

ПРИВОЛЖСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

И. Н. Калашников, Н. И. Зазнобина

Основы современной экологии

Учебное пособие



**ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРИВОЛЖСКОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Нижний Новгород

2020

УДК 574(075)
ББК 20.1я73
К17

Авторы:

И. Н. Калашников, канд. биол. наук, доцент кафедры биологии Приволжского
исследовательского медицинского университета;
Н. И. Зазнобина, канд. биол. наук, доцент кафедры экологии Национального
исследовательского Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского

Рецензенты:

В. Н. Якимов, д-р биол. наук, доцент, заведующий кафедрой экологии Национального
исследовательского Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского;
И. Л. Ермолин, д-р биол. наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии
с цитологией и эмбриологией Приволжского исследовательского медицинского
университета

Рекомендовано к изданию Центральным методическим советом Приволжского
исследовательского медицинского университета (протокол № 2 от 21 октября 2020 г.).

Калашников, И. Н.

К17 Основы современной экологии : учебное пособие / И.Н. Калашников,
Н.И. Зазнобина. – Нижний Новгород : Издательство Приволжского исследова-
тельского медицинского университета, 2020. – 92 с.
ISBN 978-5-7032-1367-4

Учебное пособие содержит информацию об основных разделах биоэкологии и наиболее важных концепциях современной экологии, таких как факториальная и популяционная экология, экология сообществ и экологические стратегии выживания, концепция экологической ниши и адаптивные экотипы человека. В нем также рассматриваются аспекты этногеномики, персонифицированной медицины, здоровья населения, экологического кризиса, а также разделы прикладной экологии.

Данное пособие подготовлено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и предназначено для обучающихся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования – программам специалитета "Лечебное дело, "Педиатрия", Медико-профилактическое дело", "Стоматология". Учебное пособие по основам современной экологии может быть использовано студентами биологических факультетов университетов.

**УДК 574(075)
ББК 20.1я73**

ISBN 978-5-7032-1367-4

© Калашников И. Н., Зазнобина Н. И., 2020
© ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, 2020

Оглавление

Введение.....	4
1. Исторические этапы развития экологии в лицах.....	5
2. Экология как фундаментальная наука.....	14
3. Основы общей экологии (биоэкологии)	17
3.1. Аутэкология	17
3.1.1. Среда обитания и экологические факторы.....	17
3.1.2. Основные закономерности влияния на организм факторов среды	18
3.2. Демэкология.....	21
3.2.1. Основные характеристики популяций	21
3.2.2. Межвидовые биотические связи в биоценозах.....	27
3.2.3. Экологические стратегии выживания	29
3.3. Синэкология.....	32
3.3.1. Концепция экологической ниши.....	32
3.3.2. Биотические сообщества.....	34
3.3.3. Экосистема	35
4. Основы геоэкологии.....	43
5. Экология человека и социальная экология.....	50
5.1 Природа адаптивности и адаптивные экотипы человека.....	51
5.2. Этногеномика и персонализированная медицина	55
5.3 Здоровье человека и факторы риска	57
6. Урбоэкология и аркология.....	61
7. Разделы прикладной экологии	67
8. Экологический кризис.....	73
9. Основные законы общей экологии	78
Заключение.....	82
Тестовые задания	84
Ответы к тестовым заданиям:	89
Рекомендуемая литература.....	90

Введение

Экология – это наука, изучающая отношения организмов между собой и с окружающей средой. Она описывает все многообразие связей между живыми организмами и средой их обитания. Термин «экология» (от греч. «ойкос» — дом, жилище, обиталище) ввел в науку профессор Йенского университета Эрнст Геккель в 1866 году в капитальном двухтомном труде «Всеобщая морфология организмов».

Как самостоятельная наука экология стала складываться только в начале XX в., но основы той экологии, с которой мы сталкиваемся сейчас, заложены уже позднее — в 20-40-х гг. Именно в это время экология становится целостной наукой, имеющей собственные объекты и методы исследования, а также собственный теоретический и концептуальный аппарат.

На современном этапе развития общества экологические знания приобретают особое значение в связи с истощением природных ресурсов и загрязнением окружающей среды отходами хозяйственной деятельности человека. Экология изучает эти проблемы и предлагает пути выхода из экологического кризиса, поэтому то внимание, которое уделяется этой науке является обоснованным и жизненно необходимым.

1. Исторические этапы развития экологии в лицах

Экологические проблемы тесно связаны с появлением на планете человека – постоянно преобразующего окружающую природную среду и завоевывающего все новые и новые ареалы для своего обитания. Самое примитивное орудие и самое простое жилище наносили ущерб окружающей среде, так как для их изготовления и строительства человек должен был использовать природное сырье и материалы.

Первыми «стихийными экологами», по существу, были наши далекие предки – древние охотники и собиратели. В борьбе за выживание они постоянно изучали климатические и погодные закономерности и особенности, повадки животных, сроки плодоношения растений.

