из основных проблем, стоящих перед членами одного сообщества, будь это растения или животные, - это распределение жизненного пространства. Для этого организмы приспособились разделять экологические ниши, причем, это может быть пространственное или временное разделение ниш. Птицы, обитающие в разных местах крон деревьев, могут никогда не сталкиваться с птицами, обитающими в листве кустарников. Многие млекопитающие, например речные бобры, метят территорию своего проживания пахучими выделениями, другие оповещают соседей предостерегающими криками. Цветковые растения распускают свои цветы в разное время года, приспособившись к разносезонным насекомым.

Ученые различают специализированные и общие ниши. Большинство видов растений и животных могут существовать только в специальных нишах, в которых поддерживаются определенные физико-химические факторы, температура и источники питания. После того, как в Китае, например, началось уничтожение бамбука, панда, чей рацион на 99% состоит из бамбука, оказалась на грани вымирания.

Размерность экологических ниш в природе может быть самой различной. Одни организмы могут существовать в широких экологических амплитудах, и тем самым расширять свою экологическую нишу. Другие же наоборот эволюционно приспособились к довольно узким экологическим нишам. Удивительный пример такого сужения экологической ниши можно наблюдать у одного из азиатских видов комаров. Обитающий в Таиланде *Anopheles dirus* размножается исключительно только в заполненных дождевой водой ямках, остающихся в лесу от следов слоновьих ног!

Иногда экологические амплитуды некоторых видов бывают столь малы, и они занимают такие узкие экологические ниши, что только диву даешься. Вот один из таких примеров: в густонаселенной зоне Тропической Африки прекрасно себя чувствует червь, нашедший пристанище под веками гиппопотама и питающийся исключительно слезами этого животного. Более узкую нишу трудно себе представить.

Еще примеры. Несколько лет назад в непроходимом лесу гавайского острова Мауи был обнаружен новый вид птиц *Melanprosops phaeosoma*, относящийся к семейству гавайских цветочниц. Местообитание этих птиц простирается всего лишь на несколько квадратных километров.

Ареал оранжевой жабы (*Bufo periglenes*) охватывает вершину одной-единственной горы в Коста-Рике. Всего за несколько часов весь лес здесь можно вырубить. Тогда золотистой жабе и подобным ей эндемикам (местным видам, обитающим только в данном регионе) придет конец.

6. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

6.1. Сущность экосистемы

Термин «экосистема» был предложен в 1935 г. английским ботаником Артуром Тенсли. Тенсли считал, что экосистемы представляют собой основные природные единицы на поверхности земли. Это не только комплекс живых организмов, но и все сочетание физических факторов. Всюду, где мы наблюдаем отчетливое единство растений, животных и микроорганизмов, объединенных отдельным участком окружающей среды, мы имеем пример экосистемы.

Экосистема (экологическая система) - основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов и среды их обитания, организованное потоками энергии и биологическим круговоротом веществ. Это фундаментальная общность живого и среды его обитания.

Это любая совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования (среда обитания).

Все экосистемы принадлежат к открытым термодинамическим системам, относительно стабильным во времени. Открытые термодинамические системы характеризуются тем, что они должны получать и отдавать энергию и обмениваться веществом. Их стабильность создается и регулируется взаимодействием круговорота веществ и потоков энергии. Исходя из общей теории систем, концепция экосистемы, как открытой системы, должна учитывать специфику связанных между собой среды на входе и среды на выходе. К примеру, для биосферы нашей Земли средой на входе будет являться энергия, земное и космическое вещество, а на выходе - осадочные биогенные породы и уходящие в космос газы.

При изучении структуры и функционирования экосистем исследователь сталкивается с некоторыми трудностями. Прежде всего это неопределенная пространственно-временная локализация. Затем, сама природа экосистемы, включающая в себя не только живое население, но и определенные абиотические параметры. Такие абиотические параметры, неживые компоненты являются обязательными структурными составляющими экосистемы. Это могут быть элементы минерального питания, вода и свет для растений, элементы рельефа, служащие убежищем для животных и т.п.

Структура экосистемы, как и любой системы, не может рассматриваться как простое механическое составляющее подсистем низшего уровня, или как иерархическая структура. Обыкновенно, структура экосистемы есть нечто большее, нежели сумма всех ее элементов. При определении понятия «экосистема» особенно важно подчеркнуть особую роль, которая принадлежит процессам взаимодействия живых и неживых ее компонентов.

Понятие «экосистема» можно применить к объектам различной степени сложности и разного размера. Это может быть частичка почвы и капля воды, кочка на болоте и само болото, лужа, озеро и океан, луг, лес, Земля в целом. Примером экосистемы может служить и тропический лес в определенном месте и в конкретный момент времени, населенный тысячами видов растений, животных и микробов, живущих вместе, и связанными миллионами происходящих между ними взаимодействий.

Таким образом, каждая конкретная экосистема может характеризоваться определенными границами (экосистема елового леса, экосистема низинного болота). Однако само понятие «экосистема» является безранговым, обладает признаком безразмерности, ей не свойственны территориальные ограничения. Обычно экосистемы разграничиваются элементами абиотической среды, например рельефом, видовым разнообразием, физико-химическими и трофическими условиями и т.п. Размер экосистем не может быть выражен в физических единицах измерения (площадь, длина, объем и т.д.). Он выражается системной мерой, учитывающей процессы обмена веществ и энергии. Поэтому под экосистемой обычно понимается совокупность биотической (живые организмы) и абиотической среды, при взаимодействии которых происходит более или менее полный биотический круговорот, в котором участвуют продуценты, консументы и редуценты. Термин «экосистема» применяется и по отношению к искусственным образованиям, например экосистема парка, сельскохозяйственная экосистема (агроэкосистема).

Экосистемы по их размерности можно разделить на микроэкосистемы (экосистема гниющего пня или дерева в лесу, прибрежные заросли водных растений), мезоэкосистема (болото, сосновый лес, ржаное поле) и макроэкосистема (океан, море, пустыня).

6.2. Динамика экосистем

Экосистемы непрерывно подвержены изменениям. Нескончаемый поток энергии и питательных веществ постоянно влияют на состояние экосистем. Одни виды, постепенно отмирают или вытесняются, и уступают место другим. Внутри экосистем постоянно протекают процессы разрушения и новообразования. Например, старые деревья отмирают, падают и перегнивают, а рядом покоящиеся до поры до времени в почве семена прорастают давая новый цикл развития жизни.

Такие постепенные процессы изменения экосистем могут носить иной характер в случае катастрофических воздействий на них. Если биоценоз разрушается, например, при воздействии урагана, пожара или рубки леса, то восстановление исходного биоценоза происходит медленно.

Изменение экосистемы во времени в результате внешних и внутренних воздействий носит название динамики экосистемы.

Изменения сообществ отражаются суточной, сезонной и многолетней динамикой экосистем. Такие изменения обусловлены периодичностью внешних условий.

Составляющие любую экосистему виды не однородны по отношению к проявлению факторов внешней среды. Поэтому одни из них проявляют биологическую активность в дневное время суток, другие более активны к вечеру и ночью. **Суточная динамика** происходит в сообществах всех зон – от тундры до влажных тропических лесов.

Наиболее четко суточная динамика прослеживается в природных зонах с резким колебанием факторов среды на протяжении суток. Например, в пустыне жизнь летом в полуденные часы замирает, хотя некоторые животные и проявляют определенную активность.

В умеренной зоне в дневное время господствуют насекомые, птицы и некоторые другие животные. В сумеречное и ночное время активными становятся ночные насекомые, например, бражники, комары, многие млекопитающие, из птиц – козодои, совы и др. Суточная динамика прослеживается и у растений. Большинство покрытосеменных растений раскрывают свои цветки только в дневное время. Однако, у некоторых растений наблюдается увеличение жизненной активности к ночи. Так, вечером усиливается аромат такой орхидеи наших лесов, как любка двулистная. Делается это для привлечения ночных насекомых-опылителей.

Чрезвычайно интересное суточное явление наблюдается у представителей животного планктона (зоопланктона) в морях и пресных водоемах. Днем они держатся на глубине, а ночью поднимаются в поверхностные слои.

Сезонная динамика экосистем определяется сменой времен года. Это выражается не только в изменении состояния и активности организмов отдельных видов, но и их соотношений. В первую очередь сезонная динамика затрагивает видовой состав. Неблагоприятные сезонные погодные условия заставляют многие виды мигрировать в районы с лучшими условиями существования. Такое явление хорошо известно для перелетных птиц, у видов же, остающихся зимовать в экосистеме, значительно изменяется их жизненная активность. Большинство видов деревьев и кустарников на зиму сбрасывает листву. Приостанавливается активное деление клеток образовательной ткани. Вегетативные органы однолетних растений отмирают. У многолетних трав жизнеспособными остаются только корневая система и зимующие почки прикрытые от замерзания

почвой и снежным покровом. Некоторые виды оседлых животных впадают в спячку, предварительно накопив запасы энергетического сырья – жира. Другие ведут зимой активный образ жизни и способны обеспечить себя кормом.

Со сменой сезонов года связано изменение флористического состава экосистем. Так, войдя в березняк, осинник или дубраву ранней весной, когда еще не распустились листья на деревьях, можно увидеть целые пятна красивоцветущих растений-первоцветов. Эту группу растений составляют виды из семейства лютиковых (ветреница дубравная, чистяк весенний, перелеска благородная, сон-трава) и некоторые другие.

Растения-первоцветы разноцветными пятнами покрывают почву в весеннем лесу: белыми из ветрениц, голубыми из перелесок и сон-травы, желтыми из чистяка, лиловыми из хохлаток. Их развитие является приспособлением к более полному использованию условий местообитания. Снег уже сошел, света и тепла достаточно, а вегетация основных растений еще не начиналась. Такая группа многолетних растений, развивающаяся только весной на короткий период, называется *эфемероидами*.

К тому времени, когда на деревьях распускаются листья и в лесу станет сумрачно, эфемероиды уже полностью заканчивают цикл развития. Надземные части их завядают, отмирают и они сохраняются в почве до следующей весны часто лишь в виде луковиц, корневищ, клубней и т.п. И если вы войдете в тот же лес в конце мая - начале июня, то не узнаете этого места. Здесь развились уже другие травы, и ничто не говорит о бывшем буйном весеннем цветении первоцветов.

Таким же образом к смене сезонов года приспособились и животные. Весной у них появляется потомство. Активизация жизненных процессов приходится на летний период, а осенью они уже начинают готовиться к предстоящей зимовке.

Наряду с сезонной и суточной динамикой экосистем экологов интересуют и более длительные их изменения. Такие изменения происходят в экосистемах благодаря жизнедеятельности живых организмов, которые изменяют среду своего обитания, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами своего метаболизма (обмена веществ).

6.3. Экологическая сукцессия

Наряду с сезонной и суточной динамикой экосистем экологов интересуют и более длительные их изменения. Такие изменения происходят в экосистемах благодаря жизнедеятельности живых организмов, которые изменяют среду своего обитания, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами своего метаболизма (обмена веществ).

Относительно длительное существование биоценоза на одном месте (сосновый или еловый лес, низинное болото) изменяет биотоп (место, на котором существует биоценоз) так, что он становится малоприспособленным для существования одних видов, но приспособленным для внедрения или

развития других. В результате в данном биотопе постепенно развивается другой биоценоз, более приспособленный к новым условиям среды. Такая многократная смена одних биоценозов другими называется сукцессией.

Сукцессия (от лат. *successio* - преемственность, наследование) - это постепенная, необратимая, направленная смена одних биоценозов другими на одной и той же территории под влиянием природных факторов, или воздействия человека.

Примеры сукцессий: постепенное зарастание сыпучих песков, каменистых россыпей, отмелей; заселение растительными и животными организмами заброшенных сельскохозяйственных земель (пашни), залежей, вырубок и др. Наблюдать сукцессию можно на заброшенных полях разного возраста, песчаных дюнах или песчаных морских и речных берегах. Если мы будем рассматривать сукцессию на брошенных землях, которые не используются в сельском хозяйстве, то можно видеть, что бывшие поля быстро покрываются разнообразными однолетними растениями. Сюда же попадают семена древесных пород: сосны, ели, березы, осины. Они легко и на большие расстояния разносятся ветром, а также животными. Попав на слабозадерненную почву, семена начинают прорастать. В наиболее благоприятном положении оказываются светолюбивые мелколиственные породы (береза, осина).

Термин «сукцессия» впервые употребил французский ботаник Де Люк в 1806 г. для обозначения смен растительности. Он является одним из ключевых терминов современной экологии. Этот тип динамики всегда находился в центре внимания экологов, и проблеме сукцессий посвящена обширная литература.

Любое новое местообитание - обнажившийся песчаный берег реки, застывшая лава потухшего вулкана, лужа после дождя - сразу оказывается ареной заселения новыми видами. Характер развивающейся растительности зависит от свойств субстрата. Это же можно сказать и о животных, заселяющих новые территории. Постепенно поселившиеся организмы изменяют среду обитания, например, затеняют поверхность или изменяют ее влажность. Следствием такого изменения среды служит развитие новых, устойчивых ко вновь созданным условиям видов и вытеснение предыдущих. С течением времени формируется новый биоценоз с заметно отличающимся от первоначального видовым составом.

Вначале изменения происходят быстро. Затем скорость сукцессии понижается по мере появления растений, растущих более медленно. Всходы березы образуют густую поросль, которая затеняет почву, и даже если вместе с березой прорастают семена ели, ее всходы, оказавшись в весьма неблагоприятных условиях, сильно отстают от березовых. Светолюбивая береза является серьезным конкурентом для ели. К тому же, специфические биологические особенности березы

дают ей преимущества в росте. Березу называют «пионером леса», пионерской породой так как она почти всегда первой поселяется на нарушенных землях и обладает широким диапазоном приспособляемости.

Березки в возрасте 2-3 лет могут достигать высоты 100-120 см, тогда как елочки в том же возрасте едва дотягивают до 10 см. Постепенно, к 8-10 годам березы формируют устойчивое березовое насаждение, высотой до 10-12 метров. Под развивающимся пологом березы начинает подрастать и ель, образуя разной степени густоты подрост. Перемены происходят и в нижнем, травяно-кустарничковом ярусе. Постепенно, по мере смыкания крон березы, светолюбивые виды, характерные для начальных стадий сукцессии, начинают исчезать и уступают место теневыносливым.

Изменения касаются и животного компонента биоценоза. На первых стадиях поселяются майские хрущи, березовая пяденица, затем появляются многочисленные птицы: зяблики, славки, пеночки. Поселяются мелкие млекопитающие: землеройки, крот, еж. Изменение условий освещения начинает благоприятно сказываться на молодых елочках, которые ускоряют свой рост. Если на ранних этапах сукцессии прирост елочек составлял 1-3 см в год, то по прошествии 10-15 лет он достигает уже 40-60 см. Где-то к 50 годам ель догоняет березу в росте и образуется смешанный елово-березовый древостой. Из животных появляются зайцы, лесные полевки и мыши, белка. Заметны сукцессионные процессы и среди птичьего населения. Появляются иволги, питающиеся гусеницами.

Смешанный елово-березовый лес постепенно сменяется лесом еловым. Ель перегоняет в росте соперницу-березу, создает значительную тень, и светолюбивая белоствольная красавица, не выдержав конкуренции, постепенно выпадает из древостоя. Таким образом происходит сукцессия, при которой вначале березовый, затем смешанный елово-березовый лес сменяется чистым ельником. Естественный процесс смены березняка ельником длится более 100 лет. Именно поэтому иногда процесс сукцессии называют вековой сменой.

Если развитие сообществ идет на вновь образовавшихся, ранее не заселенных местообитаниях, где растительность ранее отсутствовала - на песчаных дюнах, на застывших потоках лавы, породах, обнажившихся в результате эрозии или отступления льдов, то такая **сукцессия** называется **первичной**.

В качестве примера первичной сукцессии можно привести процесс заселения вновь образованных песчаных дюн, где растительность прежде отсутствовала. Здесь вначале поселяются многолетние растения, способные переносить засушливые условия. Они укрепляют поверхность дюны и обогащают песок органическими веществами. Вслед за многолетниками появляются однолетники. Их рост и развитие часто способствуют обогащению субстрата органическим материалом, так что постепенно создаются условия, подходящие для произрастания

таких растений как ива, толокнянка, чабрец. Эти растения предшествуют появлению проростков сосны, которые закрепляются здесь и, подрастая, образуют через много поколений сосновые леса на песчаных дюнах.

Если на какой-либо местности ранее существовала растительность, но по каким-либо причинам она была уничтожена, то ее естественное восстановление называется **вторичной сукцессией**. К таким сукцессиям может привести, например, частичное уничтожение леса болезнями, ураганом, извержением вулкана, землетрясением, либо пожаром. Восстановление лесного биоценоза после таких катастрофических воздействий происходит в течение длительного времени. Поэтому часто сукцессии называют вековыми сменами.

Большинство сукцессий, наблюдаемых в настоящее время являются сукцессиями **антропогенными** (от греч. anthropos - человек), т.е. происходящими в результате воздействия человека на природные экосистемы. Это выпас скота, рубка лесов, возникновение очагов возгорания, распашка земель, затопление почв, опустынивание и т.п.