Первые экологические сведения приводятся еще в древних египетских, индусских, китайских, тибетских и античных европейских письменных источниках.

Ниже представлены имена ученых, работы которых на разных этапах истории внесли вклад в развитие экологии как науки.



(490-430 гг. до н.э.)

Эмпедокл (др.-греч. Ἐμπεδοκλῆς) – древнегреческий философ, поэт, врач, политический деятель, одним из первых рассмотрел связь растений со средой обитания.



(384-322 гг. до н.э.)

Аристотель (др.-греч. Ἀριστοτέλης) – древнегреческий ученый, философ, основатель Ликея, учитель Александра Македонского, предложил классификацию животных, имеющую экологическую основу. Природу Аристотель разделял на неорганический мир, растения, животных и человека. Человека от животных, по Аристотелю, отличает наличие разума.



(4-70 гг. н.э.)

Луций Юний Модерат Колумелла (Lucius Iunius Moderatus Columella) – римский писатель и ученый-агроном, автор сочинения «О сельском хозяйстве» (в 12 книгах), где описана роль удобрений, особенности агротехники и роста сельскохозяйственных культур.



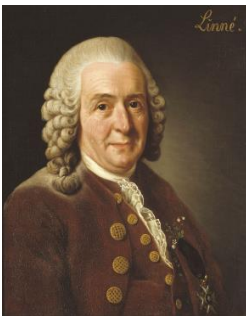
(23-79 гг. н.э.)

Гай Плиний Секунд (Gaius Plinius Secundus) – римский писатель, ученый, автор труда «Естественная история» (в 37 книгах) — энциклопедии естественнонаучных знаний античности, в которой обобщены данные по зоологии, ботанике, лесному хозяйству и т.д.



(1632-1715)

Антони Ван Левенгук (Antoni van Leeuwenhoek) – знаменитый нидерландский натуралист, один из основоположников научной микроскопии. За всю жизнь он изготовил около 250 линз, добившись, в конце концов, увеличения в 150-300 раз. С их помощью в 1673 г. он первым из людей наблюдал и зарисовал микроорганизмы.



(1707-1778)

Карл Линней (Carl Linnaeus) – шведский естествоиспытатель, создатель системы растительного и животного мира, первый президент шведской АН (с 1739), иностранный почетный член Петербургской АН (1754). К. Линней впервые последовательно применил бинарную номенклатуру и построил наиболее удачную искусственную классификацию растений и животных, описал около 1500 видов растений. К. Линней проводил важную мысль о том, что для благополучия природы необходимо не только размножение организмов, но их разрушение, ибо гибель одних дает возможность существовать другим. Таким образом, К. Линней был автором предтечи понятия биотического круговорота, а все его труды отразили экологические представления XVIII века.



(1743-1794)

Антуан Лавуазье (Antoine Laurent de Lavoisier) – основатель современной химии, в 1792 г. представил французской Академии свой труд «Кругооборот элементов на поверхности земного шара», в котором фактически сформулировал основные положения современной экологии.



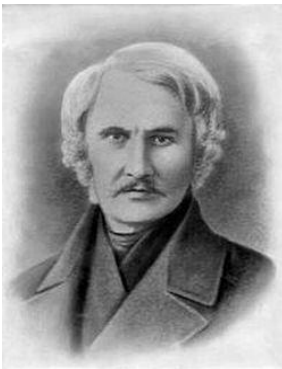
(1769-1859)

Александр Гумбольдт (Alexander Freiherr von Humboldt) – немецкий естествоиспытатель, чьи путешествия сыграли большую роль в развитии биологии и биогеографии. В 1807 г. издал книгу «Идеи географии растений», содержащую ряд научных понятий, которые и сегодня используются экологами (например, экобиоморфа растений, ассоциация видов, формация растительности и др.)



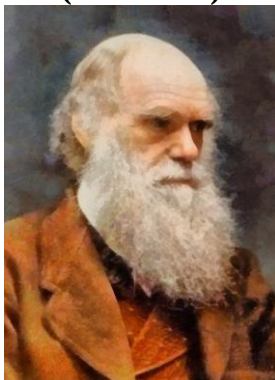
(1792 – 1876)

Бэр Карл Максимович (Karl Ernst von Baer) – естествоиспытатель, основатель эмбриологии, один из учредителей Русского географического общества, иностранный член-корреспондент, академик и почетный член Петербургской АН. Объяснил закономерность подмыва берегов рек (закон Бэра); выяснил экологические условия существования промысловых рыб, тем самым заложив основы современной динамики рыбных популяций.



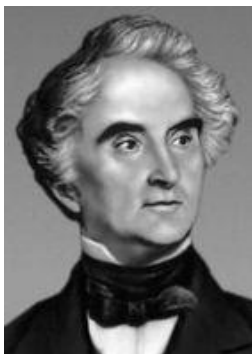
(1794-1860)

Эверсман Эдуард Александрович – российский натуралист, врач и путешественник, один из основоположников зоогеографии в России, с 1828 г. профессор зоологии и ботаники Казанского университета, член-корреспондент Петербургской АН (1842) – в 1820 - 1830 гг. Э.А. Эверсманн совершил ряд путешествий по азиатской части России, собрал обширные коллекции млекопитающих, птиц, насекомых. Большая часть его работ посвящена фауне юго-востока России.