Примером вторичной сукцессии может быть образование торфяного болота при зарастании озера. Изменение растительности на болотах начинается с того, что края водоема зарастают водными растениями. Влаголюбивые виды растений (камыш, тростник, осока) начинают разрастаться вблизи берегов сплошным ковром. Постепенно создается более или менее плотный слой растительности на поверхности воды. Отмершие остатки растений постепенно накапливаются на дне водоема. Из-за малого количества кислорода в застойных водах погибшие растения медленно разлагаются и постепенно превращаются в торф. Начинается формирование болотного биоценоза. Появляются сфагновые мхи, на сплошном ковре которого поселяются клюква, багульник, голубика. Здесь же могут поселяться сосенки, образуя редкую поросль тощих деревьев. Постепенно, с течением времени образуется экосистема верхового болота.

Ни один вид растений или птиц не может процветать на протяжении всей сукцессии. По мере роста древостоя животное население в значительной степени меняет свой состав. Появляющиеся хищники и паразиты в значительной степени контролируют видовую структуру биоценоза. Поэтому последовательная и непрерывная смена видов во времени является характерной чертой большинства сукцессионных процессов. В течение сукцессии биомасса живых организмов возрастает, а круговорот веществ увеличивается.

6.4. Экосистема и биогеоценоз

Идея о взаимосвязи и единстве всех явлений природы привела к появлению экосистемного подхода и разработке понятия «экосистема» за рубежом, и возникновении новой научной дисциплины в бывшем СССР.

В истории экологии 20-40-е годы XX столетия примечательны тем, что именно в это время многие экологи искали ту основную структурную единицу природного целого, которая может лежать в основе биосферных процессов. Англичанин Тенсли предложил такой единицей считать экосистему. В России, а затем и в Советском Союзе развитие теоретической экологии шло по несколько иному руслу.

Еще в 1899 г. В.В. Докучаев писал, что в последнее время все больше формируется и обособляется одна из наиболее интересных дисциплин в области современного естествознания, а именно учение о многогранных соотношениях и взаимоотношениях (а одновременно и о законах, управляющих вековыми изменениями), которые существуют между неживой и живой природой: между поверхностными горными породами, пластикой земли, почвами, наземными и почвенными водами, климатом страны и растительными и животными организмами, в том числе и человеком, гордым венцом природы.

Такой дисциплиной, возникшей в недрах лесной геоботаники и оформившейся впоследствии в фундаментальную науку со своими задачами и методами, является **биогеоценология** (от греч. *bios* - жизнь, *ge* - земля, *koinos* - общий). Основоположителем биогеоценологии стал выдающийся геоботаник, лесовод и эколог академик Владимир Николаевич Сукачев, предложивший свою трактовку структурной организации биосферы. Сукачев посвятил свою жизнь разработке общих вопросов фитоценологии - науки о растительных сообществах (фитоценозах). В своих работах он придавал большое значение изучению межвидовых и внутривидовых взаимоотношений растений в растительных сообществах.

Биогеоценоз по В.Н.Сукачеву - участок земной поверхности с однородными природными явлениями (атмосфера, горная порода, растительность, животный мир, микроорганизмы, почва, гидрологические условия), которые объединены обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Сущность биогеоценоза Сукачев видел в процессе взаимного обмена веществом и энергией между составляющими его компонентами, а также между ними и окружающей внешней средой. Важная особенность определения биогеоценоза - то, что он связан с определенным участком земной поверхности.

Исходным понятием при определении биогеоценоза был геоботанический термин «**фитоценоз**» - растительное сообщество, группировка растений с однородным характером взаимоотношений между ними самими и между ними и средой. Растения развиваются на вполне конкретном субстрате - почве, представляющем собой органико-минеральное естественноисторическое природное образование, которое населено микроорганизмами. Еще

одним природным компонентом, с которым непосредственно контактируют растения, является атмосфера. Также важны для характеристики биогеоценоза условия увлажнения. Любой фитоценоз всегда населен разнообразными животными.

Объединяя все указанные составляющие в одно целое, мы получим структуру биогеоценоза. Она включает следующие функционально связанные части. Это фитоценоз - растительное сообщество (автотрофные организмы, продуценты); зооценоз - животное население (гетеротрофы, консументы) и микроценоз - различные микроорганизмы, представленные бактериями, грибами, простейшими (редуценты). Эту живую часть Б. Сукачев относил к **биоценозу**. Неживую, абиотическую часть биогеоценоза слагают совокупность климатических факторов данной территории – климатоп, биокосное образование - эдафотоп (почва) и условия увлажнения (гидрологические факторы) - гидротоп. Такая совокупность абиотических компонентов биогеоценоза носит название **биотоп**. Все взаимодействия компонентов биогеоценоза связаны между собой совокупностью пищевых цепей и взаимообусловлены. Каждый компонент в природе неотделим от другого. Главным создателем живого вещества в пределах биогеоценоза является фитоценоз - зеленые растения. Используя солнечную энергию, зеленые растения создают огромную массу органического вещества. Состав и масса такого вещества зависят главным образом от особенностей атмосферы и почвенных условий, которые определяются, с одной стороны, географическим положением (зональность, отражающаяся существованием определенных типов биомов), а с другой - рельефом местности и расположением фитоценоза. От состава и характеристики растительности зависит существование комплекса гетеротрофов. В свою очередь биоценоз в целом определяет состав и количество органического вещества, попадающего в почву (степные богатые черноземы, слабогумусированная почва бореальных лесов и крайне бедные почвы влажного тропического леса). Животные в процессе своей жизнедеятельности также оказывают разнообразное влияние на растительность. Исключительно важны взаимодействия между микроорганизмами и растительностью, микроорганизмами и позвоночными и беспозвоночными животными.

Таким образом, развивая идею биогеоценоза и теорию биогеоценологии, В.Н.Сукачев под биогеоценозом понимал сообщество животных и растений вместе с отвечающими ему условиями почвы и атмосферы.

Биогеоценоз, как структурная единица биосферы сходен с предложенной Тенсли трактовкой **экосистемы**. Биогеоценоз и экосистема – понятия сходные, но не одинаковые. Биогеоценоз следует рассматривать как иерархически элементарную комплексную, т.е. состоящую из биотопа и биоценоза, экосистему. Каждый биогеоценоз является экосистемой, но не каждая экосистема соответствует биогеоценозу. В основе обеих формулировок лежит принцип единства живых и неживых компонентов биологических систем.

Прежде всего, любой биогеоценоз выделяется только на суше. На море, в океане, и вообще в водной среде биогеоценоз не выделяются. Биогеоценоз имеет конкретные границы. Они определяются границами растительного сообщества – фитоценоза. Образно говоря, биогеоценоз существует только в рамках фитоценоза. Там, где нет фитоценоза, нет и биогеоценоза. Понятия экосистема и биогеоценоз совершенно тождественны (одинаковы) только для таких природных образований, как, к примеру, лес, луг, болото, поле. Лесной биогеоценоз = лесная экосистема; луговой биогеоценоз = луговая экосистема и т.п. Для природных образований, меньших или больших по объему, нежели фитоценоз, либо там, где фитоценоз выделить нельзя, применяется только понятие экосистема. Например, кочка на болоте – экосистема, но не биогеоценоз. Текущий ручей – экосистема, но не биогеоценоз. Точно также только экосистемами являются море, тундра, влажный тропический лес и т.п. В тундре, в лесу можно выделить не один фитоценоз, а множество. Это совокупность фитоценозов, представляющих более крупное образование, нежели биогеоценоз.

В этом отличие биогеоценоза от экосистемы. Экосистема может быть пространственно и мельче, и крупнее биогеоценоза. Экосистема - образование более общее, безранговое. Это может быть и участок суши или водоема, прибрежная дюна или небольшой пруд, и вся биосфера в целом. Биогеоценоз ограничен границами растительного сообщества – фитоценоза и обозначает конкретный природный объект, занимающий определенное пространство на суше и отделенный пространственными границами от таких же объектов. Это реальная природная зона, в которой осуществляется биогенный круговорот.

6.5. Агроэкосистемы

В биосфере помимо естественных биогеоценозов (лес, луг, болото, река и т.д.) и экосистем существуют и сообщества, созданные хозяйственной деятельностью человека. Такое искусственно созданное человеком сообщества называется агроэкосистем (агроценоз, агробиоценоз, сельскохозяйственная экосистема).

Агроэкосистема (от греч. агрос - поле - сельскохозяйственная экосистема, агроценоз, агробиоценоз) - биотическое сообщество, созданное и регулярно поддерживаемое человеком с целью получения сельскохозяйственной продукции. Обычно включает совокупность организмов, обитающих на землях сельхозпользования.

К агроэкосистемам относят поля, сады, огороды, виноградники, крупные животноводческие комплексы с прилегающими искусственными пастбищами. Характерная особенность агроэкосистем - малая экологическая надежность, но высокая урожайность одного или нескольких

видов (или сортов культивируемых растений) или животных. Главное их отличие от естественных экосистем - упрощенная структура и обедненный видовой состав.

Агроэкосистемы имеют несколько отличных от экосистем естественных, природных.

1. Видовое разнообразие в них резко снижено для получения максимально высокой продукции. На ржаном или пшеничном поле кроме злаковой монокультуры можно встретить разве что несколько видов сорняков. На естественном лугу биологическое разнообразие значительно выше, но биологическая продуктивность уступает засеянному полю во много раз.

2. Виды сельскохозяйственных растений и животных в агроэкосистемах получены в результате действия искусственного, а не естественного отбора, что в значительной мере влияет на сужение их генетической базы. В агроэкосистемах происходит резкое сужение генетической базы сельскохозяйственных культур, которые крайне чувствительны к массовым размножениям вредителей и болезням.

3. Для агроэкосистем, по сравнению с естественными биоценозами, характерна большая открытость. Это означает, что в естественных биоценозах первичная продукция растений потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в систему биологического круговорота в виде углекислого газа, воды и элементов минерального питания. Агроэкосистемы же более открыты, и из них изымается вещество и энергия с урожаем, животноводческой продукцией, а также в результате разрушения почв. В связи с постоянным изъятием урожая и нарушением процессов почвообразования, а также при длительном выращивании монокультуры, на культурных землях постепенно происходит снижение плодородия почв. Именно поэтому для получения высоких урожаев необходимо вносить большое количество минеральных удобрений, чтобы поддерживать плодородие почвы.

4. Смена растительного покрова в агроэкосистемах происходит не естественным путем, а по воле человека, что не всегда хорошо отражается на качестве входящих в нее абиотических факторов. Особенно это касается почвенного плодородия.

Почва является важнейшей системой жизнеобеспечения и существования сельскохозяйственного производства. Однако продуктивность агроэкосистем зависит не только от плодородия почвы и поддержания ее качества. В не меньшей мере на нее влияет сохранность среды обитания полезных насекомых (опылители) и других представителей животного мира. К тому же в этой среде обитают многие естественные враги сельскохозяйственных вредителей. Так, уже стал хрестоматийным пример массовой гибели опылителей полей гречихи в США, происшедшей при столкновении их с автомобилями в местах близкого расположения сельскохозяйственных угодий к автотрассам.

5. Одна из главных особенностей экосистем состоит в получении дополнительной энергии для нормального функционирования. Без поступления дополнительной энергии извне

агроэкосистемы, в отличие от экосистем природных, существовать не могут. Под дополнительной понимается любой тип энергии, привносимый в агроэкосистемы. Это может быть мускульная сила человека или животных, различные виды горючего для работы сельскохозяйственных машин, удобрения, пестициды, ядохимикаты, дополнительное освещение и т.д. Под дополнительной энергией можно также понимать новые породы домашних животных и сорта культурных растений, внедряемые в структуру агроэкосистем.

6. Все искусственно создаваемые в сельскохозяйственной практике агроэкосистемы полей, садов, пастбищных лугов, огородов, теплиц представляют собой системы, специально поддерживаемые человеком. В агроэкосистемах используется именно их свойство производить высокую чистую продукцию, так как все конкурентные воздействия на культивируемые растения со стороны сорняков сдерживаются агротехническими мероприятиями, а формирование пищевых цепей за счет вредителей пресекается с помощью различных мер, например, химической и биологической борьбы.

Следует отметить, что агроэкосистемы являются крайне неустойчивыми сообществами. Они не способны к самовосстановлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели от массового размножения вредителей или болезней. Для их поддержания необходима постоянная деятельность людей.

А какие же признаки сообщества, экосистемы считаются устойчивыми? Прежде всего, это сложная, полидоминантная структура, включающая наибольшее, возможное при данных условиях число видов и популяций. Затем, максимальная биомасса. И последнее – относительное равновесие между приходом и расходом энергии. Несомненно то, что в таких экосистемах наблюдается наименьший уровень продуктивности. Биомасса большая, а продуктивность низкая. Это связано с тем, что основная часть поступающей в экосистему энергии идет на поддержание процессов жизнедеятельности.

Самое важное негативное следствие существования агроэкосистем – это их дестабилизирующее воздействие на биогеохимические циклы биосферы, где осуществляется воспроизводство основных видов экологических ресурсов и совершается регуляция химического состава жизненных сред. На сельскохозяйственных угодьях круговорот биогенов оказывается разомкнутым на десятки процентов. Поэтому есть все основания говорить, что агроценозы с самого начала их существования находятся в антагонистических отношениях с окружающей природной средой. Ныне стало очевидно, что они угрожают разрушением фундаментальных биосферных процессов и повинны в глобальном экологическом кризисе. Это относится ко всем созданным человеком формам, в том числе к самым продуктивным сортам и породам.

Сказанного, по-видимому, достаточно, чтобы продемонстрировать принципиальную неспособность агроценозов взять на себя функции естественных экосистем. Следует только добавить, что в настоящее время человечество не придумало еще иного способа снабжать себя продовольствием, нежели создавая искусственные агроэкосистемы.

7. БИОСФЕРА

7.1. Понятие биосферы

Наша планета Земля неповторима в разнообразии условий внешней среды. Земля - это чудо Вселенной, уникальная сфера, жемчужина в космическом пространстве. Главная особенность планеты Земля - это существование на ней жизни в самых разных ее проявлениях. Изумляет богатое разнообразие живых существ: микроскопические организмы, насекомые, растения, рыбы, птицы, млекопитающие и, наконец, сам человек.

Жизнь в ее многочисленных проявлениях тонким хрупким слоем покрыла всю нашу голубую планету. Земля оказалась в гордом одиночестве во Вселенной, где появились структуры, способные самовоспроизводиться, менять свою форму в результате комбинации и рекомбинации генов и передавать эти изменения потомкам. Делящаяся клетка остается неизменной в новых изданиях. Жизнь постоянно и непрерывно производит себя и проявляется в создании новых видов и особей, каждый из которых уникален. Количество вариантов и возможных генетических комбинаций, которые приводят к созданию уникальных организмов больше, нежели число световых лет, отделяющих Землю от самой дальней Звезды. Предполагают, что числом, отражающим такие комбинации является 265 с двадцатью четырьмя миллиардами нулей!

Самым важным за всю историю Земли, это, конечно, появление первых форм живого и взаимодействие их с поверхностью планеты. За те 4 миллиарда лет, прошедшие с тех пор, когда земная поверхность стала подходящим субстратом для существования жизни, на ней произошли грандиозные изменения. И начало им было положено в то неопределенно далекое время, когда началась дифференциация живого и неживого.

Первым попытался описать отличия живого и неживого французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк (1744-1829). В его время все многообразие окружающего мира - от атомов до планет - делилось на три царства природы: растения, животные, минералы. Ламарк, упростив это деление, всю природу разделил на два царства: живое и неживое. В своей знаменитой "Философии зоологии" он составил таблицу противоположностей живого и неживого.

Еще в XVII и XVIII веках многими учеными умами высказывалась идея о взаимосвязанности всех процессов живой и неживой природы. Ученые разных специальностей подготавливали почву, на которой в начале XX века проросли ростки глобального учения о биосфере.

Биосфера (от греч. *Bios* – жизнь + *sphaira* – шар) – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов.

Учение о живой природе было создано и развито многими выдающимися натуралистами прошлых веков. Но тогда исследовался главным образом растительный и животный мир, а биосфера – как качественно новое геологическое, биологическое и экологическое цельное явление на планете – не рассматривалась.

Появление и развитие учения о биосфере стало новой вехой в естествознании, в изучении взаимодействия и взаимоотношений между косной и живой природой, между человеком и окружающей средой.

Первые робкие обобщения и представления о биосфере предпринял в 18 веке французский естествоиспытатель Жан Батист Ламарк (1744-1829). Ему принадлежит приоритет в формулировке самого понятия «биосфера», хотя термина этого при его жизни еще не существовало. Однако обобщения, сделанные Ламарком, позволяют нам говорить о том, что высказанные им идеи содержат в себе зачатки понятия о биосфере. В лекциях 1800 г. Ламарк отметил, что живые тела содержат все неорганические вещества, наблюдаемые в природе, и объяснил это активным участием животных и растений в формировании поверхности Земли. Позже он заключает, что все минералы внешней коры и состоящие из них элементы земной поверхности являются исключительно продуктами животных и растений, которые существовали на этих участках поверхности земного шара.

Работы Ламарка положили начало представлениям о существовании на нашей планете определенного пространства, заселенного живыми существами. Причем подчеркивалось, что это пространство организовано именно жизнедеятельностью организмов. Из множества терминов, которые были предложены для обозначения такого пространства, закрепился один, предложенный в 1875 г. австрийским геологом Эдуардом Зюссом. Он писал: «В области взаимодействия верхних сфер и литосферы и на поверхности материков можно выделять самостоятельную биосферу. Она простирается теперь как над сухой, так и над влажной поверхностью, но ясно, что раньше она была ограничена только гидросферой».