(1809-1882)

Чарльз Дарвин (Charles Robert Darwin) – английский натуралист, который не пользовался термином «экология», однако вся его научная деятельность была мощным стимулом для развития экологической доктрины. Ч. Дарвин последовательно обращал особое внимание на важность взаимодействия между видами живого и между ними и окружающей средой, что и является предметом изучения экологии. В этом смысле идея борьбы за существование может рассматриваться, как особый род отношений организмов и среды обитания.



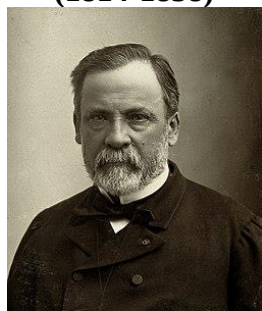
(1803 – 1873)

Юстус Либих (Justus Liebig) – немецкий профессор органической химии. Обосновал теорию минерального питания растений и создал научные основы повышения плодородия почвы. Исследовал роль углекислого газа и связанного азота в физиологии растений. Являясь одним из основоположников агрохимии, вплотную подошел к проблемам экологии. Автор «закона минимума» – одного из основополагающих в факториальной экологии.



(1814-1858)

Рулье Карл Францевич – российский биолог, профессор Московского университета, один из основоположников палеоэкологии и эволюционной палеонтологии, создатель первой научной школы зоологов-эволюционистов. Доказал причинную зависимость эволюции живых форм от изменения среды их обитания. В своих трудах заложил основы экологии животных.



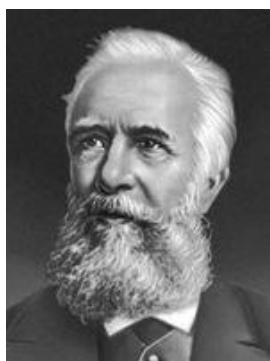
(1822-1895)

Луи Пастер (Louis Pasteur) – французский химик и микробиолог, член Французской академии. Работы Пастера демонстрировали разложение микробами органических веществ – отсюда тезис о роли микробов как деструкторов в природе, предвещающий возникновение экологии микроорганизмов – ключевого направления развития науки в XX в. С экологией смыкаются и исследования Пастера по влиянию факторов внешней среды на метаболизм бактерий.



(1825-1908)

К. Мебиус (Karl A. Möbius) – немецкий гидробиолог, разработавший в 1877 г. о биоценозе как сообществе организмов, которые через среду обитания теснейшим образом связаны друг с другом.



(1834 – 1919)

Эрнст Геккель (Ernst Haeckel) – немецкий биолог, профессор Йенского университета. Один из первых германских зоологов, поддержавших теорию Ч. Дарвина. Геккель разработал теорию гастролы, совместно с Ф. Мюллером сформулировал биогенетический закон, построил первое филогенетическое древо животного царства. Ввел термин «экология», предложил термины «онтогенез» и «филогенез».

Он одним из первых описал и вплотную подошел к важным теоретическим обобщениям – экологической нише и консорции, ввел понятие «бентос».



(1863 – 1945)

Владимир Иванович Вернадский – крупнейший русский ученый XX века. Труды В.И. Вернадского заложили основы новых наук: радиогеология, биогеохимия, биосферология и ноосферология, науковедение, генетическая минералогия и кристаллография. Автор учения о биосфере и её эволюции. Разработал концепцию ноосферы. В последней прижизненной публикации «Несколько слов о ноосфере» (1944 г.) обосновал условия перехода в ноосферу.



(1871 – 1955)

Артур Джорж Тенсли (Arthur George Tansley) – английский ботаник и эколог, в 1935 году в публикации «Правильное и неправильное использование ботанических терминов» ввел термин «экосистема».



(1877 – 1968)

Виктор Шелфорд (Victor Shelford) – американский эколог, гидробиолог, профессор зоологии Иллинойского университета, основатель и первый президент Экологического общества Америки. Основные труды посвящены биоценологии, теории и терминологии этой науки, методике полевого и лабораторного исследования. Изучал взаимодействие организмов в сообществах, влияние климата на сообщества и сукцессии. Ввёл в биогеографию понятие "биом", обозначающего природную зону со специфическими растительным и животным населением (тундра, бореальные и тропические леса, степь, пустыня).



(1880-1967)

Владимир Николаевич Сукачев – один из основоположников фитоценологии, создатель новой науки – биогеоценологии. В 1942 г. выдвинул систему понятий о биогеоценозе.



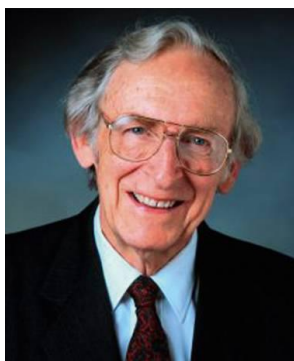
(1880-1959)

Сергей Сергеевич Четвериков – русский и советский биолог, генетик-эволюционист, сделавший первые шаги в направлении синтеза менделевской генетики и эволюционной теории Ч. Дарвина. Он раньше других учёных организовал экспериментальное изучение наследственных свойств у естественных популяций животных.



(1910 – 1986)

Георгий Францевич Гаузе – советский микробиолог, эколог, эволюционист, академик АМН СССР. Автор фундаментального экологического принципа конкурентного исключения. Лауреат Сталинской премии 1946 года за открытие антибиотика грамицидина С. Гаузе один из трех крупных отечественных биологов (кроме К. Бэра и И.И. Мечникова), кому удалось не только сменить научное направление, но и достичь в нём больших успехов.



(1913 – 2002)

Юджин Одум (Eugene Odum) – американский биолог, один из основоположников современной экологии. Основатель экосистемного подхода в экологии. Автор классического труда «Экология», который многократно (на момент подготовки данного пособия – четырежды) переиздавался. Именно благодаря Одуму экология перешла от исследований на уровне организмов к изучению высшего уровня существования живого – уровня экосистемы. Первым в мире вывел экологию на качественно новую ступень развития – синэкологию, что стимулировало исследования энергетических процессов. Благодаря такому подходу экология начала интенсивно завоевывать место в системе других наук.



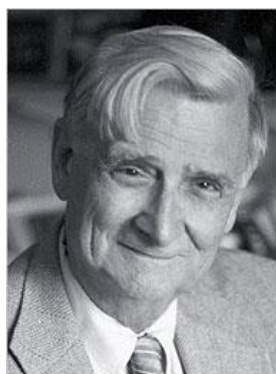
(1919 - 1976)

Шварц Станислав Семёнович – советский зоолог и эколог, академик АН СССР, один из основоположников русскоязычного крыла популяционной и эволюционной экологии. Разработал метод морфофизиологических индикаторов для определения состояния и прогноза развития популяций животных, новые представления об экологических механизмах эволюционного процесса в природе, внёс существенный вклад в развитие популяционной экологии животных и химической экологии водных животных.



(1928 – 2007)

Татьяна Ивановна Алексеева — антрополог, профессор МГУ, академик РАН. Крупный специалист в области физической антропологии и экологии человека. Является автором концепции формирования «адаптивных типов» как нормы наследственно закрепленной биологической реакции на воздействие среды обитания и проявляющейся в различные периоды истории человечества вплоть до современности.



(1929 – по наст. время)

Эдвард Уилсон (Edward Wilson) — американский эколог, профессор зоологии Гарвардского университета. Уилсон известен своими исследованиями, посвященными поведению и экологии муравьев. Основоположник теории островной биогеографии и один из основателей социобиологии, занимающейся изучением биологических основ социального поведения животных и человека.



(1930 – 1972)

Роберт МакАртур (Robert MacArthur) — американский эколог, профессор Пенсильванского и Принстонского университетов. Один из основоположников современной географической и эволюционной экологии. Наиболее известен благодаря созданной совместно с Э. Уилсоном равновесной теории островной биогеографии, которая изменила области биогеографии и привело к развитию современной ландшафтной экологии. Также МакАртур объединил идеи экологии, генетики и биогеографии и заложил основы математического изучения популяций, разработав прогностические модели для экосистем.



(1939 – по наст. время)

Эрик Пианка (Eric Pianka) — американский биолог, эколог, герпетолог, ученик Р. МакАртура. Профессор зоологии Техасского университета. Широко известен своими исследованиям ящериц Австралии. Является одним из основоположников эволюционной экологии.

В настоящее время учеными выделяются основные периоды развития экологии.

Первый период — «наивной экологии» - с древности до 1866 г. Это подготовительный период, когда экология не выделялась как самостоятельная

наука, а ее методы и подходы развивались биологией, географией и др. науками. Характерная черта этого периода – отсутствие понятийного аппарата.

Второй период – с 1866 (определение «экологии» и оформление ее в качестве самостоятельной науки) по 1935 г. (концепция «экосистемы»). Развитие демэкологии, формирование дем- и синэкологии, вскрытие закономерностей реагирования видов животных или растений на воздействие абиотических факторов.

Третий период – с 1936 г. до начала 70-х годов – период экосистемных исследований, когда на передний план выступают вопросы изучения взаимоотношений популяций в биоценозах и функциональных процессов в экосистемах. Основой методологии становится системный подход. Основу (методологию) этого периода составляют шесть положений:

1. Оформление экологии как фундаментально-теоретической дисциплины.
2. Представление о преимущественно равновесных процессах в природе.
3. Синэкологический (биоценотический) подход.
4. Примат конкурентных взаимоотношений.
5. Малый «вес» эволюционных факторов в развитии экосистем и стремление к их классификации (т.е. признание дискретности экосистем).
6. Превалирование детерминированных (строго функциональных) представлений о взаимосвязи компонент в экосистемах.