Биосфера включает в себя все области нашей планеты, освоенные жизнью. Это и атмосфера, и океан, и все части земной поверхности, где утвердилось жизнь в любых ее формах.

Биосфера представляет собой сложнейшую планетарную оболочку жизни, населенную организмами, составляющими в совокупности живое вещество. Это самая крупная (глобальная) экосистема Земли - область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете. Совокупная деятельность живых организмов в биосфере проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы до высоты озонового экрана (20-25 км), верхнюю часть литосферы (кора выветривания) и всю гидросферу до глубинных слоев океана. Ограничивают область распространения жизни и слишком высокие или низкие температуры. Элементы минерального питания также влияют на развитие жизни. К ограничивающему фактору можно отнести и сверхсоленую среду (превышение концентрации солей в морской воде примерно в 10 раз). Лишены жизни подземные воды с концентрацией солей свыше 270 г/л.

В планетарной биосфере выделяют континентальную и океаническую биосферы, которые отличаются геологическими, географическими, экологическими, биологическими, физическими и другими условиями. Нижний предел распространения живого ограничивается дном океана (глубина около 11 км) или изотермой в 100°C в литосфере (по данным сверглубокого бурения на Кольском полуострове, эта цифра составляет около 6 км). Фактически жизнь в литосфере прослеживается до глубины 3-4 км. Таким образом, вертикальная мощность океанической биосферы составляет 11 км. Вверх, в атмосферу, биосфера простирается не выше наибольших плотностей озонового экрана, что составляет 22-24 км. Следовательно, предел протяженности биосферы выражается цифрой 39-40 км. Однако основная жизнь в биосфере сконцентрирована в значительно более узких пределах, охватывающих всего несколько десятков метров.

Поражает то, насколько невелика область распространения жизни на Земле: всего несколько десятков метров почвенного слоя, около 11 км океанских глубин и 10-15 км атмосферы. Таково пространство, где рождаются, развиваются и умирают 2 млн. видов животных и около 300 тыс. видов растений, распространенных на нашей планете. Следует только отметить, что не все они равномерно расселяются по всей биосфере. Исключением является человек – вид, наиболее широко распространенный. Таким же видом по расселению можно признать, вероятно, еще и обыкновенную комнатную муху. Она встречается почти повсеместно, за исключением лишь Заполярья. И хотя первоначально она встречалась только в тропических широтах, ее способность впадать в зимнюю спячку и обживать отапливаемые помещения позволила мухе проникнуть всюду, где живет человек.

Обычно нижнюю границу биосферы на материках проводят по изотерме +100°C. При более высокой температуре даже выносливые бактерии выжить не могут. Эта протяженность вглубь составляет от 1,5-2 до 10-15 км. Обычно же признаки жизни обнаруживаются значительно выше.

А как же установить границу биосферы в морях и океанах? Английский натуралист Э.Форбс в 1841 году по результатам своих наблюдений в Средиземном море категорически заявил, что ниже 540 м жизнь в океанических водах невозможна. Однако уже спустя 20 лет был поднят кабель с глубины 2160 метров. Он оказался весь усеян кораллами, устрицами, двустворчатыми и брюхоногими моллюсками, яйцами кальмаров.

Окончательно было доказано, что самые глубокие места в Мировом океане обитаемы, в 1960 году. 23 января исследователи-океанологи Жак Пикар и Дон Уолш опустились в батискафе в Марианскую впадину Тихого океана. На глубине 10 525 метров они разглядели рыбу и креветку. Так было доказано о существовании живых организмов в самых глубоких местах океана. Следует только отметить, что плотность организмов в океане распределяется крайне неравномерно. Примерно 5/6 его обитателей предпочитают верхние, освещаемые солнцем слои. По мере спуска в глубину количество видов резко уменьшается.

При определении верхней границы существования жизни ученые обычно проводят ее на высоте 20-25 километров, где находится спасительный для всего живого озоновый экран. Здесь та же ситуация с расселением организмов, что и в океане, только наоборот. Уже на высоте 8-9 км температура сильно ограничивает существование животных и растений.

Что касается организмов, населяющих биосферу, то их насчитывается примерно около 2-2,5 миллионов видов. Причем особое место отводится растениям, производителям органического вещества. Их общий сухой вес (вес фитомассы) оценивается примерно в $2,42 \times 10^{12}$ т. Это составляет 99% всего живого вещества на планете. Оставшийся 1% приходится на гетеротрофные организмы.

7.2. Учение В.И. Вернадского о биосфере

В начале XX века академик Владимир Иванович Вернадский (1863-1945) разработал теорию, названную им биогеохимией, которая легла в основу современного учения о биосфере. Им были подняты проблемы совместной эволюции человека и биосферы с позиции развития Земли как космического тела. Уже в то время Владимир Иванович старался познать и раскрыть роль человека в естественноисторическом процессе.

Исследования В.И.Вернадского привели к осознанию роли жизни и живого вещества в геологических процессах. Облик Земли, ее атмосфера, осадочные породы, ландшафты - все это результат жизнедеятельности. Особую роль в становлении лика нашей планеты Вернадский отводил человеку. Он представил деятельность человечества как стихийный природный процесс, истоки которого теряются в глубинах человеческой истории.

В 1926 году Вернадский опубликовал в Ленинграде книгу под названием «Биосфера», которая ознаменовала рождение новой науки о природе, о взаимосвязи с ней человека. В этой книге впервые биосфера показана как единая динамическая система, населенная и управляемая жизнью, живым веществом планеты. «Биосфера - организованная, определенная оболочка земной коры, сопряженная с жизнью». В работах по биосфере ученый показал, что живое вещество во взаимодействии с косным есть часть большого механизма земной коры, благодаря которому

происходят разнообразные геохимические и биогенные процессы, миграции атомов, осуществляется их участие в геологических и биологических циклах.

В.И.Вернадский показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты всецело находится под влиянием жизни и определяется живыми организмами, с деятельностью которых связан великий планетарный процесс - миграция химических элементов в биосфере. Эволюция видов, отмечал ученый, приводящая к созданию форм жизни, устойчива в биосфере и должна идти в направлении увеличения биогенной миграции атомов.

Биосфера представляет собой сложнейшую планетарную оболочку жизни, ее наружную оболочку, населенную организмами, составляющими в совокупности живое вещество. Она включает - нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы Земли, населенные живыми организмами. Оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба. Биосфера - самая крупная (глобальная) экосистема Земли - область системного взаимодействия живого и косного вещества на планете.

В.И.Вернадским был определен вещественный состав биосферы, куда он включил него семь глубоко разнородных природных, но геологически не случайных частей:

1) живое вещество; 2) биогенное вещество (горючие ископаемые, известняки и т.д., т.е. вещество создаваемое и перерабатываемое живыми организмами);

3) косное вещество (образуется без участия живых организмов - твердое, жидкое и газообразное);

4) биокосное вещество (создается совместно процессами неорганической природы и живыми организмами - вода, почва, кора выветривания, илы);

5) вещество радиоактивного распада (элементы и изотопы уранового, ториевого и актиноуранового ряда);

6) рассеянные атомы земного вещества и космических излучений;

7) вещество космического происхождения в форме метеоритов, космической пыли и др.

Биосферу необходимо представлять как сложнейший механизм геологического и биологического развития и взаимодействия косного и биогенного вещества. Биосфера - с одной стороны среда жизни, а с другой - результат жизнедеятельности. Главная специфика современной биосферы - это четко направленные потоки энергии и биогенный (связанный с деятельностью живых существ) круговорот веществ.

Разрабатывая учение о биосфере Вернадский пришел к выводу, что главным трансформатором космической энергии является зеленое вещество растений. Только зеленые растения способны перехватывать энергию солнечного излучения и создавать первичные органические соединения. Для объяснения большой суммарной энергии биосферы Вернадский

произвел расчеты, которые действительно показали огромное значение фотосинтезирующих растений в создании общей органической массы. Ученый подсчитал, что поверхность Земли составляет меньше одной десяти тысячной поверхности Солнца. Общая же площадь трансформационного аппарата зеленых растений в зависимости от времени года составляет уже от 0,86 до 4,2% площади поверхности Солнца. Разница колоссальная. Этот зеленый энергетический потенциал и лежит в основе сохранения и поддержания всего живого на нашей планете.

7.3. Ноосфера

Разрабатывая учение о биосфере В.И. Вернадский указывал о мощном воздействии человека на окружающую среду и преобразовании современной биосферы. Для уже измененной биосферы, всецело находящейся под контролем разума человека, он предложил термин «ноосфера» - сфера разума. Ученый подчеркивал, что центральным звеном в биосфере, играющим доминирующую преобразующую роль, является человек. Поэтому повышение его ответственности за эволюцию биосферы должно быть самой неотложной из стоящих перед человечеством задач.

Ноосфера - это биосфера, разумно управляемая человеком (от греч. *ноос* – разум). Ноосфера является высшей стадией развития биосферы, связанная с возникновением и становлением в ней цивилизованного общества, с периодом, когда разумная деятельность человека становится главным определяющим фактором развития на Земле.

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

Постепенно Человек перестал быть гармоничной частью биосферы, выйдя за пределы ее ресурсных циклов. Мощь цивилизации возрастает неизмеримо быстрее, чем способность природы к самовосстановлению. И здесь важно знать те критические значения параметров биосферы, за которыми может начаться непредсказуемое развитие природных сил и переход современной биосферы в новое состояние, но где уже для человека. увы!, места может не оказаться.

Происхождение термина «ноосфера», так же как и тот смысл, который в него вкладывают, неоднозначно. В.И.Вернадский начал пользоваться им лишь в конце своей жизни.

13 декабря 1922 г. в Латинском квартале Парижа появились афиши о лекциях В.И.Вернадского, которые он должен был читать в Сорбонне. Свои идеи о космичности живого вещества он излагал по-французски. Лекции пробудили множество свежих мыслей у пришедших слушателей. Идеи В.И.Вернадского пришлись многим по душе. Именно эти лекции и стали толчком к разработке французским математиком Эдуардом Леруа (1870-1954) концепции о ноосфере. В 1927/28 гг. он выступил со своим пониманием сферы разума в высокоинтеллектуальном заведении Парижа «Коллеж де Франс», где впервые употребил термин «ноосфера». Его соавтором был объявлен друг и единомышленник, палеонтолог и философ, Пьер Тейяр де Шарден (1881-1955).

Таким образом, духовным предтечей идеи ноосферы выступил русский Вернадский. В дальнейшей разработке темы принимали участие французы Леруа и Тейяр де Шарден. Новое учение с тех пор стали называть учением о ноосфере.

Позже эта идея захватила умы многих известных во всем мире ученых. Такое положение вещей говорит о глобальности и значимости проблемы. Вернадский, перейдя на глобальный уровень, показал, что ведущим фактором, преобразующим лик Земли, является жизнь. Проблема ноосферы возникла закономерно и для отдельных ученых и для человечества в целом.

Ноосфера, по В.И.Вернадскому, это биосфера, разумно управляемая человеком. Он отмечал, что создание ноосферы из биосферы есть природное явление, гораздо более глубокое и мощное в своей основе, чем человеческая история. Сфера разума есть особая стадия в истории Земли. «...Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, разумом и направленным этим разумом его трудом. Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше». Вернадский понимал под ноосферой не нечто внешнее по отношению к биосфере, а новый этап в ее развитии, этап разумного регулирования отношений между человеком и природой.

Для В.И.Вернадского ноосфера - это естественный процесс, один из моментов эволюции материи. Практическая деятельность человека не зависит от полного понимания мироустройства. Человек действует методом проб и ошибок. Он не просто живет в природе, но замещает в ней естественное искусственным, создает вторую природу. Именно поэтому появилась техногенная среда, техногенные ландшафты. Введение категории искусственного в структуру естественного является исходным пунктом его экологизации. Вообще, можно сказать, что экология и экологические проблемы возникли там и тогда, когда человек начал активно вмешиваться в жизнь природы, навязывая ей собой созданные искусственные элементы.

Концепция ноосферы базируется на принятии условия видения в природе того, что своим существованием зависит от человека. Она рассматривает коэволюцию человека и биосферы. В.И.Вернадский учил: человек должен понять, «что он не есть случайное, независимое от окружающего (биосферы или ноосферы) свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение по крайней мере двух миллионов лет».

Что несет для биосферы развитие цивилизации и функций человечества? Прежде всего, существенные изменения среды обитания, изменения ландшафтов, продуктивности наземных экосистем, изменения в трофических цепях. Меняется сама роль человека в природе и в эволюции живых форм. Естественные экосистемы неуклонно уменьшают свою площадь в природных ландшафтах, и наоборот, увеличиваются площади искусственных экосистем, назначение которых - обеспечение человечества необходимыми продуктами питания и потребления. Эксплуатация природных ресурсов постоянно возрастает, а это ведет в свою очередь к обострению кризиса, возникшего в отношениях человека и природы.

7.4. Живое вещество биосферы

Одним из центральных звеньев концепции биосферы является учение о живом веществе. Анализируя проблему миграции атомов, В.И.Вернадский пришел к выводу, что «нигде не существуют органические соединения, независимые от живого вещества». Позже он формулирует понятие живого вещества: «Живое вещество биосферы есть совокупность ее живых организмов... Я буду называть совокупность организмов, сведенных к их весу, химическому составу и энергии, живым веществом».

Живое вещество - совокупность живых организмов биосферы, численно выраженная в элементарном химическом составе, массе и энергии.

Главное предназначение живого вещества и его неотъемлемый атрибут - накопление свободной энергии в биосфере. Обычная биогеохимическая энергия живого вещества производится, прежде всего, путем размножения.

Научные идеи В.И. Вернадского о живом веществе, о космичности жизни, о биосфере и переходе ее в новое качество - ноосферу своими корнями уходят в XIX - начало XX века, когда философы и естествоиспытатели предприняли первые попытки осмыслить роль и задачи человека в общей эволюции Земли. Именно их усилиями человек начал свое продвижение к вершинам естественной эволюции живого, постепенно занимая экологическую нишу, отведенную ему природой.

В 30-е годы В.И. Вернадский из общей массы живого вещества выделяет человечество, как его особую часть. Такое отособление человека от всего живого стало возможным по трем причинам. Во-первых, человечество является не производителем, а потребителем биогеохимической энергии. Такой тезис требовал пересмотра геохимических функций живого вещества в биосфере. Во-вторых, масса человечества, исходя из данных демографии, не является постоянным количеством живого вещества. И, в-третьих, его геохимические функции характеризуются не массой, а производственной деятельностью. Характер усвоения человечеством биогеохимической энергии определяются разумом человека. С одной стороны, человек - это кульминация бессознательной эволюции, «продукт» спонтанной деятельности природы, а с другой - зачинатель нового, разумно направленного этапа самой эволюции.

Какие же характерные особенности присущи живому веществу? Прежде всего, это огромная свободная энергия. В процессе эволюции видов биогенная миграция атомов, т.е. энергия живого вещества биосферы, увеличилась во много раз, и продолжает расти, ибо живое вещество перерабатывает энергию солнечных излучений. Живому веществу присуща также высокая скорость протекания химических реакций по сравнению с веществом неживым, где похожие процессы идут в тысячи и миллионы раз медленнее. К примеру, некоторые гусеницы в сутки могут переработать пищи в 200 раз больше, чем весят сами, а одна синица за день съедает столько гусениц, сколько весит сама.

Для живого вещества характерно то, что слагающие его химические соединения, главнейшими из которых являются белки, устойчивы только в живых организмах. После завершения процесса жизнедеятельности исходные живые органические вещества разлагаются до химических составных частей.

Живое вещество существует на планете в форме непрерывного чередования поколений, благодаря чему вновь образовавшееся, оно генетически связано с живым веществом прошлых эпох. Это - главная структурная единица биосферы, определяющая все другие процессы поверхности земной коры. Для живого вещества характерно наличие эволюционного процесса. Генетическая информация любого организма зашифрована в каждой его клетке. При этом этим клеткам изначально предназначено быть самими собой, за исключением яйцеклетки, из которой развивается целый организм.

В.И.Вернадский отмечал, что живые организмы планеты – это наиболее постоянно действующая и могущественная по своим конечным последствиям химическая сила. Он указывал, что живое вещество неотделимо от биосферы, является ее функцией и одновременно «одной из самых могущественных геохимических сил нашей планеты». Круговорот отдельных веществ В.И.Вернадский назвал биогеохимическими циклами. Эти циклы и круговорот обеспечивают важнейшие функции живого вещества в целом. Ученый выделил пять таких функций.

Газовая функция. Осуществляется зелеными растениями, выделяющими кислород в процессе фотосинтеза, а также всеми растениями и животными, выделяющими углекислый газ в результате дыхания. Происходит также круговорот азота, связанного с деятельностью микроорганизмов.

Концентрационная функция. Проявляется в способности живых организмов накапливать в своих телах многие химические элементы (на первом месте стоит углерод, среди металлов – кальций).

Окислительно-восстановительная функция. Выражается в химических превращениях веществ в процессе жизнедеятельности организмов. В результате этого образуются соли, окислы, новые вещества. С данной функцией связано формирование железных и марганцевых руд, известняков и т.п.

Биохимическая функция. Определяется как размножение, рост и перемещение в пространстве живого вещества. Все это приводит к круговороту химических элементов в природе, их биогенной миграции.