Четвертый период (стохастическо-популяционный) – с начала 70-х до середины 80-х годов XX века. В это время шести «тезам» третьего периода были противопоставлены шесть «антитез»:

1. Трудности в выявлении каких-то общих законов развития сообщества.
2. Постоянные нарушения равновесных состояний.
3. Вновь возросший интерес к популяционным (демэкологическим) исследованиям.
4. Отказ от конкуренции как основного фактора формирования сообщества.
5. Изучение экосистем в их развитии (включая эволюционные факторы) и превалирование концепции континуума.

6. Возросшая роль случайных факторов (стохастических процессов) в обеспечении структуры и динамики экосистем.

Пятый период – последующие 15-20 лет, когда наметилась тенденция объединения представлений детерминировано-аутэкологического второго периода, детерминировано-синэкологического третьего и стохастически-популяционного четвертого периодов, что позволяет говорить о начале становления истинно системного подхода к изучению экологических систем и процессов (Розенберг и др., 2000).

Шестой период – последние 15-20 лет. Начало роста интереса в теоретической экологии к проблемам масштабирования (как пространства, так и времени).

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите имена ученых, чьи труды внесли вклад в первый период развития экологии.
2. Назовите авторов терминов «экосистема» и «биогеоценоз».
3. Перечислите имена ученых, внесших свой вклад в развитие популяционной экологии.
4. Дайте характеристику периодов развития экологии как науки.

2. Экология как фундаментальная наука

Термин «экология» (от греч. «ойкос» — дом, жилище, обиталище) предложил в 1866 г. Эрнст Геккель в капитальном двух томном труде «Всеобщая морфология организмов» для обозначения «общей науки об отношениях организмов с окружающей средой», куда мы относим в широком смысле все «условия существования».

Экология относится к числу фундаментальных подразделений биологии, исследующей фундаментальные свойства жизни надорганизменного уровня организации. Иными словами, экология изучает совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой обитания некое единство (систему), в пределах которого осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества.

Основной *объект исследования* в экологии — это экосистема в целом, как устойчивый комплекс популяций растений, животных и микроорганизмов и населяемой ими территории или акватории, включая прилегающий слой атмосферы, а также (в случае наземных или донных экосистем) подстилающий почву грунт и грунтовые воды, если они активно взаимодействуют с почвой, водной массой или с организмами (Федоров, Гильманов, 1980).

Таким образом, можно дать следующее определение экологии: ***экология — наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания.***

В современной экологии можно выделить *два основных подхода*: экосистемный и популяционный. *Экосистемный подход* направлен на изучение естественных совокупностей организмов (как правило, относящихся к разным трофическим уровням) и неживых компонентов среды, находящихся в тесной взаимосвязи. Эти совокупности (экосистемы) имеют довольно условные границы, определяемые, прежде всего, круговоротом основных биогенных элементов, рассматриваемым в определенном пространственно-временном масштабе. В пределах экосистемного подхода можно различать структурное

направление, уделяющее основное внимание изучению строения экосистем, и функциональное, делающее упор на изучении происходящих в экосистемах процессов.

Популяционный подход концентрирует основное внимание на изучении популяций — совокупностей особей одного вида, обитающих на определенной территории. Наиболее часто возникающие в рамках популяционного подхода вопросы связаны с выявлением факторов, ограничивающих распространение тех или иных популяций и рост их численности.

Экология как наука решает следующие *задачи*:

- 1) изучает закономерности взаимодействия организмов со средой их обитания;
- 2) изучает формирование, структуру и функционирование надорганизменных биологических систем (популяции, сообщества);
- 3) исследует законы и принципы взаимодействия надорганизменных биологических систем (популяции, сообщества) с окружающей средой.

Решение задач, стоящих перед экологией, позволит достичь поставленных перед ней целей. *Цели экологии* можно сформулировать следующим образом:

- 1) разработка оптимальных путей взаимодействия общества и природы с учетом законов существования природы;
- 2) прогнозирование последствий воздействия общества на природу с целью предотвращения негативных результатов.

Современная экология является комплексной наукой, включающей в себя знания биологии, географии, химии, математики и др. Методологической основой современной экологии является системный подход, особое направление исследований, ориентированное на изучение специфических характеристик сложноорганизованных объектов, многообразие связей между элементами, их разнокачественность и соподчинение.

Для решения задач, стоящих перед экологией, она использует следующие методы:

- полевые наблюдения;

- лабораторные эксперименты;
- моделирование.

Структура современной экологии, предложенная Н.Ф. Реймерсом (1994), в сокращенном виде представлена на рисунке 1.

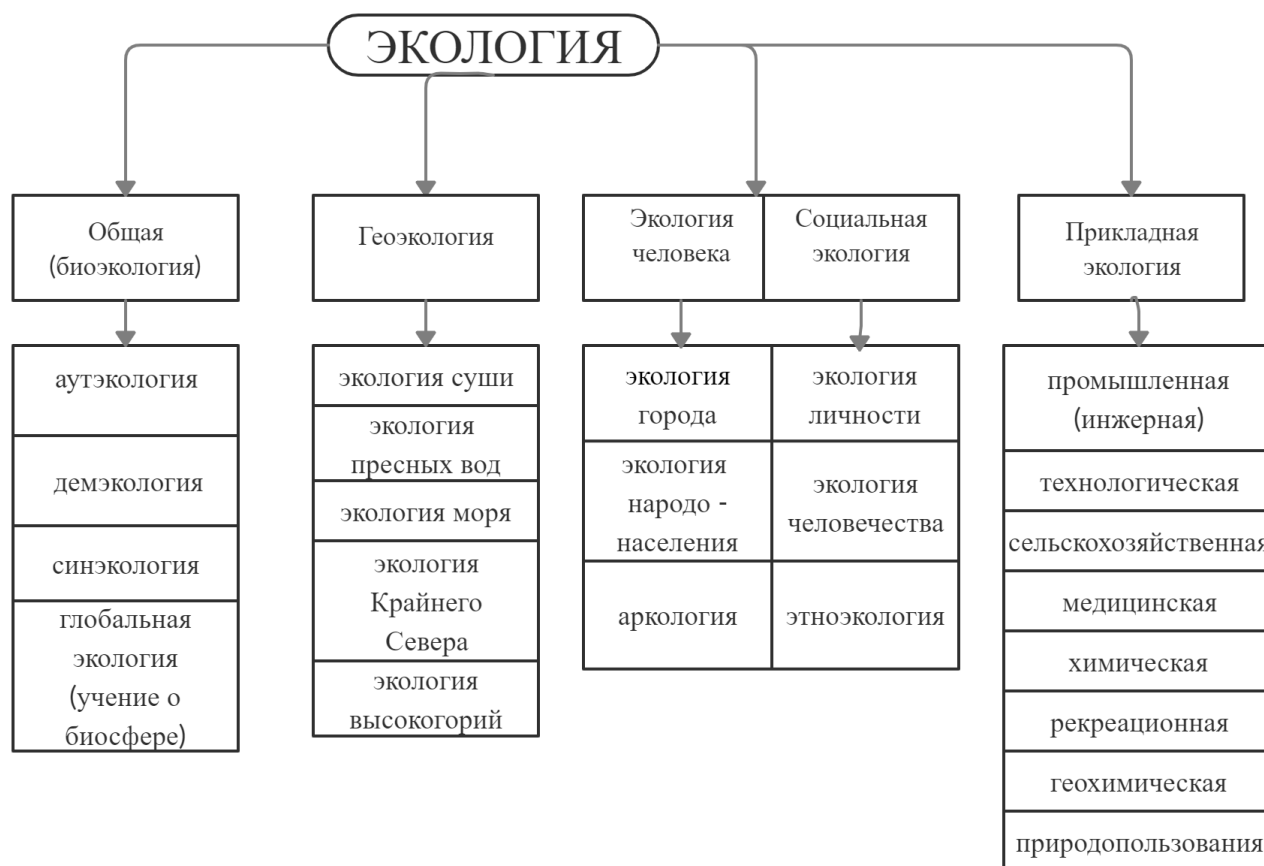


Рис. 1. Структура современной экологии (Н.Ф. Реймерс, 1994)

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение экологии как науки. Что является объектом её изучения?
2. Назовите и охарактеризуйте основные подходы и разделы экологии.
3. Сформулируйте цели и задачи экологии на современном этапе развития.
4. Методы экологической науки.

3. Основы общей экологии (биоэкологии)

В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

- *аутэкология (факториальная экология)* – изучает особенности реагирования и взаимодействия видов живых организмов с факторами окружающей среды.;
- *демэкология (популяционная экология)* – анализирует структуру и динамику популяций отдельных видов;
- *синэкология (экология сообществ)* – исследует состав и структуру сообществ и экосистем, а также прохождение через сообщества энергии, биогенных элементов и других веществ;
- *геоэкология* – изучает состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и антропогенно преобразованных экосистем высокого уровня организации (от биогеоценоза и выше).

3.1. Аутэкология

3.1.1. Среда обитания и экологические факторы

Среда обитания организма – это совокупность абиотических и биотических условий его жизни. Свойства среды постоянно меняются, и любое существо, чтобы выжить, приспосабливается к этим изменениям.

Воздействие среды воспринимается организмами посредством факторов среды, называемых экологическими.

Экологический фактор – это любой нерасчлняемый далее элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы хотя бы на любой стадии онтогенеза и вызывать у него специфическую приспособительную реакцию.

Выделяют следующие экологические факторы:

1) *Биотические факторы* – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания. Например, хищники регулируют численность своих жертв, животные-опылители влияют на цветковые растения и т. д.