Функция биогеохимической деятельности человека. Человек в своей хозяйственной деятельности разрабатывает и использует для своих нужд большое количество веществ земной коры, в т.ч. таких как уголь, газ, нефть, торф, сланцы, многие руды.

В.И. Вернадский классифицировал живое вещество на однородное и неоднородное. Первое в его представлении - это родовое, видовое вещество и т.п., а второе представлено закономерными смесями живых веществ. Это лес, болото, степь, т.е. биоценоз. Характеризовать живое вещество ученый предлагал на основе таких количественных показателей, как химический состав, средний вес организмов и средняя скорость заселения ими поверхности Земного шара.

Вернадский приводит средние цифры скорости передачи жизни в биосфере. Время захвата данным видом всей поверхности нашей планеты у разных организмов может быть выражена следующими цифрами (сутки):

- Бактерия холеры (*Vibrio cholerae*) 1,25
- Инфузория (*Lekconhrys patula*) 10,6 (максимум)
- Диатомовые (*Nittschia putrida*) 16,8 (максимум)
- Зеленый планктон 166-183 (среднее)
- Насекомые (*Musca domestica*) 366
- Рыбы (*Pleurettes platessa*) 2159 (максимум)
- Цветковые растения (*Trifolium repens*) 4076
- Птицы (куры) 5600-6100
- Млекопитающие:
 - крысы 2800

дикая свинья 37600

слон индийский 376000

Жизнь на нашей планете существует в неклеточной и клеточной формах.

Неклеточная форма живого вещества представлена вирусами, которые лишены раздражимости и собственного синтеза белка. Простейшие вирусы состоят лишь из белковой оболочки и молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) или РНК (рибонуклеиновая кислота), составляющей сердцевину вируса. Иногда вирусы выделяют в особое царство живой природы - *Vira*. Они могут размножаться только внутри определенных живых клеток. Вирусы повсеместно развиты в природе и являются опасным противником всего живого. Поселяясь в клетках живых организмов, они вызывают их смерть. Описано около 500 вирусов, поражающих теплокровных позвоночных и около 300 вирусов, нападающих на высшие растения. Более половины болезней человека обязаны своим развитием мельчайшим вирусам (они в 100 раз мельче бактерий). Достаточно назвать несколько страшных болезней, вызываемых вирусами, чтобы осознать угрозу этих мельчайших существ. Это полиомиелит, оспа, грипп, инфекционный гепатит, желтая лихорадка, СПИД и др.

7.5. Проблема численности населения планеты, демографический взрыв

Одна из самых острых проблем современности - проблема народонаселения. Современный этап развития человечества характеризуется ускоренным ростом числа людей на планете Земля.

Десять тысяч лет назад на Земле было 10 млн. людей, к началу нашей эры их стало 200 млн., в начале XI века на Земле проживало 310 миллионов человек, к 1650 г - 500 млн. к XIX в. - 1 млрд., в начале XX в. - 2 млрд.

12 октября 1999 г. на планете родился 6-миллиардный житель. 26 февраля 2006 г. население Земли достигло очередной рекордной цифры – 6,5 миллиардов человек, и их численность увеличивается на 2% в год. Чтобы достигнуть первого миллиарда, человечеству понадобилось более миллиона лет. Второй миллиард был достигнут за 100 лет, третий - за 40, четвертый - за 15, пятый - за 10, а шестой и, возможно, седьмой могут быть достигнуты за оставшиеся до начала второго тысячелетия годы.

Эксперты отмечают, что в последние годы темп прироста населения Земли резко вырос. Так, всего за 12 лет количество землян увеличилось на миллиард. Для сравнения: всего, по подсчетам ученых, на планете за всю историю существования людей их родилось 106 миллиардов. В наши дни каждую секунду на свет появляются в среднем 4,4 человека (умирают – 1,8), каждую минуту - 261.

Рост населения Земли в середине XX в. приобрел стремительные темпы и получил название «демографического взрыва».

Демографический взрыв (от греч. *демос* – народ) взрыв – резкое увеличение скорости роста народонаселения Земли, связанное с изменением социально-экономических или общеэкологических условий жизни.

Рост численности населения землян имеет свои характерные особенности.

Прежде всего, замечено, что прирост населения распределен чрезвычайно неравномерно. Он максимален в развивающихся странах и минимален в развитых странах Европы и Америки.

Например, в Кении - государстве в Восточной Африке проживает 24 млн. человек. Это бывшая британская колония, которая получила независимость в 1963 г. Как и многие молодые независимые африканские государства, Кения - бедная страна, борющаяся за развитие и улучшение условий жизни. Препятствия на этом пути - устрашающие. Темпы роста населения Кении - около 4% в год - более высокие, чем в любой другой стране мира. Более половины населения - дети в возрасте до 15 лет. Высокая детская смертность, широко распространенная неграмотность и средняя продолжительность жизни - всего 54 года. Валовой национальный продукт в расчете на душу населения составляет 3000 долларов. Большинство кенийцев живет в сельских районах и добывает средства к существованию земледелием; основными статьями экспорта страны являются кофе и чай, основной продовольственной культурой - маис (кукуруза).

Кроме того, быстрый прирост населения нарушает его возрастное соотношение: увеличивается процент нетрудоспособного населения - детей, подростков и пенсионеров. Доля детей до 15 лет в большинстве развивающихся стран увеличивается до 50%, а доля пожилых людей старше 65 лет возрастает с 10 до 15%.

Пока мировой рекорд по числу пожилых людей принадлежит Италии - 65-летних здесь больше (16 % населения), чем 15-летних (15 % населения). Для сравнения в Ливии, например, 65-летние составляют всего лишь 3% населения, тогда как 15-летние - 48%. В Италии, как и в других западных странах, повзросление связано с двумя победами человечества: умением избежать нежелательного рождения и несвоевременной смерти. Конечно, и за эти победы пришлось платить: лишь от 4 до 5 млн итальянцев - молодежь, тогда как пожилые составляют 15-16 млн. Сегодня мальчик, родившийся в Италии или Швеции, вполне может дожить до 76 лет, а девочка - до 81 года. А ведь тысячелетия мужчина жил в среднем 25-30 лет!

Еще одна особенность: возрастает плотность населения. Ускоренный процесс урбанизации концентрирует население в крупных городах. В 1925 г. в городах проживало немногим более 1/5 населения мира, сейчас - около половины. Прогнозируется, что к 2025 г. 2/3 жителей планеты будут горожанами. Продолжает расти число городов, с населением свыше 5 млн. В 1900 г. этот рубеж перешагнул лишь один город - Лондон. К концу века прогнозируется существование 60

таких городов. Среди них заметно выделяется такой супер-мегаполис, как Мехико. Сейчас там проживает более 20 млн человек, а в начале следующего века его население может возрасти до 40 млн!

Ученые из Государственного университета Северной Каролины и Университета Джорджии обнародовали результаты исследования, согласно которому 23 мая 2007 года на Земле произошел демографический перелом: впервые за всю историю население городов численно превысило население сельской местности.

Опираясь на статистические данные ООН, согласно которым к 2010 году горожане составят 51,1 процента населения Земли, исследователи рассчитали, что 23 мая 2007 года наступил переломный момент, когда число жителей городов достигло 3 303 992 253 человек против 3 303 866 404 жителей села.

В докладе, составленном в 1998 г. Институтом наблюдения за миром приводится прогноз роста народонаселения на ближайшие 50 лет в различных странах. По мнению авторов доклада, в 2050 г. наиболее населенной страной станет Индия, опередив лидирующий в последнее тысячелетие Китай. Прирост населения в развитых странах будет умеренным, а в Германии и Японии его численность даже уменьшится. Аналогичная тенденция будет наблюдаться и в России в связи с экономическими трудностями. Вперед же вырвутся некоторые страны третьего мира, население которых уже сейчас увеличивается с угрожающей быстротой. Наибольшая динамика роста — в три-четыре раза — ожидается в некоторых африканских странах. Предполагается, что пятое место в 2050 г. займет Нигерия (339 млн.), девятое — Эфиопия (213 млн.), а на одиннадцатом окажется Конго (165 млн.).

Эксперты ООН считают, что в 2050 году население Земли достигнет 9 млрд. Наиболее оптимистично настроенные демографы полагают, что в ближайшем будущем рождаемость в мире стабилизируется на уровне, обеспечивающем лишь обновление поколений без роста численности (2,1 ребенка на женщину). Уже сейчас уровень рождаемости в развивающихся странах снизился с 6,1 ребенка на каждую женщину в 50-х годах до 3,7.

8. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

8.1. Понятие природных ресурсов

Определить природные ресурсы можно как любые источники и предпосылки получения необходимых людям материальных благ, т.е. это нечто, извлекаемое из природной среды для удовлетворения потребностей и желаний человека.

Природные (естественные) ресурсы - это объекты и явления природы, используемые для прямого и непрямого потребления в качестве средств труда (земля, водные пути, вода для орошения), источников энергии (гидроэнергия, солнечная энергия, горючие ископаемые, атомное топливо), или предметов потребления (растения, животные, питьевая вода).

Природные ресурсы включают две большие группы ресурсов - **исчерпаемые** и **неисчерпаемые**. Первые делятся на **возобновимые** и **невозобновимые**. Возобновимые природные ресурсы – это биологические ресурсы - растительность и животный мир. Это лесные ресурсы, ресурсы сельскохозяйственных растений, диких и домашних животных. Сюда же можно отнести и некоторые минеральные ресурсы, например выпадающие в осадок соли в соленых водоемах, воздух, вода, почва. При определенных условиях возобновимые ресурсы могут в сравнительно короткий геологический период восстановиться качественно и количественно.

К невозобновимым природным ресурсам относится большинство полезных ископаемых - нефть, уголь, газ и т.д. Исчерпаемость ресурсов связана, во-первых, с их широкомасштабным применением. Изъятие этих ресурсов из природной среды происходит очень интенсивно, запасы их неуклонно уменьшаются. Во-вторых, эти ресурсы восполняются значительно более медленными темпами, чем происходит их потребление (нефть, уголь, сланцы и др.).

Можно также выделить относительно возобновимые ресурсы. Это прежде всего почвы, частично вышедшие из сельскохозяйственного оборота в результате водной и ветровой эрозии либо радиоактивного загрязнения, лесные древостои высокого возраста, торф, используемый в качестве топлива. По истечении определенного промежутка времени (от сотен до нескольких тысяч лет) эти ресурсы можно будет снова использовать.

Группу неисчерпаемых ресурсов составляют ресурсы солнечной энергии, ветра, морских приливов, энергия земных недр и текущая вода.

Конечно, на первый взгляд солнечная энергия, энергия морских приливов, текущая вода, атмосфера, гидросфера таят в себе неисчерпаемые возможности. Однако многие так называемые неисчерпаемые ресурсы оказываются в конце концов конечными из-за того, что среда их происхождения становится зачастую непригодной для сложившегося хозяйства и жизни человека (загрязнение, прямое отравление, например, атмосферы, гидросферы). Таким образом, говорить о каких-либо неисчерпаемых ресурсах довольно рискованно.

8.2. Понятие топливно-энергетических ресурсов

Энергия всегда играла и продолжает играть важную роль в жизнедеятельности человеческого общества. Все виды деятельности человека связаны с затратами энергии. Переход человечества к освоению новых видов топлива для получения необходимой для промышленного производства энергии связан с так называемыми «промышленными революциями». Эти промышленные

революции, которые человек целиком относит на свой счет, не смогли бы произойти без запасов энергии, законсервированной растениями в ископаемом топливе. Погибая, растения аккумулировали энергию в отложениях каменного угля, торфе и даже нефти.

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающим миром. Но с тех пор как появилось высокоиндустриальное общество, опасное вмешательство человека в природу резко усилилось, расширился объём этого вмешательства, оно стало многообразнее и сейчас грозит стать глобальной опасностью для человечества. Расход невозобновляемых видов сырья повышается, все больше пахотных земель выбывает из экономики, так как на них строятся города и заводы. Человеку приходится все больше вмешиваться в хозяйство биосферы – той части нашей планеты, в которой существует жизнь. Биосфера Земли в настоящее время подвергается нарастающему антропогенному воздействию.

Развитие современного производства, и, прежде всего промышленности, базируется в значительной степени на использовании ископаемого сырья. Среди отдельных видов ископаемых ресурсов на одно из первых мест по народнохозяйственному значению следует поставить источники топлива и электроэнергии.

Особенностью энергетического производства является непосредственное воздействие на природную среду в процессе извлечения топлива и его сжигания, причем происходящие изменения природных компонентов являются весьма наглядными.

Одной из характерных черт современного этапа научно-технического прогресса является возрастающий спрос на все виды энергии.

Топливо-энергетические ресурсы объединяют минеральные богатства, используемые как топливо (уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф, древесина, атомная энергия), так и в качестве источников энергии сгорания в двигателях, получения пара и электричества. В наиболее общем виде - это материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования.

Часть топливо-энергетических ресурсов, используемых только как топливо носят название **топливных ресурсов**. Совокупность энергии Солнца и космоса, атомно-энергетические, топливо-энергетические, термальные и другие источники энергии составляют **энергетические ресурсы**.

Все источники энергии подразделяются на невозобновляемые и возобновляемые. К первой группе относится так называемое ископаемое топливо. Это уголь, нефть, газ, торф, сланцы. С потреблением этих источников промышленного сырья связаны такие экологические проблемы современности, как парниковый эффект и кислотные осадки. При сжигании этих веществ в атмосферу Земли выбрасывается огромное количество вредных продуктов: CO, CO₂, окислы серы, азота. Вместе с ними окружающая среда загрязняется несгоревшими твердыми частицами.

Особым видом невозобновляемого источника энергии являются ресурсы ядерного горючего. Уран, как ядерное топливо, используется в современных атомных станциях (АЭС). Одним из преимуществ этого является то, что для работы АЭС необходимо сравнительно небольшое количество урана. К тому же, уровень выбросов загрязнителей при использовании атомной энергии намного меньше, чем при сгорании ископаемого топлива (угля).

В угле содержатся естественные радиоактивные элементы – радий, торий, уран, полоний и др., которые вместе с золой выбрасываются в атмосферу. К примеру, пылеугольная ТЭС мощностью 1200 МВт, потребляя 3,4 млн т угля в год, выбрасывает в атмосферу ежегодно 130 тыс.т золы. Их активность составляет 100 мбэр/год. Для АЭС аналогичной мощности величина радиоактивных выбросов составляет 0,5-1 мбэр/год.

В идеале, АЭС являются экологически чистыми источниками энергии. Однако, практически оказалось, что экологическая безопасность АЭС относительна. Достаточно вспомнить глобальную катастрофу на Чернобыльской АЭС. К тому же одной из значительных проблем при производстве энергии на АЭС является проблема захоронения радиоактивных отходов. Сюда же можно отнести проблему постепенного изнашивания оборудования радиоактивной зоны – зоны действия атомного реактора.

Применение нефти и природного газа в сочетании с развитием электроэнергетики, а затем и освоение энергии атома позволили промышленно развитым странам осуществить грандиозные преобразования, итогом которых стало формирование современного облика Земли.

Энергия неразрывно связана с повседневной жизнью каждого человека. Уровень материальной, а в конечном счете и духовной культуры людей находится в прямой зависимости от количества энергии, имеющейся в их распоряжении. Чтобы добыть руду, выплавить из нее металл, построить дом, сделать любую вещь, нужно израсходовать энергию. А потребности человека все время растут, да и людей становится все больше.

Проблемы энергетики затрагивают все слои человеческого общества. Рассматривая энергию как таковую, весьма важно различать различные ее виды на определенных стадиях преобразования и использования.

Прежде всего это первичная энергия, которая содержится в первичных природных источниках. Потребность в первичной энергии будет существовать всегда. Объемы ее использования зависят с одной стороны от оптимального соотношения между качеством технологии превращения энергии и ее конечным использованием, и с другой стороны - от возможности применения альтернативных источников энергии.

Существует три класса источников первичной энергии:

1. ископаемое топливо;
2. атомная энергия;

3. энергия солнца.

Источниками первичной энергией являются также каменный уголь, нефть, природный газ, природный уран. В качестве источника первичной энергии также можно рассматривать воду, падающую через плотину. Иногда первичная энергия может выступать в роли конечной энергии, то есть энергии, непосредственно обеспечивающей энергетические нужды потребителя. Одним из источников такой энергии, является природный газ.

Следует отметить, что использование ископаемого топлива для производства первичной энергии возможно и приемлемо только в том случае, если технологии его переработки и использования постоянно совершенствуются. Это подразумевает уменьшение выбросов соединений серы в летучих газах, а также сокращение выбросов окислов азота, тяжелых металлов и CO_2 при использовании ископаемого топлива.

Основным источником энергии для всего живого на Земле является энергия Солнца. До поверхности нашей планеты доходит количество солнечной энергии, равное 100 000 ТВт ($1 \text{ ТВт} = 1 \times 10^{12} \text{ Вт}$). Эта энергия поглощается биомассой или преобразовывается в энергию ветра, гидроэнергию, волновую и энергию приливов-отливов. Подсчитано, что на нужды мирового хозяйства требуется 10 ТВт энергии. Следовательно, общий объем возобновимых источников энергии огромен.

В большинстве случаев первичная энергия преобразуется во вторичную энергию. Примерами источников вторичной энергии служат электричество и бензин.

Способы преобразования первичной энергии во вторичную могут быть разными. В одном случае она может преобразовываться на тепловых электростанциях (энергия падающей воды превращается в электрическую), и нефтеперерабатывающих предприятиях, где нефть преобразуется в более удобные виды энергии - бензин, керосин, дизельное топливо, лигроин. В другом случае это может быть атомная электростанция, где используется энергия расщепленного ядра. Необходимо помнить, что при любом преобразовании первичной энергии во вторичную происходят ее потери, так же как и при доставке энергии потребителю.

Вторичная энергия в форме конечной энергии используется человеком в свечении электрической лампочки, работе кофемолки, компьютера или мотора.

Последний этап, - превращение конечной энергии в полезную, т.е. в энергию, которая фактически переходит в продукцию или используется в обслуживании.

Сегодня на каждого из живущих на земле людей приходится около 3 кВт энергии. Для сравнения: электрокамин с одной спиралью обычно потребляет 1 кВт. Однако это потребление энергии неодинаково в различных районах мира. Наиболее высоко оно в странах Северной Америки и Европы. В развивающихся странах потребление энергии составляет около 500 Вт (1 кВт

= 1000 Вт), а промышленно неразвитые страны живут на уровне потребления менее 100 Вт на человека.

В настоящее время в связи с ростом энергопотребления, выработанностью легкодоступных месторождений нефти, ограниченностью ее запасов в земной коре, угрозой ее исчерпания, а также более эффективным использованием нефти как сырья в химической промышленности возникла проблема ускорения развития других отраслей топливно-энергетического комплекса как в целом по стране, так и по отдельным регионам.

Еще одним источником энергии являются горючие сланцы и битуминозные пески. Добываемая нефть может представлять собой не жидкость, а довольно вязкую массу. В этом случае порода именуется битуминозным песком. Если же нефть смешана с мелкими частицами, которые лишают ее текучести, то такая порода носит название горючих сланцев. Месторождения горючих сланцев преимущественно сосредоточены в Северной Америке (70%) и в Латинской Америке (25%), битуминозных песков - в Канаде, Южной Америке, Сибири и Нигерии. Их запасы приближаются к запасам природного газа. Получаемое из них топливо сравнительно дорогое, поскольку и сланцы, и пески требуют предварительной термической обработки. Прогнозируется, что максимум добычи этого ископаемого топлива будет приходиться на 2010 г.

.3. Водные ресурсы Беларуси

Речная сеть Беларуси хорошо развита. Средняя густота ее составляет 25 км на 100 км². На территории Беларуси 20,8 тыс. рек и речушек. Их общая длина - 90,6 тыс. км. Однако свыше 90% их количества - это водотоки, длина которых не превышает 10 км (так называемые малые реки). Реки принадлежат к бассейнам двух морей – Черного и Балтийского. Абсолютное большинство водотоков относится к малым равнинным рекам. К числу крупных относятся такие речные артерии, как Западная Двина, Неман, Западный Буг, Вилия, Днепр, Сож, Припять. Максимальная густота речной сети отмечается на севере Беларуси - в бассейне Западной Двины, в условиях пересеченного рельефа (более 45 км на 100 км²), минимальная - на юге республики в бассейнах Буга и Припяти.

В Беларуси насчитывается свыше десяти тысяч озер (10 800). Среди них выделяются жемчужина Беларуси - озеро Нарочь (80 км²), Освейское (58 км²), Дрисвяты (45 км²), Червоное (40 км²), Дривяты (38 км²). Большинство озер расположено в северной части Беларуси - в Белорусском Поозерье. Озера здесь образовались в ледниковый период. Движущиеся огромные ледниковые глыбы выпаживали перед собой углубления, которые после таяния ледника заполнялись водой.

Озера Беларуси играют огромную роль в удовлетворении промышленных и бытовых нужд. Запасы содержащейся в них пресной воды идут в непосредственное использование человеком. Озера являются средоточием рыбных богатств и скоплениями такого ценного сырья, как сапропеля.

Естественные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в $15,9 \text{ км}^3$ в год ($43,5 \text{ млн м}^3$ в сутки). В Беларуси, на первый взгляд, с питьевой водой дело обстоит не так уж плохо. На каждого жителя республики (учитывая всю пресную воду) приходится 20 м^3 пресной воды в сутки. Однако беда в том, что в большинстве своем эта вода загрязнена.

Давление антропогенного пресса сказалось и на состоянии водных ресурсов Беларуси. Белорусская вода содержит нефтепродукты, аммонийный и нитратный азот, фенолы, органические и биогенные вещества, соли тяжелых металлов. Минерализация воды крупных белорусских рек, таких, как Неман, Днепр, Припять, возросла за последние 15 лет на 20 %. В каждом пятом колодце вода превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по многим микробиологическим показателям и содержанию ядохимикатов. Повсеместно наблюдается значительное увеличение в воде концентрации минерального азота, фосфора, нитратов, меди, цинка, хрома, формальдегида, нефтепродуктов. Список можно было бы продолжить. Такое положение сложилось при обстоятельствах всем хорошо известных. Это прежде всего отсутствие очистных сооружений на промышленных предприятиях, чрезмерная химизация сельскохозяйственного производства, поступление сточных вод из городов. И хотя статистика показывает, что в последние годы качественный состав вод некоторых рек стал улучшаться (уменьшается содержание соединений азота, нефтепродуктов), оснований для оптимизма пока нет. Такое видимое «улучшение» следует расценивать в первую очередь как следствие повсеместного спада промышленного производства. В то же время в наиболее транспортных водных артериях состояние воды не улучшается.

Серьезные экологические нарушения связаны с деятельностью животноводческих комплексов, где технологии основаны на бесподстильном выращивании животных и смыве гноя водой. Многие комплексы размещены в близости от водотоков, что приводит к загрязнению водной системы.

Для определения класса загрязненности поверхностных вод применяются следующие градации: I - очень чистая вода, II - чистая, III - умеренно загрязненная, IV - загрязненная, V - грязная, VI - очень грязная, VII - чрезвычайно грязная.

Многие крупные и средние реки по комплексной оценке отнесены к классу загрязненных. Наиболее загрязненной на территории республики является река Свислочь ниже г. Минска (ниже выпуска сточных вод Минской станции аэрации). По данным Госкомэкологии, в реку в 1992 г. ежесуточно сбрасывалось 705 тыс. м^3 сточных вод.

По состоянию на 1995 г. к классу загрязненных отнесены следующие участки рек Беларуси: р.Свислочь (г. Минск), р.Мухавец (г. Кобрин), р.Мухавец (г.п. Жабинка), р.Мухавец (г. Брест), р.Рыта (с. М.Радваничи), р.Лесная (г. Каменец), р.Лесная Правая (г. Каменюки), р.Ясельда (г. Береза), р.Уза (г. Гомель), р.Днепр (г. Могилев), р.Улла (г.п. Чашники), вдхр. Лошица (г. Минск).

Такому же антропогенному загрязнению подвергаются и наши голубые озерные жемчужины. В Заславльском водохранилище зарегистрировано повышенное содержание меди, фенолов, нефтепродуктов, аммонийного и нитритного азота. Увеличилось содержание этих загрязнителей в Лукомльском озере, куда сбрасываются воды местной ГРЭС. Не исключение здесь и знаменитое озеро Нарочь, где отмечено повышение концентраций аммонийного азота, меди, нефтепродуктов. Из-за чрезмерной концентрации в озерах биофильных элементов в них идут процессы эвтрофикации - повышения биологической продуктивности водных обитателей под действием антропогенных факторов. Разрастаются колонии цианобактерий («цветение воды»), и в связи с этим уменьшается количество доступного кислорода. В результате происходит крупномасштабное заглееение озер и уменьшение поголовья рыбного племени.

8.4. Почвенные ресурсы Беларуси

Для территории Беларуси характерны следующие основные типы почв: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерново-болотные, дерновые, торфяно-болотные и пойменные. По составу подстилающих пород они подразделяются на песчаные, супесчаные, суглинистые на моренах, лессах, флювиогляциальных, аллювиальных, озерных и иных отложениях.

Общая площадь земельных ресурсов Беларуси оценивается цифрой в 20,76 млн. га. На долю продуктивных земель приходится примерно 86% этой площади, немногим более 6% составляют земли, отведенные под дороги, постройки, торфоразработки и прочее, и около 8% - так называемые неиспользуемые земли (болота, кустарники, пески).

По количеству сельскохозяйственных угодий на 1 жителя (0,92 га), в т.ч. пашни (0,58 га) Республика Беларусь превышает аналогичные показатели стран Европы в среднем в 1,5-2,0 раза.

На почвенный покров Беларуси в настоящее время оказывается значительное антропогенное давление. В первую очередь это проявляется в накоплении в почвах республики разного рода технофильных элементов, или продуктов техногенеза. Наиболее опасны продукты радиоактивного распада, которые загрязнили значительную часть почвенного покрова Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС.

На территорию Беларуси выпало 70 % всех радионуклидов после аварии на ЧАЭС. В настоящее время зона радиоактивного загрязнения охватывает 23 % территории республики, в т.ч. 1,3 млн.га сельскохозяйственных и 1,6 млн. га лесных земель.

К отрицательному техногенному фактору на территории Беларуси можно отнести и чрезмерную увлеченность минеральными удобрениями и ядохимикатами. Широкое использование минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве порождает ряд проблем. Ядохимикаты подавляют биологическую активность почв, уничтожают микроорганизмы, червей,

уменьшают естественное плодородие почв. У сотен видов насекомых возникли популяции, устойчивые к ядам, что заставляет искать новые дорогие препараты, усиливать химический пресс. Гибнет множество опылителей, и в связи с этим резко снижается урожайность полей гречихи, бахчевых культур.

Деградация земельных ресурсов в Республике Беларусь проявляется в следующих основных формах:

- ◆ водная эрозия;
- ◆ ветровая эрозия (дефляция);
- ◆ химическое (в т.ч. радионуклидное) загрязнение земель;
- ◆ деградация торфяных почв на осушенных болотах;
- ◆ деградация земель в результате добычи торфа, строительных материалов, культуртехнических работ, дорожного и другого строительства;
- ◆ коренного преобразования почв при длительном их сельскохозяйственном использовании;
- ◆ отведение земель под хозяйственные и селитебные (основная часть городской территории) объекты.

Одним из существенных факторов, в большей степени способствующих деградации почвенного покрова республики, явилось осуществление широкомасштабной мелиорации (1960-80 гг.). Общая площадь мелиорированных земель составляет 16,4% территории Беларуси. В Белорусском Полесье было осушено свыше 40% заболоченных территорий. В настоящее время в республике полностью деградировало около 223 тыс.га торфяных почв, на которых слой торфа разрушен полностью, или составляет менее 30 см.

8.5. Растительные ресурсы Беларуси

Среди растительных ресурсов особое место занимает лесная растительность.

Как экологическая система лес выполняет различные функции, причем значение средозащитной функции леса, т.е. сохранность генофонда флоры и фауны на порядок выше их экономического значения как источника сырья и продуктов.

Роль лесов и влияние их на окружающую природную среду многообразно. Значение лесной растительности проявляется в том, что леса:

- являются основным поставщиком кислорода на планете;
- непосредственно влияют на водный режим непосредственно лесных и прилегающих территорий;
- снижают отрицательное воздействие засух и суховеев, сдерживающих движение подвижных песков;
- смягчают климат, и тем самым способствуют повышению урожаев сельскохозяйственных культур;

- поглощают и преобразовывают часть атмосферных химических загрязнений;
- защищают почвы от водной и ветровой эрозии, селей, оползней, разрушения берегов и других неблагоприятных процессов;
- создают нормальные санитарно-гигиенические условия, благотворно влияют на психику человека, имеют огромное рекреационное значение;
- являются источником пищевых ресурсов для человека.

Лесной покров играет огромную средообразующую роль. Леса влияют на газовый баланс и состав атмосферы, водный и тепловой режим земной поверхности, формируют и сохраняют почвенный покров, регулируют численность и разнообразие животного мира. Лес дает человеку не только строительный материал и топливо. Он служит источником получения бумаги, скипидара, канифоли, глицерина, моющих веществ, смолы, кормовых дрожжей, хвойно-витаминной муки, дубителей, эфирных масел и многого другого (рис. 37). Расчеты показали, что человек в течение своей жизни использует в среднем около 200 деревьев, из которых производятся мебель, игрушки, бумага, спички, газеты, карандаши, дрова и т.д.

Современный естественный растительный покров занимает 67,1% территории Беларуси и представлен лесами (36,0%), лугами (17,2%), болотами (12,4%) и кустарниковыми зарослями (3,0%). Общая площадь земель лесного фонда составляет 8,9 млн. га.

Благодаря географическому положению и различию природных условий растительный покров характеризуется довольно большой пестротой.

Хотя лесами покрыто более 1/3 территории, их распределение очень неравномерно. В настоящее время леса занимают главным образом песчаные равнины и заболоченные низины. Крупных лесных массивов относительно немного, но нет и абсолютно безлесных районов. Самые большие лесные участки сохранились в западной части Гомельской и Могилевской, в восточной части Минской и северо-восточной части Брестской областей. В некоторых районах Полесья и в бассейне Березины лесистость превышает 50%. Меньше всего лесов в Гродненской области.

Почти все леса в той или иной мере вырубались, а затем возобновлялись преимущественно естественным, а также искусственным (с помощью лесных культур) путем.

В западной части Беларуси большинство районов сравнительно малолесные. Лесистость здесь в среднем равна 26,4%, причем на Гродненской возвышенности она составляет всего 5,4%. Здесь благодаря своему исключительному значению как охотничьего угодья сохранился единственный крупный лесной массив - Беловежская пуша.

Северная часть Беларуси в целом довольно лесистая. Почти сплошные леса покрывают бассейны притоков Зап. Двины, Дриссы, Полоты, Сосницы. На Верхнеберезинской низине леса занимают свыше 40, а вместе с болотами около 80% территории. Здесь расположена одна из

крупнейших и самых значимых охраняемых природных территорий - Березинский биосферный заповедник.

Из всех возвышенностей Беларуси наиболее лесиста Минская, однако ее южная часть малолесна.

В восточной части Беларуси леса сохранились отдельными небольшими разобщенными участками и только в южной части - в междуречье Сожа и Беседи - они представлены довольно крупными массивами.

На юге Беларуси, в Полесской низменности, лесные массивы соединяются друг с другом почти на всем протяжении с запада на восток, причем западная часть низменности значительно менее лесиста, чем восточная. Наиболее лесиста центральная часть Полесья.

Хвойные леса Беларуси представляют формации сосновых и еловых лесов, которые составляют соответственно 57,6 и 9,5% современного лесного покрова. Сосновые леса довольно равномерно распределены по всей территории. Среди сосновых лесов различают боры - монодоминантные (преобладает один вид) сосновые фитоценозы, иногда с небольшой примесью березы, и суборы - сосняки с примесью ели и дуба, которые обычно располагаются во втором ярусе.

Основная часть еловых лесов находится на севере Беларуси в Белорусском Поозерье. В Полесье ельники встречаются изредка небольшими изолированными участками, большинство из которых находятся под охраной как памятники природы.

Широколиственные леса в Беларуси представлены дубовыми, ясеновыми, грабовыми лесами и некоторыми другими (кленовыми, липовыми, вязовыми), не имеющими большого влияния в определении общей структуры лесов Беларуси, не представляющими большой научный интерес и нуждающиеся в охране.

Важной частью лесных ресурсов являются недревесные ресурсы. К ним относятся пищевые (ягодные, плодовые), лекарственные, технические, кормовые и др. растения и грибы. Из ягодных лесных растений в Беларуси основными являются клюква, черника, брусника, голубика, а из плодовых - рябина, шиповник. Площади грибных угодий составляют 30-35% от площади древостоев.

В настоящее время в структуре лесной растительности Беларуси наблюдается неравномерность распределения лесов: некоторые районы сильно обезлесены. Около $\frac{1}{5}$ площади, покрытой лесными насаждениями, находится под лесокультурами, т.е. занято малопродуктивными неполноценными насаждениями. Сокращается площадь насаждений, где преобладают такие хозяйственно важные породы как дуб, граб, ясень и др. В то же время увеличивается площадь под малоценными мелколиственными насаждениями (березняки и осинники). Большая площадь занята молодыми насаждениями.

8.6. Состояние ресурсов животного мира Беларуси

Роль животного мира в природе многообразна. Животные участвуют в формировании ландшафта. За счет морских одноклеточных образуются осадочные породы. Коралловые полипы в теплых морях и океанах формируют многочисленные коралловые острова. Животные играют огромную роль в образовании почв. В почве обитают простейшие, круглые и кольчатые черви, коллемболы, клещи, насекомые и их личинки. Различные млекопитающие разрыхляют почву и способствуют проникновению в нее воздуха, влаги, органических веществ.

Неоценима роль животных в жизни растений. Без непосредственного участия в процессе жизнедеятельности растений таких животных как насекомые, птицы, летучие мыши - продолжение их рода было бы невозможным. Причем, одни растения непосредственно участвуют в опылении и оплодотворении цветковых растений, другие же (в том числе крупные млекопитающие и птицы) способствуют распространению плодов и семян. Взаимодействуя с растениями, животные участвуют в круговороте веществ в природе и играют большую роль в поддержании динамического равновесия в биосфере.

Многие виды животных служат для человека источником белкового питания и жира. Сельскохозяйственные животные, промысловые звери, рыбы, птицы, некоторые беспозвоночные - это все звенья одной природной цепи, без которых человеку не выжить.