2) *Абиотические факторы* – компоненты и явления неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы. Основными абиотическими факторами среды являются: температура, свет, вода, соленость, газовый состав воздуха, магнитное поле земли, почва.

3) *Антропогенные факторы* – деятельность человека, приводящая либо к прямому воздействию на живые организмы, либо к изменению условий их обитания. Так, продукты некоторых промышленных технологий и радиоактивные вещества способны не только изменить состав и режим атмосферы, гидросферы, литосферы и всей биосферы, но и уничтожить их.

3.1.2. Основные закономерности влияния на организм факторов среды

Существование и успех любого организма или любой группы организмов зависит от комплекса определенных условий. Любое условие, приближающееся к пределу толерантности (выносливости) или превышающее его, называется лимитирующим фактором. При стационарном состоянии лимитирующим будет то жизненно важное вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму. Эта концепция известна как «Закон минимума» Либиха. Идея заключается в том, что *выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей*, впервые была ясно показана в 1840 г. Ю. Либихом.

Он был первым, кто начал изучение влияния разнообразных факторов на рост растений, установив, что урожай культур часто лимитируется не теми элементами питания, которые требуются в больших количествах, такими, например, как двуокись углерода и вода (поскольку эти вещества обычно

присутствуют в среде в изобилии), а теми, которые требуются в ничтожнейших количествах (например, цинк), но которых в почве очень мало. Вывод Либиха о том, что *«рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве»*, стал известен как либиховский «закон минимума».

Лимитирующим фактором может быть не только недостаток, на что указывал Либих, но и избыток таких, например, факторов, как тепло, свет и вода. Следовательно, организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом; диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть *пределами толерантности*. Представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом ввел В. Шелфорд (Shelford, 1913), сформулировавший закон толерантности, который гласит, что *«Лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору»*. Графическое выражение закона В. Шелфорда представлено на рисунке 2.

Чтобы выразить относительную степень толерантности, в экологии существует ряд терминов:

Оптимум – максимально благоприятная область действия экологического фактора, в которой вид имеет наибольшую степень стойкости к изменениям окружающей среды.

Эврибионты – виды, обладающие широкой экологической валентностью (степенью приспособленности) к условиям среды. Многие наземные обитатели умеренных широт способны выдерживать большие сезонные колебания температуры.

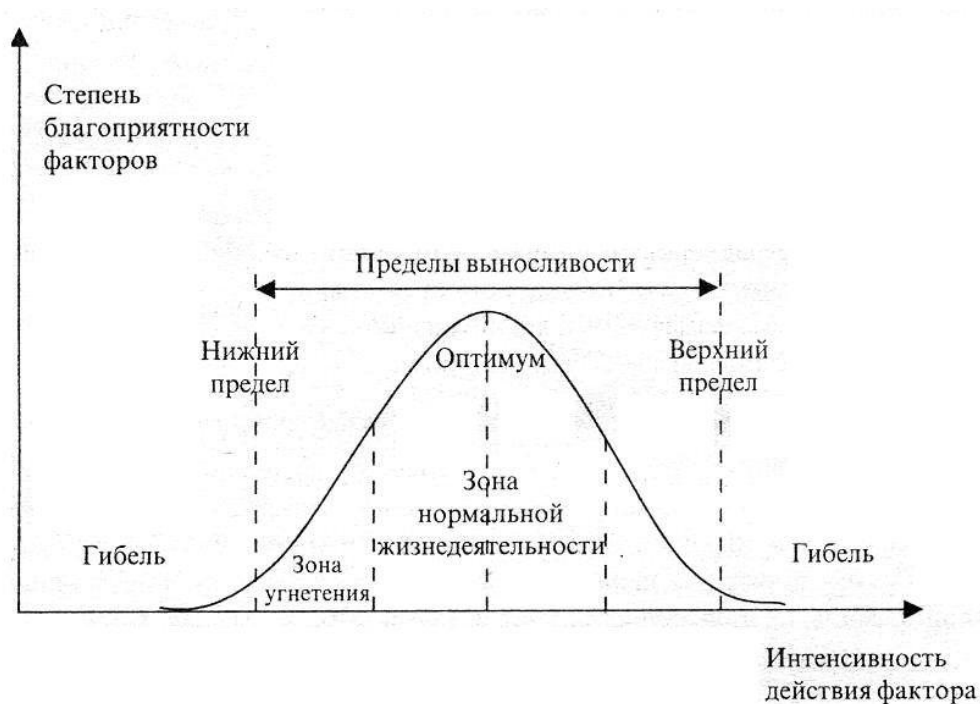


Рис. 2. Графическое изображение закона В. Шелфорда

Стенобионты – виды, обладающие узкой экологической валентностью (степенью приспособленности) к условиям среды.

Ю. Одум отмечает, что организмы не являются лишь рабами физических условий среды; они приспосабливаются сами и изменяют условия среды так, чтобы ослабить лимитирующее влияние температуры, света, влажности и других физических факторов.