На территории Беларуси к охотничье-промысловым позвоночным относятся 22 вида млекопитающих (среди них лось, кабан, зайцы, бобр, белка, волк, лисица), 31 вид птиц (таких как кряква, серая утка, чирок-свистун, красноголовая и хохлатая червиль), 1 вид рептилий (жаба обыкновенная), 1 вид беспозвоночных (виноградная улитка). Из 45 местных видов птиц наиболее промысловое значение имеют 20-25 видов. Это щука, судак, лещ, налим, сом, плотва, окунь, густера и др. Одним из наиболее ценных видов промысловых пресмыкающихся является гадюка обыкновенная. Ежегодно из природного окружения безвозвратно изымается 1-2 тыс. особей этого вида для промышленного производства и переработки змеиного яда.

Показателем биологического разнообразия животного мира Беларуси является наличие в его составе 457 видов позвоночных животных и более 20 тыс. беспозвоночных. Млекопитающих в фауне Беларуси - 73 вида. В Республике встречаются такие редкие виды животных как зубр, бурый медведь, рысь, выдра, беркут, орлан-белохвост, глухарь, вертялая камышовка, серый журавль и др.

Для сохранения диких животных редкие и вымирающие виды их заносятся в Красную книгу. Они нуждаются в тщательной охране. В настоящее время в Красную книгу Беларуси включено 182 вида животных. Наиболее ощутимое воздействие на большинство хозяйственно ценных животных оказывает прямое изъятие их в процессе охоты. Большое значение имеет изменение условий их местообитания. Именно с антропогенными изменениями естественных биоценозов связано

сокращение на территории Беларуси таких редких хищников как бурый медведь и рысь. Плохо контролируемая охота и браконьерство приводят к резкому снижению многих ценных в хозяйственном отношении видов. Это касается таких животных как выдра, лось, глухарь, бобр.

Неоправданная зачастую хозяйственная деятельность человека (вырубка лесов, осушение болот, зарегулирование стока рек) привела к тому, что за последние 50-100 лет из водоемов республики исчез ряд видов рыб, таких как речная минога, белуга, рыбец, лосось, кумжа и др.

Одним из ярких примеров отрицательных последствий неправильного, нерационального лесопользования является процесс быстрого и неуклонного исчезновения полесской популяции глухаря, который особенно чувствителен к неблагоприятным последствиям.

Важнейшей мерой охраны животного мира является строгое соблюдение законов об охоте, предусматривающих сроки и способы добывания промысловых животных.

9. ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ

9.1. Понятие экологического кризиса и экологические проблемы современности

В 60-70 годы XX века сформировалось понятие глобального экологического кризиса.

Под экологическим кризисом в настоящее время понимают критическое состояние окружающей среды, вызванное деятельностью человечества и характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Революционные изменения в биосферных процессах, которые начались в XX веке, привели к бурному развитию энергетики, машиностроения, химии, транспорта, к тому, что человеческая деятельность стала сравнима по масштабам с естественными энергетическими и материальными процессами, происходящими в биосфере. Интенсивность потребления человечеством энергии и материальных ресурсов растет пропорционально численности населения и даже опережает его прирост. Последствия антропогенной деятельности проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении биосферы отходами производства, разрушении природных экосистем, изменении структуры поверхности Земли, изменении климата. Антропогенные воздействия приводят к нарушению практически всех природных биогеохимических циклов.

Перестройка биосферы и грядущее становление ноосферы ставит перед человечеством нелегкие задачи. Прежде всего это рациональное управление биосферой для удовлетворения насущных потребностей человечества.

У экологических проблем современности есть отличительные признаки, которые придают им масштаб глобальности. Прежде всего это их общечеловеческая значимость.

Основные проблемы современной биосферы так или иначе связаны с техногенной деятельностью человека. Эволюция человека как биологического вида и человечества в целом привела к изменению естественного биогеохимического круговорота и перераспределению энергии на Земле. Можно с уверенностью сказать, что все глобальные проблемы современности прямо или косвенно замыкаются на использовании природных ресурсов Земли.

Все экологические процессы в биосфере взаимосвязаны и неразрывны. Нарушение одних процессов неминуемо влечет за собой сдвиги в системе сложившихся связях природных экосистем. Масштабы воздействия хозяйственной деятельности на природную среду стали гигантскими. Ежегодно из земных недр безвозвратно извлекается свыше 100 млрд. т полезных (для человека но не для планеты) ископаемых, выплавляется 800 млн. т различных металлов, вносится в почвы свыше 500 млн. т минеральных удобрений, около 3 млн. тонн различных ядохимикатов, из которых треть смывается поверхностными стоками в водоемы или задерживается атмосферой.

Усиление техногенного воздействия на природную среду породило ряд экологических проблем, требующих безотлагательного решения. В первую очередь это *состояние атмосферного воздуха, водных и земельных ресурсов.*

Состояние атмосферы определяет тепловой режим на нашей планете и непосредственным образом влияет на защитные функции озонового слоя. Результатом изменения теплового режима могут служить значительные колебания климатических условий. В свою очередь изменения климата на обширных территориях приведут к тяжелым экономическим последствиям, так как потребуют переориентации многих отраслей мировой экономики.

В настоящее время средняя концентрация углекислого газа в атмосфере составляет 0,034%. Исследованиями медиков установлено, что для здоровья человека повышение концентрации CO_2 до 1% практически безвредно. Так что человечество еще имеет в запасе какое-то время для решения этой проблемы.

Напрямую с проблемой охраны атмосферного воздуха связано загрязнение окружающего пространства тяжелыми металлами. К тяжелым относят металлы с большой атомной массой (свинец, цинк, ртуть, медь, никель, железо, кадмий и др.).

Актуальность проблемы истощения водных ресурсов связана как с огромным водопотреблением, так и с загрязнением поверхностных и подземных вод. В итоге в ряде районов мира возникает острейший дефицит воды.

И, наконец, землян уже сейчас тревожит *проблема земельных ресурсов.* Земельный фонд уменьшается прежде всего из-за строительства, горнопромышленных разработок, почвенной эрозии, засоления, опустынивания.

В последнее время особую остроту приобрела проблема катастрофически быстрого сокращения площадей лесных массивов, особенно тропических. За последние три десятилетия площадь лесов уменьшилась на 1 млрд. га, что составляет 20% их совокупной площади. Это самые большие потери лесных площадей за весь период истории биосферы.

Сведение горных лесов также чревато экологическими последствиями. Со склонов гор, лишенных зелени, дожди смывают почву, делая изменения необратимыми. Новые лесопосадки тут уже не приживутся. На равнинах происходит эрозия почв, земля родит все меньше, местное население лишается хлеба насущного - риса и злаков. Плодородные слои земной коры содержат 2 трлн. т углерода, что в три раза превышает его количество в атмосфере. После вырубki деревьев углерод окисляется и улетучивается в атмосферу. Неумеренный расход древесины приводит к возрастающему давлению на лесные экосистемы.

Сейчас уже очевидно для всех, что экологический кризис - понятие общеглобальное и общечеловеческое, касающееся каждого из населяющих Землю людей.

Антропогенное воздействие на природу достигло таких масштабов, что возникли проблемы *глобального* характера, о которых в начале XX в. никто не мог даже предполагать. К основным глобальным экологическим проблемам современности, находящимся в поле зрения человечества в начале XXI века следует отнести:

- изменение климата Земли, парниковый эффект (глобальное антропогенное потепление), разрушение озонового экрана;
- загрязнение атмосферы, кислотные осадки;
- демографический взрыв, относительное перенаселение Земли в некоторых регионах; чрезмерную урбанизацию;
- загрязнение почв, уменьшение их площадей;
- загрязнение Мирового океана и поверхностных вод суши;
- радиоактивное загрязнение локальных участков;
- опустынивание обширных территорий;
- истребление лесного покрова Земли, уменьшение площадей тропических и северных лесов;
- управление отходами, образуемыми в процессе человеческой деятельности;
- уменьшение биологического разнообразия флоры и фауны и устойчивости экосистем.

Современная экология является научной базой рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды. Последовательное решение насущных экологических проблем должно привести к снижению негативного воздействия общества на отдельные экосистемы и природу в целом, включая человека.

9.2 Парниковый эффект

Всем хорошо известно, как устроен обыкновенный парник, где выращиваются многие ранние овощи. Это либо застекленная теплица, либо обтянутый полиэтиленовой пленкой каркас. Солнце, нагревает в парнике землю, а образовавшееся тепло не выходит наружу, задерживаемое стеклянным или солнечным покрытием. Аналогичный процесс наблюдается в настоящее время и на Земле, за что он назван парниковым эффектом.

Парниковый эффект - постепенное потепление климата на Земле в результате увеличения в ее атмосфере концентрации углекислого и других антропогенных газов (метана, оксидов азота, фтор- и хлоруглеродов), которые препятствуют длинноволновому тепловому излучению с земной поверхности (аналогично покрытию теплицы).

Средняя температура Земли в настоящее время составляет около 15°C. При данной температуре поверхность планеты и атмосфера находятся в тепловом равновесии. Нагреваясь энергией Солнца, поверхность Земли возвращает в атмосферу в среднем эквивалентное количество энергии. Это энергия испарения, конвекции, теплопроводности и инфракрасного излучения.

В последнее столетие деятельность человека, связанная с техническим прогрессом, привносит дисбаланс в соотношение поглощаемой и выделяемой энергии. До вмешательства человека в глобальные процессы Земли изменения, происходящие на ее поверхности и в атмосфере, были связаны с содержанием в природе газов, которые с легкой руки ученых были названы «парниковыми». К таким газам относятся диоксид углерода, метан, оксиды азота и водяной пар. Сейчас к ним добавились антропогенные хлорфторуглероды (ХФУ). Без газового одеяла, окутывающего Землю, температура на ее поверхности была бы ниже на 30-40 градусов. Существование живых организмов в таком случае было бы весьма проблематичным.

Итак, парниковые газы временно удерживают тепло в нашей атмосфере, благодаря чему создается так называемый парниковый эффект, признать, что этот термин не совсем правилен. Стекло парника действительно пропускает солнечный свет и задерживает инфракрасное излучение, но процесс этот происходит только благодаря рассеянию тепла посредством конвекции. Однако термин «парниковый эффект» понятен каждому, и он прижился в научной терминологии.

Одна из основных экологических проблем связана с тем, что в результате техногенной деятельности человека некоторые парниковые газы увеличивают долю своего участия в общем балансе атмосферы. Это касается, прежде всего, углекислого газа, содержание которого из десятилетия в десятилетие неуклонно растет. Углекислый газ создает 50% парникового эффекта, а на долю ХФУ приходится 15-20% и на долю метана - 18%.

За последние 200 лет в результате антропогенной деятельности содержание оксида углерода в атмосфере увеличилось на 25%. Связано это, прежде всего с интенсивным сжиганием ископаемого топлива: газа, нефти, сланцев, угля и искусственным происхождением CO_2 . Ископаемое топливо сгорает неполностью, и такие несгоревшие его элементы в виде углерода соединяются в слое атмосферы с кислородом, образуя техногенный углекислый газ.

В первой половине XX в. содержание углекислого газа в атмосфере оценивалось равным 0,03%. В 1956 г. ученые провели специальные исследования в рамках Первого международного геофизического года. Приведенная величина была уточнена и составила 0,028%. В 1985 г. измерения были проведены снова, и оказалось, что количество углекислого газа в атмосфере возросло до 0,034%. Таким образом, увеличение содержания в атмосфере углекислого газа - факт доказанный.

Другая причина повышения концентрации диоксида углерода - ежегодное уменьшение площадей лесов на нашей планете, которые являются основными поглотителями углекислого газа. Достаточно сказать, что каждую минуту на планете вырубается 23 гектара тропического леса, который является «легкими» нашей планеты.

Вторым по значению «парниковым» газом является метан. Его содержание в атмосфере ежегодно увеличивается на 1% в год. Биологические превращения метана способны осуществлять только очень специфические бактерии. Наиболее значимые его поставщики - свалки, крупный рогатый скот, рисовники. Запасы газа на свалках крупных городов можно рассматривать как небольшие газовые месторождения. Что касается рисовых полей, то, как выяснилось, несмотря на большой выход метана, в атмосферу его поступает относительно мало, поскольку большая часть расщепляется бактериями, связанными с корневой системой риса. Так что на поступление метана в атмосферу рисовые сельскохозяйственные экосистемы оказывают умеренное влияние.

Так где же метан максимально концентрируется в атмосфере? Такие максимумы были найдены в высоких широтах Северного полушария. Ученые установили, что в тундре, особенно над кочками с пушицей, довольно много метана. Там были найдены бактерии, в частности метаносарцина, образующая метан при низких положительных температурах ($+5^\circ\text{C}$). Метаносарцина является наиболее универсальной из метаногенов. Впоследствии было рассчитано предполагаемое местонахождение центров образования метана на Земле. Один из таких центров расположен в Западной Сибири, а область повышенного образования протягивается через Северную Европу.

Сегодня уже не остается сомнений, что тенденция использования преимущественно ископаемого топлива неизбежно ведет к глобальному катастрофическому изменению климата. При нынешних темпах использования угля и нефти в ближайшие 50 лет прогнозируется повышение

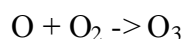
среднегодовой температуры на планете в пределах от 1,5°C (близ экватора) до 5°C (в высоких широтах).

Повышение температуры в результате парниковый эффект грозит небывалым экологическим, экономическим и социальным взрывом. Уровень воды в океанах может подняться на 1-2 м за счет морской воды и таяния полярных льдов. Примерно 1/3 территории Бангладеш и 1/4 территории Египта могут быть поглощены морем. Это станет началом трагедии для 46 млн. людей. Повышение температуры вызовет понижение влажности почвы во многих регионах Земли. Засухи и тайфуны станут привычным явлением. Достаточно уровню воды подняться на тысячу метров, чтобы лишь одна четверть площади материков высилась над морем скалистыми араратами. Вся остальная площадь суши будет затоплена.

Глобальное потепление отразится и на состоянии лесов планеты. Лесная растительность, как известно, может существовать в очень узких пределах температуры и влажности. Большая часть ее может погибнуть, сложная экологическая система окажется на стадии разрушения, а это повлечет за собой катастрофическое уменьшение генетического разнообразия растений.

9.3. Состояние озонового экрана

Озоновая проблема уже давно беспокоит экологов. *Озон* - это трехатомная форма молекулярного кислорода (O₃). На высоте 25-30 километров от поверхности Земли под воздействием ультрафиолетовой радиации Солнца часть молекул кислорода расщепляется на свободные атомы кислорода. Последние могут вновь вступать в союз с молекулами кислорода и образовывать трехатомную его форму:



Это и есть озон. Он играет исключительную роль в жизни нашей планеты. Если кислороду мы обязаны тем, что без него невозможно существование жизни, то озон обеспечивает этой хрупкой земной жизни дальнейшее ее существование. Образуя в верхних слоях атмосферы (стратосфере) тончайший слой - так называемый озоновый экран, молекулы озона защищают все живое на Земле от ультрафиолетового излучения. Тонкий слой озона отфильтровывает вредный компонент солнечного излучения - ультрафиолетовые лучи, прямое влияние которых губительно для всего живого. Не будь озонового экрана, такое излучение могло бы уничтожить жизнь на Земле.

Озоновый экран – слой атмосферы в пределах стратосферы на высоте от 10 до 50 км, с максимальной концентрацией озона на высоте 20-25 км, поглощающего губительное для всех живых организмов ультрафиолетовое излучение.

При свободном попадании на Землю такие лучи способны вызывать у человека рак кожи, а также наносить вред животным и растениям. Жесткий ультрафиолет обладает достаточной энергией для разрушения ДНК и других органических молекул, что может вызвать быстротекущую злокачественную меланому, катаракту и иммунную недостаточность. Естественно, жесткий ультрафиолет (УФ) способен вызывать и обычные ожоги кожи и роговицы. Уже сейчас во всем мире заметно увеличение числа заболеваний раком кожи, однако значительно количество других факторов (например, возросшая популярность загара, приводящая к тому, что люди больше времени проводят на солнце, таким образом получая большую дозу УФ облучения) не позволяет однозначно утверждать, что в этом повинно уменьшение содержания озона. Жесткий ультрафиолет плохо поглощается водой и поэтому представляет большую опасность для морских экосистем. Эксперименты показали, что планктон, обитающий в приповерхностном слое при увеличении интенсивности жесткого УФ может серьезно пострадать и даже погибнуть полностью. Планктон находится в основании пищевых цепочек практически всех морских экосистем, поэтому без преувеличения можно сказать, что практически вся жизнь в приповерхностных слоях морей и океанов может исчезнуть. Растения менее чувствительны к жесткому УФ, но при увеличении дозы могут пострадать и они.

Ирония состоит в том, что те же самые молекулы озона в тропосфере (нижний слой атмосферы) представляют собой опасные элементы, разрушающие живую ткань, включая легкие человека. Концентрация озона у поверхности Земли в 10 раз меньше, чем в стратосфере.

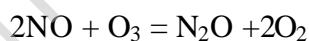
В 1995 г. трем ученым-химикам - американским профессорам Марио Молина и Шервуду Роуланду, а также голландцу Паулю Крутцену была присуждена Нобелевская премия за работы в области химии атмосферы, которые касаются процессов образования и разрушения озонового экрана. Королевская академия наук Швеции отметила, что эти ученые внесли вклад в дело спасения человечества от глобальной экологической катастрофы. В частности, лауреаты выяснили, что озона в атмосфере Земли не так уж и много. Если весь его спрессовать при давлении 760 мм рт. ст., то он образует слой всего в... три миллиметра толщиной!

К сожалению, в 80-90-е годы XX века наблюдается негативная тенденция истончения и разрушения озонового экрана .

В 1974 г. М. Молина и Ф. Роуленд из Калифорнийского университета в Ирвине показали, что различные хлорфторорганические соединения -хлорфторуглероды (ХФУ) могут вызывать разрушение озона. Начиная с этого времени так называемая хлорфторуглеродная проблема стала одной из основных в исследованиях по загрязнению атмосферы. Хлорфторуглероды (фреоны) уже более 60 лет используются как хладагенты в холодильниках и кондиционерах, пропелленты для аэрозольных смесей, пенообразующие агенты в огнетушителях, очистители для электронных приборов, при химической чистке одежды, при производстве пенопластиков.

Когда-то они рассматривались как идеальные для практического применения химические вещества поскольку они очень стабильны и неактивны, а значит не токсичны. ХФУ не распадаются быстро в тропосфере (нижнем слое атмосферы, который простирается от поверхности земли до высоты 10 км), как это происходит, например, с большей частью оксидов азота, и в конце концов проникают в стратосферу, верхняя граница которой располагается на высоте около 50 км. Когда молекулы ХФУ поднимаются до высоты примерно 25 км, где концентрация озона максимальна, они подвергаются интенсивному воздействию ультрафиолетового излучения, которое не проникает на меньшие высоты из-за экранирующего действия озона. Ультрафиолет разрушает устойчивые в обычных условиях молекулы ХФУ, которые распадаются на компоненты, обладающие высокой реакционной способностью, в частности атомный хлор. Таким образом ХФУ переносит хлор с поверхности земли через тропосферу и нижние слои атмосферы, где менее инертные соединения хлора разрушаются, в стратосферу, к слою с наибольшей концентрацией озона. Очень важно, что хлор при разрушении озона действует подобно катализатору: в ходе химического процесса его количество не уменьшается. Вследствие этого один атом хлора может разрушить до 100 000 молекул озона прежде чем будет дезактивирован или вернется в тропосферу.

Кроме фреонов озоновый экран может разрушаться под действием и других не менее вредных для озона газов. Большую тревогу со стороны экологов вызывает влияние оксидов азота, которые выбрасываются реактивными двигателями сверхзвуковых самолетов. Такие опасения основаны на свойстве оксида азота разрушать озон:



В настоящее время отмечено образование так называемых «озоновых дыр» над Антарктикой, Европой, азиатским континентом. В 1985 г. специалисты по исследованию атмосферы из Британской Антарктической Службы сообщили о совершенно неожиданном факте: весеннее содержание озона в атмосфере над станцией Халли-Бей в Антарктиде уменьшилось за период с 1977 по 1984 г. на 40%. Вскоре этот вывод подтвердили другие исследователи, показавшие также, что область пониженного содержания озона простирается за пределы Антарктиды и по высоте охватывает слой от 12 до 24 км, т.е. значительную часть нижней стратосферы. Фактически это означало, что в полярной атмосфере имеется так называемая озонная «дыра». В начале 80-х по измерениям со спутника «Нимбус-7» аналогичная дыра была обнаружена и в Арктике, правда она охватывала значительно меньшую площадь и падение уровня озона в ней было не так велико - около 9%. В среднем по Земле с 1979 по 1990 г. содержание озона упало на 5%.

Обеспокоенные прогнозами ученых представители 93 промышленных стран в 1987 г. в Монреале подписали первый глобальный договор по климату. В соответствии с ним предусматривается постепенное снижение выбросов ХФУ и других искусственных химических соединений, которые приводят к разрушению защитного озонового экрана нашей планеты.

Страны, подписавшие договор, обязались сократить вдвое использование озоноразрушающих ХФУ к 1999-му году. Однако в связи с ухудшающейся ситуацией в 1990-м году в Лондоне были приняты поправки к Монреальскому протоколу. Согласно Лондонским поправкам в список регулируемых ХФУ вошли еще десять веществ и было принято решение прекратить использование ХФУ, галогенов и четыреххлористого углерода к 2000-х тысячному, а метилхлороформа - к 2005-му году.

9.4. Проблема кислотных осадков

Развитие промышленности, транспорта, освоение новых источников энергии приводит к тому, что количество промышленных выбросов постоянно увеличивается. Это связано главным образом с использованием горючих ископаемых на тепловых электростанциях, промышленных предприятиях, в двигателях автомобилей и в системах отопления жилых домов.

В результате сжигания ископаемого топлива в атмосферу земли поступают соединения азота, серы, хлора и некоторые другие элементы. Среди них преобладают оксиды серы - SO_2 и азота - N_2O , NO_2 . Соединяясь с частицами воды, оксиды серы и азота образуют серную (H_2SO_4) и азотную (HNO_3) кислоты различной концентрации. Кислотность среды, определяемая водородным показателем (рН), является величиной, характеризующей концентрацию ионов водорода в растворе, и численно равна отрицательному десятичному логарифму этой концентрации: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$. Водные растворы могут иметь рН от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют рН 7, кислая среда характеризуется значениями рН меньше 7, а щелочная - больше 7. Атмосферные осадки, характеризующиеся сильнокислой реакцией (обычно $\text{pH} < 5,6$), получили название кислотных (кислых) дождей, или кислотных осадков.

Кислотные осадки – подкисленные дождь или снег (число рН ниже 5,6) в результате антропогенного загрязнения атмосферы из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов (SO_x , NO_x , HCl и др.).

До определенного времени проблема кислотных осадков считалась региональной, связанной главным образом с развитием промышленности северного полушария. Однако высокие выбросы серы и азота в местах, где используются техногенные ископаемые, сделали проблему кислотных осадков международной. Выбросы промышленных предприятий могут переноситься воздушными потоками на многие тысячи километров и вызывать О.к. в странах, которые находятся на больших расстояниях от источников загрязнения.

Установлено, что на долю техногенных выбросов, связанных со сжиганием ископаемого угля, приходится около 60-70% от их общего количества, на долю нефтепродуктов - 20-30% и на

остальные производственные процессы - оставшиеся 10%. Сорок процентов выбросов NO_x составляют выхлопные газы постоянно растущей армии автомобилей.

Британский химик Роберт Энгус Смит еще в 1872 г., занимаясь вопросами загрязнения города Манчестера, доказал, что дым и пары содержат вещества, вызывающие серьезные изменения в химическом составе дождя, и что эти изменения можно заметить не только вблизи от источника их выделения, но и «в полях, на большом расстоянии от него». Он также впервые описал некоторые виды вредных воздействий кислотных осадков: обесцвечивание тканей, коррозия металлических поверхностей, разрушение строительных материалов и гибель растительности.

В настоящее время многие экологи используют термин «кислотные дожди». Этот выразительный термин недостаточно точен. Лучше подходит выражение «кислотные осадки». Действительно, загрязнители существуют в атмосфере не только в виде дождя, но также в виде снега, облаков, тумана («влажные осадки») или в виде газа и пыли («сухие осадки») в засушливый период.

Несмотря на то, что сигнал тревоги Роберта Смита прозвучал около ста лет назад, индустриальные государства долго игнорировали кислотные осадки. И только в начале 50-х годов канадское правительство разработало программу изучения и мониторинга вод в озерах Новой Шотландии, где наблюдалось быстрое повышение кислотности. В 60-е годы Скандинавия сообщила об уменьшении косяков рыбы и даже ее полном исчезновении в некоторых озерах. В 1972 г. проблема кислотных осадков была впервые поднята Швецией на Конференции ООН по окружающей среде. С этого времени опасность глобального закисления окружающей среды превратилась в одну из наиболее острых проблем, обрушившихся на человечество.

Первыми жертвами кислотных осадков стали водоемы - озера и реки. Особенно пострадали озера Скандинавии, северо-восток США, юго-восток Канады и юго-запад Шотландии. Известный журналист Василий Песков, будучи в Норвегии отмечал, что «...страсть норвежцев к рыбалке частную рыбную речку или какое-нибудь озерцо могли бы сделать золотиносными, но приносимые южным ветром выбросы труб опустошают здешние воды. Мы видели много озер, в которых нет рыбы и нет вообще ничего, - пугающе тихая, неживая вода».

По состоянию на 1985 г. в Швеции из-за кислотных осадков серьезно пострадал рыбный промысел в 2500 озерах. В 1750 из 5000 озер Южной Норвегии полностью исчезла рыба. Исследование водоемов Баварии (Германия) показало, что в последние годы в них наблюдается резкое сокращение численности, а в отдельных случаях и полное исчезновение рыбы. При изучении 17 озер в осенний период было установлено, что показатель рН воды колебался от 4,4 до 7,0. В озерах, где показатель рН составил 4,4; 5,1 и 5,8 не было поймано ни одной рыбы, а в остальных озерах обнаружены только отдельные экземпляры озерной и радужной форели и гольца.

Хотя почвы и являются менее восприимчивыми к подкислению, нежели водоемы, произрастающая на них растительность крайне негативно реагирует на увеличение кислотности. Кислотные осадки в виде аэрозолей обволакивают хвою и листву деревьев, проникают в крону, стекают по стволу, накапливаются в почве. Прямой ущерб выражается в химическом ожоге растений, снижении прироста, в изменении состава подпологовой растительности.

Главными виновниками загрязнения воздуха и выпадения кислотных осадков являются США, страны СНГ, Польша, Германия, Великобритания, Канада и Китай.

10. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

И ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

10.1. Охрана флоры и фауны. Красная книга Беларуси

В 1948 г. группа ученых и общественные организации разных стран, объединившись, создали Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП). Задача Союза - содействие сохранению и разумному использованию широких природных богатств. В настоящее время более ста государств принимают участие в этой организации.

Прежде всего Союз организовал ревизию (учет) всех редких животных и растений, которым угрожает исчезновение с лица Земли. Так появились пять томов с перечнем видов, которые могли бы навсегда исчезнуть. Первое издание Красной книги вышло в 1966 г. У истоков ее создания стоял сын известного исследователя Южного полюса Роберта Скотта - английский профессор Питер Скотт. Одновременно составлялся так называемый «черный список», куда вошли животные и растения, исчезнувшие безвозвратно.

Все страницы этого издания были окрашены в красный цвет. Отсюда и название книги – «Красная». Красный цвет всегда был цветом опасности. Таким образом ученые-составители пытались привлечь внимание общественности к той угрозе, которая нависла над живым населением Земли. С того времени аналогичные «Красные книги» начали выходить во многих странах мира, хотя красным в них остался лишь переплет. Сведения, представленные в Красной книге, являются не только сводом данных о состоянии видов животных и растений, но и руководством по их спасению, сохранению и приумножению для будущих поколений. Красная книга содержит данные о численности, биологии видов, а также краткие сведения о принятых и необходимых мерах охраны того или иного животного или растения. Занесение любого вида в Красную книгу означает, что он нуждается в охране.

По мере поступления новых сведений листы Красной книги обновляются и заменяются. Если вид устойчиво восстанавливает свою численность и угроза его исчезновения миновала, он может быть вычеркнут из Красной книги.

Ученые подсчитали, что почти десятая часть высших растений мира находится под угрозой исчезновения. К настоящему времени из 250 тыс. видов высших растений, обитающих на Земле, под угрозой исчезновения находится до 25 тыс. В недалеком будущем до 30% дикорастущей флоры планеты может погибнуть. Если не принять соответствующих мер, наши дети и внуки, повзрослев, уже не увидят красочно цветущих лугов и тенистых зеленых лесов. Да и в букет они смогут собрать не те прекрасные травы, которыми мы восхищаемся сегодня, а разве что одуванчики и чертополохи. А для того, чтобы такие меры были приняты, необходимо выявить и всесторонне изучить виды, которым угрожает опасность исчезновения.

Страдает не только растительность планеты, но и животный мир. За последние три столетия на Земле полностью истреблено 280 видов птиц и млекопитающих, а 450 видам непосредственно грозит уничтожение. Массовое истребление животных приняло невиданные масштабы. В прошлом леса покрывали почти всю территорию нынешней Беларуси, за исключением отдельных болот и участков в поймах крупных рек. Здесь водилось бесчисленное множество самых разнообразных зверей и птиц. Полноводные реки были богаты рыбой. Даже такая редкость мира животных, как могучий зубр, именно у нас, на Беларуси, естественно вписывался в природное окружение.

Изменения растительности, вызванные человеком, вначале были невелики, так как нарушенные леса восстанавливали свой первоначальный облик. Можно считать, что так продолжалось до конца XV-XVI вв., когда через территорию Беларуси потянулись оживленные транспортные торговые пути. С тех пор влияние деятельности человека на развитие и состояние лесной растительности постепенно усиливалось, а к началу XIX в., когда ценность леса как источника древесины резко возросла, распространилось почти на все лесные массивы. Особенно пострадали особо ценные пойменные леса, большая часть которых исчезла и уже не подлежит восстановлению.

Самые существенные и заметные изменения в природном комплексе Беларуси произошли в результате сельскохозяйственного освоения земель. Практически все естественные экосистемы сменились искусственными биоценозами, созданными человеком. Это так называемые агробиоценозы, сады, огороды и т.п. В большей степени изменились наши белорусские леса. Облесенность территории в настоящее время составляет лишь 34,5%, в то время как в прошлом эта величина достигала 90-100%. Не обошли Беларусь и последствия «разумной» деятельности человека. Часть растений безвозвратно исчезла из нашей флоры. Это адонис весенний, рябчик русский, тиллея водная, кальдезия белозоролистная и др.

За четыре столетия с территории нынешней Беларуси исчезли более 20 ценных видов животных: тур, тарпан, соболь, песец, россомаха, лань, стрепет, дрофа и др. В последние 50-60 лет в

реки Беларуси в связи с обмелением и зарегулированием стока плотинами не заходят белуга, русский и балтийский осетры, рыбец, вырезуб, лосось, кумжа и др.

У зоологов уже имеются некоторые успехи в деле спасения исчезающих видов. Серьезные меры охраны, принятые для восстановления численности зубра, привели к тому, что поголовье этих редчайших животных значительно возросло. И теперь зубра можно увидеть не только в Беловежской пуше, но и в Березинском биосферном заповеднике и его окрестностях. Там же, в тихих заводях Березины, значительно возросла численность такого редкого и ценного млекопитающего, как бобр. Нередко выходит к окраине леса красавец лось, пробежит стая диких кабанов, тяжело топая, прошагает бурый медведь.

Начиная с середины апреля просыпаются в белорусских лесах первые хрупкие весенние цветы. И тут же появляются любители собирать их в большие букеты. На улицах крупных городов появляются торговцы первоцветами. Никто из них не думает о том, что из года в год все меньше и меньше первоцветов распускает свои нежные цветки. И может наступить время, когда они вовсе исчезнут. В Беларуси сейчас насчитывается свыше 1600 видов высших растений, а около 70 видов за последние 100 лет исчезли с ее территории.

Первое издание Красной книги Беларуси было предпринято в 1981 г. В то время на ее страницы попало 80 видов животных и 85 редких и исчезающих видов растений. Второе издание Красной книги вышло в 1993 году. В нее включено уже 182 вида животных, 180 - растений, 17 - грибов и 17 видов лишайников. В 2006 г. было предпринято новое издание Красной книги. Новое издание национальной Красной книги подготовлено с использованием усовершенствованных международных подходов и критериев. Одновременно с этим учитывалась региональная специфика, национальные природоохранные приоритеты и возможности для решения задач по сохранению видов. Новое издание Красной книги включает 463 вида животных и растений.

В настоящем издании учтено 189 видов животных. Основные группы представлены млекопитающими – 17 видов, птицами – 72 вида и насекомыми – 70 видов.

Представители флоры Беларуси представлены 274 видами: 173 вида сосудистых растений, 27 видов мохообразных, 21 вид водорослей, 24 вида лишайников и 29 видов грибов.

Все виды животных и растений, попавшие на страницы Красной книги, сгруппированы по разделам: млекопитающие, птицы, рептилии, амфибии, рыбы, насекомые, двустворчатые моллюски, ракообразные, плаунообразные, хвощеобразные, папоротникообразные, голосеменные, покрытосеменные, мохообразные, водоросли, лишайники, а также грибы.

Каждый вид охарактеризован с точки зрения его статуса, то есть категории охраны. Таких категорий национального природоохранного статуса четыре.

I категория – включает виды, имеющие очень низкую или быстро сокращающуюся численность. Из-за этого они в ближайшее будущее могут исчезнуть. Поэтому их состояние невозможно без осуществления специальных мер охраны.

Среди животных, попавших в эту категорию охраны можно отметить такие вида как европейская норка, беркут, сизоворонка, стерлядь, атлантический лосось.

Из растений этой категории можно указать ятрышник шлемоносный, лобелия Дортмана, валериана двудомная., пихта белая.

Ко **II категории** охраны относятся виды, имеющие низкую численность, тенденцию к сокращению численности (или ареала) и прогнозируемое в ближайшем будущем ухудшение статуса. Среди животных это бурый медведь, европейская рысь, орлан-белохвост, скопа, филин, жук-олень, стрелчатая пяденица.

Из представителей растительного мира в эту категорию охраны попали ятрышник мужской, омела австрийская, плющ обыкновенный, береза карликовая, дуб скальный, кубышка малая. Грибы - трюфель шелковистый, трутовик розовый. Лишайник - кладония стройная.

III категория включает редкие виды, не находящиеся под прямой угрозой исчезновения, но подверженные риску вымирания в перспективе, если факторы, вызвавшие сокращение их численности, будут действовать (чрезмерная эксплуатация или нарушение их мест обитания). Из животных, к данной категории, относятся обыкновенный хомяк, крапчатый суслик, барсук, большая белая цапля, черный аист, серый журавль, болотная черепаха, широкопалый рак, медицинская пиявка, обыкновенный рыбец, блестящая жужелица.

Из растений это медвежий лук, колокольчик сибирский, кадило сарматское, водяной орех, рододендрон желтый, кувшинка белая. Из грибов – лисичка серая, лишайник лобария легочная.

К **IV категории** охраны относятся виды с невысокой степенью риска исчезновения, чья численность сокращается, но при правильной охране способные к ее восстановлению до уровня, не вызывающего опасений.

Из животных в данную категорию попали серый гусь, болотная сова, белоспинный дятел, усатая синица, европейская корюшка (снеток), жужелицы – решетчатая и фиолетовая.

Кроме данных категорий в Красную книгу Беларуси занесены виды растений и животных, для которых невозможно организовать практическую охрану, так как они считаются исчезнувшими с территории республики за последние 100 лет. Это так называемый «Черный список», который включает 8 видов животных и 62 вида растений.

Из животных в «Черный список» среди других попали красивейшая бабочка – апполон, моллюск жемчужница обыкновенная, осетр балтийский (отмечался в водоемах Беларуси до середины 19 века), обыкновенная выхухоль, россомаха, встречавшаяся в смешанных лиственных лесах Беларуси, Польши и Украины в XVI-XIX веках.

Растения из «Черного списка» представлены такими видами как лен желтый, молочай болотный, пыльцеголовник крупноцветковый, вероника ложная, осот болотный, шпажник болотный, очиток волосистый и др.

Выход в свет Красной книги Беларуси не означает, что уже приняты действенные меры охраны. Сведения, содержащиеся в ней, - это только ориентир на охрану включенных в нее видов. Насущной проблемой становится проведение конкретных мероприятий, чтобы обеспечить их практическую охрану. Красная книга является основным научным документом, где определено современное состояние редких и исчезающих видов растений и животных, которые находятся под угрозой исчезновения. На основе этого документа проводится прогнозирование развития растительного и животного мира Беларуси и разработка практических мер по его охране. Выход в свет Красной книги - это лишь постановка задачи. И от нас с вами зависит, как эта задача будет решаться

10.2. Заповедные и другие охраняемые территории

Совокупность экологически взаимосвязанных природных объектов, выполняющих важнейшие средо-, ресурсо- и информационноохранные функции объединяются в систему охраняемых территорий. Такие территории исключаются из традиционного хозяйственного использования (рубка леса, распашка, осушение, орошение и т.п.). В опубликованной "Мировой стратегии охраны природы" (1978) говорится, что в настоящее время почти каждый природный объект - большинство видов растений и животных (или хотя бы отдельные их популяции в разных частях ареалов), биоценозов, экосистем и ландшафтов нуждается в той или иной степени охраны. Однако реально организовать действенную охрану природных объектов можно лишь для ограниченного их числа, поэтому необходимо сосредоточить усилия хотя бы на самых важных.

Выделяется несколько видов заповедных объектов, подлежащих охране.

1. **Заповедники** - особо охраняемые пространства, полностью исключенные из любой хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов, а также охраны редких и исчезающих видов растений и животных. Предназначены для сохранения в естественном состоянии типичных ландшафтов и экосистем. Подчинены строгому режиму охраны, который запрещает всякую деятельность человека, не связанную с задачами заповедника.

2. **Национальные парки** - обширные участки территории, включающие охраняемые природные ландшафты, выделенные для охраны природы в оздоровительных, эстетических, научных и культурно-просветительских целях. В пределах национального парка выделяют зоны заповедного режима, умеренного (щадящего) хозяйственного и рекреационного использования и интенсивного хозяйственного и рекреационного использования. В настоящее время в мире организовано более 2 300 национальных парков, в Европе - более 160. Мировая площадь всех национальных парков - более 4 млн. км².

3. **Заказники природы** - участки природной территории, где временно или постоянно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности человека. Представляют интерес в научном, познавательно-воспитательном и культурном отношении. Организация заказников - это целевая форма охраны природных компонентов. В них охраняются отдельные компоненты природных экосистем, один или многие виды живых существ, ценные объекты живой природы или живописные типы ландшафта. Обычно заказники организуются для увеличения численности диких животных в природных условиях и для восстановления ресурсов ценных растений - лекарственных, эфиромасличных, декоративных и др. В заказниках устанавливается частичный режим охраны и допускается деятельность человека, не наносящая ущерба объектам охраны. Заказники могут быть различного назначения: комплексные, ботанические, зоологические, гидрологические, геологические, озерные, ландшафтные, охотничьи, мемориальные и иные.

4. **Памятники природы** - природные достопримечательности, имеющие научное, историческое или культурно-эстетическое значение, а также объекты природы, связанные с какими-либо историческими событиями или лицами. Обычно это охраняемые территории небольшого размера - памятные, исторически ценные или вековые деревья, водопады, пещеры, геологические обнажения, ледниковые валуны, отдельные водоемы, места исторических событий, старинные аллеи и парки и т.п. Понятие «памятник природы» впервые употребил Александр Гумбольдт в 1819 году. Так он назвал великолепное дерево, виденное им в Венесуэле.

Кроме этих категорий охраняемых объектов, вокруг городов и санитарно-курортных комплексов создаются специальные зеленые зоны и выделяются курортные леса. Не подлежат рубке лесные массивы у истоков и по берегам водоемов - водоохранные леса.

По состоянию на 1 января 2001 г. в нашей республике насчитывалось 94 республиканских заказника общей площадью 814,1 тыс. га. По областям: Витебская - 26 заказников, Минская - 20, Брестская - 19, Гомельская - 15, Гродненская - 14, Могилевская - 3.

6. **Ландшафтные парки** - искусственно созданные, или окультуренные охраняемые атропогенные ландшафты, отличающиеся природными достопримечательностями и высокой эстетичностью. Территория ландшафтного парка обычно имеет благоприятные климатические условия, ценные для оздоровления, отдыха, туризма и чаще всего используется в рекреационных целях (восстановление здоровья и отдых на лоне природы).

10.3. Биосферные заповедники

Среди заповедников в отдельную группу выделяются **биосферные заповедники** - строго охраняемые значительные по размерам природные территории, не испытывающие прямых антропогенных воздействий.

Биосферные заповедники - это охраняемые, наиболее характерные, эталонные участки биосферы, созданные в различных географических зонах Земли.

Считается, что территория биосферного заповедника практически не испытывает локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов.

Они располагаются в наиболее типичных в природном отношении регионах Земли и образуют как бы мировую сеть эталонов биосферы до появления человека. Главное предназначение биосферных заповедников - сохранение в естественном виде природных экосистем и их генофонда, а также постоянный и всесторонний контроль за состоянием и ходом различных изменений, протекающих в биосфере (экологический мониторинг).

Основные задачи биосферных заповедников заключаются в сохранении разнообразия и целостности сообществ растений и животных в пределах природных экосистем, генетического разнообразия генофонда, проведении долгосрочных научных исследований в измененных и приближенных к естественным условиям.

Любой биосферный заповедник должен отвечать следующим основным требованиям:

- быть типичным эталоном данной природной зоны;
- обязательно иметь редкие виды растений или животных или уникальные комплексы на своей территории;
- представлять пример гармонического развития природы при исторически сложившемся традиционном хозяйственном использовании данной территории;
- иметь эффективную охрану территории и прочную базу для проведения долгосрочных научных исследований;
- представлять эталон (нулевую точку, точку отсчета) для оценки изменений, протекающих в биосфере.

Все биосферные заповедники мира проектируются по единой принципиальной схеме, обязательной для всех заповедников такого ранга. Модель биосферного заповедника включает три зоны.

В центре - ядро заповедника, в котором охраняется биологическое разнообразие животных и растений. Здесь эволюция растительных и животных видов может происходить по возможности естественным способом. Это абсолютно заповедная территория, где запрещаются все виды хозяйственной деятельности. Здесь обеспечивается естественное развитие природных процессов. Всякое вмешательство человека, кроме проведения научных исследований, запрещено.

Вокруг ядра формируется более широкая буферная, или научно управляемая, зона. В этой охраняемой зоне частично разрешены те виды деятельности, которые совместимы с развитием устойчивых природных экосистем. Здесь ведется наблюдение за структурой и функционированием

экосистемы, когда она подвергается различным видам антропогенного воздействия и использования. Чаще всего эта зона совпадает с границами заповедника.

За буферной идет охранный, или переходный, зона для снижения негативного влияния прилегающих хозяйственных территорий на природные комплексы заповедника. Режим ведения хозяйства в буферной зоне согласуется с администрацией заповедника.

Первые биосферные заповедники были организованы во второй половине семидесятых годов. К 1984 г. их число в 58 странах мира, составляло 226, к 1985 г. их стало 243 (60 стран), а к 1995 г. - 325 (82 страны мира). Как видно, число абсолютно заповедных участков на Земле постоянно растет.

30 января 1925 г. в 120 км севернее г.Минска в верхнем течении реки Березина был создан Березинский государственный заповедник. Это была первая официально утвержденная заповедная территория Беларуси. В месте размещения заповедника, где протекает Березина со многими ее притоками, сохранились труднодоступные лесные и болотные массивы с естественными популяциями лося, медведя, бобра, выдры, европейской норки и других животных. Это одно из немногих мест в Европе, где сохранились естественные массивы черноольхово-ясеневых лесов и обширных болот.

На территории заповедника 73 речки и ручья. Большинство их здесь же и берет начало, питаясь из обширных болот, занимающих 46 тысяч гектаров. В отличие от Беловежи здесь есть и озера. Самые крупные из них — Ольшица, Плавно, Манец, Домжерицкое - соединены между собой рекой Сергуч. Озера в основном мелководны. Берега их плоские и почти повсеместно заболочены.

Реки, озера и каналы в заповеднике с зарослями ивняков, ольхи, осины заселены речным бобром. Иногда бобер строит свои хатки в отдалении от водоема, соединяя их каналами. Нередко от бобровой хатки отходит целая сеть каналов. Очень интересны бобровые плотины, построенные ими для регулирования уровня воды. Некоторые из них имеют длину в десятки и даже сотни метров.

В заповеднике имеется музей, где представлены искусно выполненные чучела птиц и зверей. Имеется научный гербарий.

В 1979 г. Березинский заповедник в числе первых заповедников бывшего СССР получил статус биосферного и включен в мировую сеть биосферных заповедников. На базе Березинского заповедника в 1983 г. был проведен I Международный конгресс по биосферным заповедникам.

10.4. Система охраняемых объектов Беларуси

В Беларуси проблемы охраны природной среды стали подниматься только в 20-е годы нашего столетия. Природоохранная деятельность 20-30-х годов проводилась в основном на базе опытных лесных станций - Жорновской, Горецкой, Велятичской, которые в 1926 г. были объединены в Центральную лесную опытную станцию. В 1939 г., после воссоединения с Западной

Беларусью, государственным заповедником была объявлена белорусская часть Беловежской пуши. **В 1991 г. на базе Государственного заповедно-охотничьего хозяйства Беловежская пуца создан первый белорусский национальный парк с одноименным названием.** Национальный парк «Беловежская пуца» характеризуется наибольшим богатством видового состава сосудистых растений (885 видов).

В 1969 г. был организован Припятский ландшафтно-гидрологический заповедник площадью 60,3 тыс. га. Он расположен на землях древнего Туровского княжества и объединяет сохранившиеся полесские болота и естественную пойму реки Припять - главной водной артерии Беларуси. В заповеднике сохранились уникальные крупные массивы пойменных дубрав, единственные во всей Европе. Природные комплексы заповедника являются наиболее сохранившейся в естественном состоянии пойменной экосистемой.

На просторах Припятского заповедника обитают множество водоплавающих птиц, белые и черные аисты, серые цапли. Нередки здесь выдра, бобр, енот-полоскун, ондатра. В осоковых болотах встречаются популяции редкого гнездящегося вида - вертлявой камышовки. По оценкам ученых Института зоологии НАН Беларуси, около половины мировой популяции вертлявой камышовки обитает в Белорусском Полесье. **В 1997 году на базе Припятского ландшафтно-гидрологического заповедника организован национальный парк «Припятский».**

В 1988 г. после Чернобыльской катастрофы на месте земель, отчужденных из сельскохозяйственного использования, был создан **Полесский радиационно-экологический заповедник.**

В 1979 г. Березинский заповедник в числе первых заповедников бывшего СССР получил статус биосферного и включен в мировую сеть биосферных заповедников.

В 1995 г. вслед за национальным парком «Беловежская пуца» **был создан национальный парк «Браславские озера»**, расположенный на севере Беларуси на Браславской возвышенности. Территория национального парка представляет собой своеобразны природный комплекс с неповторимым сочетанием гряд, холмов, озер, заболоченных низин и речных долин. Все это привлекает сюда многочисленных туристов и любителей путешествий.

Национальный парк «Нарочанский» образован в 1999 году. Он расположен на территории Минской области. Его общая площадь составляет 94,0 тыс. гектаров. Основной целью создания Национального парка явилось сохранение уникальных природных комплексов. Жемчужиной Нарочанского края является озеро Нарочь - самый крупный естественный водоем республики, который наряду с другими озерами Мясстро, Баторино и Бледное образуют Нарочанскую группу озер.

В настоящее время разработаны обоснования по созданию еще несколько национальных парков: «Белая Русь», «Налибокский», «Нарочанский», «Свислочно-Березинский», «Суражский»

и др. Кроме заповедников и национальных парков, имеются также заказники и памятники природы.

Кроме заповедников и национальных парков, имеются также заказники и памятники природы.

Таким образом, на территории Беларуси в настоящее время действуют 2 государственных заповедника (Березинский биосферный и Полесский радиационно-экологический), 4 национальных парка ("Беловежская пуца", "Браславские озера", "Припятский", «Нарочанский»), а также 94 заказника и 95 биологических памятников республиканского значения.

Площадь заповедников и национальных парков составляет 481,2 тыс.га, или 2,32% территории. Всего система особо охраняемых территорий Беларуси включает в себя 1313 объектов, общей площадью 1500 тыс. га, или 7,2% общей площади республики.

Основные направления политики Республики Беларусь в области природопользования и охраны окружающей среды нашли отражение в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь (1997 г.). Она предусматривает следующие направления деятельности по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь:

- формирование политики и совершенствование законодательства в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия (предусматривает принятие законов, связанных с вопросами рационального природопользования, таких как «Закон об улучшении и восстановлении природных ресурсов», «Закон о платежах за использование природных ресурсов» и др.);

- развитие управления и экономического регулирования использования биоразнообразия;

- развитие фундаментальной и прикладной науки в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия;

- развитие системы особо охраняемых территорий и сохранение видов;

- экологическое совершенствование научно-технической и технологической деятельности, оптимизация использования природных ресурсов в различных социально-экономических секторах (предусматривает разработку мер по снижению негативного влияния различных форм хозяйственной деятельности на биоразнообразие);

- экологическое образование, воспитание и просветительская деятельность; подготовка кадров (предусматривает разработку и создание системы подготовки специалистов на базе высшей школы, а также создание системы обязательного экологического образования на основе единой программы и типовых учебных пособий для начальной и средней школы).

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В.И. Биосфера. М. 1967/ В.И.Вернадский. М., 1967.
- Войткевич Г.В., Вронский В.А. Основы учения о биосфере/ Г.В.Войткевич, В.А.Вронский. Ростов н/Д, 1996.
- Вронский В.А. Прикладная экология/ В.А.Вронский. Ростов н/Д, 1996.
- Гиляров А.М. Популяционная экология/ А.М.Гиляров. М., 1990.
- Даждо Р. Основы экологии/ Р.Даждо. М., 1975.
- Лукашев К.И. Тревоги и надежды: Изменяющаяся биосфера/ К.И.Лукашев. Минск, 1987.
- Маврищев В.В. Основы общей экологии/ В.В.Маврищев. Минск, 2000.
- Маврищев В.В. Экология в терминах и понятиях/ В.В.Маврищев. Минск, 2002.
- Маврищев В.В. Основы экологии: учебник/ В.В.Маврищев. Минск, 2007.
- Одум Ю. Экология: в 2 т./ Ю.Одум. М., 1986.
- Очерки по истории экологии. М., 1970.
- Радкевич В.А. Экология/ В.А.Радкевич. Минск, 1997.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник/ Н.Ф.Реймерс. М., 1990.
- Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы)/ Н.Ф.Реймерс. М., 1994.
- Риклефс Р. Основы общей экологии/ Р.Риклефс. М., 1989.
- Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология/ Г.В.Стадницкий, А.И.Родионов. СПб., 1997.
- Сытник К.М., Брайон А.В., Гордецкий А.В. Биосфера. Экология. Охрана природы/ К.М.Сытник, А.В.Брайон, А.В.Гордецкий. Киев, 1987.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы/ Р.Уиттекер. М., 1980.
- Чернова И.М., Былова А.М. Экология/ И.М.Чернова, А.М.Былова. М., 1988.
- Чернова И.М., Былова А.М. Общая экология/ И.М.Чернова, А.М.Былова. М., 2004.
- Шилов И.А. Экология/ И.А.Шилов. М., 1997.