Виды с широким географическим распространением почти всегда образуют адаптированные к местным условиям популяции, называемые *экотипами*. Их оптимумы и диапазоны толерантности соответствуют местным условиям.

В экологии существует еще несколько основных закономерностей, касающихся экологических факторов:

- *Закон (эффект) компенсации факторов (Рюбель, 1930)*. Отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован каким-либо другим близким (аналогичным) фактором.

- *Закон незаменимости фундаментальных факторов (Вильямс, 1949).*

Полное отсутствие в окружающей среде фундаментальных экологических (физиологических) факторов (света, воды, CO₂, O₂, питательных веществ) не может быть заменено (компенсировано) другими факторами.

- *Закон совокупного действия факторов (Митчерлих-Тинеман-Бауле, 1911)*

Величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже и лимитирующего, но от всей совокупности экологических факторов одновременно.

- *Правило взаимодействия факторов.* Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору могут смещаться в зависимости от того, в сочетании с какими другими факторами осуществляется воздействие.

Эффект взаимодействия факторов среды формирует «*комплексные градиенты*», под которыми подразумеваются группы экологических факторов, изменяющихся сопряжённо. Уиттекер (1980) писал, что экологических факторов, которые бы не объединялись в комплексные градиенты, нет.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое среда обитания? Понятие об экологических факторах.
2. Как называют совокупность факторов неорганической среды? Дайте характеристику этих факторов.
3. Как называют совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других?
4. Как называются экологические факторы, ограничивающие развитие организма? Законы минимума Ю. Либиха и толерантности В. Шелфорда.
5. Что понимается под диапазоном толерантности организма?
6. В чем сущность совокупного и изолированного действия экологических факторов? Закон В. Вильямса.

3.2. Демэкология

3.2.1. Основные характеристики популяций

Популяция – относительно изолированная совокупность особей одного вида, которая обладает собственным генофондом. Это минимальная

самовоспроизводящая панмиксическая группа особей одного вида, населяющая на протяжении длительного биологического времени (большого числа поколений) определенное пространство, образующая самостоятельную генетическую систему (генофонд), и формирующая собственную экологическую нишу (Тимофеев-Ресовский, Яблоков, Готов, 1973).

Количественные показатели популяций подразделяют на статические и динамические.

Статические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. К ним относятся численность, плотность и показатели структуры (половые и возрастные).

Динамические показатели характеризуют процессы, протекающие в популяции за определенный промежуток времени. Основными динамическими показателями являются рождаемость, смертность и скорость роста популяций.

Численность популяции – общее число особей одного вида, населяющих конкретную территорию. Численность популяции изменяется во времени (по годам, сезонам, от поколения к поколению) и зависит от внешних и внутренних факторов. Колебания численности особей в популяции были названы русским биологом С. С. Четвериковым «волнами жизни» в 1905 г. Волны жизни (наряду с генетическими мутациями, изоляцией и естественным отбором) рассматриваются в качестве элементарного эволюционного фактора. Волны жизни могут быть сезонными (периодическими), генетически обусловленными, и несезонными (апериодическими), обусловленными воздействием на популяцию различных факторов внешней среды. Протяженность волн жизни во времени пропорциональна продолжительности жизненного цикла организмов.

Занимаемые разными популяциями территории (ареалы) могут значительно отличаться друг от друга по площади, поэтому сравнивать популяции по абсолютному числу особей не всегда целесообразно. В таких случаях численность популяции выражают в виде плотности.

Плотность популяции – соотношение численности особей одного вида (или соответствующей ей биомассы) и площади или объема занимаемого популяцией (биомассой) пространства.

Рождаемость – число новых особей, появившихся за единицу времени вследствие размножения.

Выделяют два вида рождаемости:

- максимальную (абсолютную, или физиологическую) рождаемость – теоретически возможное количество особей, которые могут появиться на свет в идеальных экологических условиях при отсутствии каких-либо лимитирующих факторов, определяемое только физиологическими возможностями организмов;
- экологическую (реализуемую) рождаемость – количество особей, появившихся на свет за определенный период в конкретных экологических условиях.

Смертность – это количество особей в популяции, погибших за определенный период времени.

Различают:

- физиологическую смертность (гибель особи в идеальных условиях в результате физиологической старости);
- экологическую смертность (гибель особи в реальных условиях по различным причинам).

Различают половую, возрастную, генетическую, пространственную и экологическую структуру популяций.

Половая структура популяции – соотношение в популяции особей разного пола. Половая структура популяции формируется под воздействием генетических, физиологических и гормональных факторов. Кроме того, формирование пола особей некоторых видов зависит от условий среды, например от температуры эмбрионального развития.

Возрастная структура популяции – соотношение в составе популяции особей разного возраста. Возрастная структура – одна из самых важных характеристик популяции, так как она оказывает влияние на рождаемость и

смертность и определяет степень зрелости и стабильности популяции. Графически представить возрастную структуру популяции можно с помощью возрастной пирамиды (рис. 3) – линейчатой диаграммы, на которой изображается численность населения.

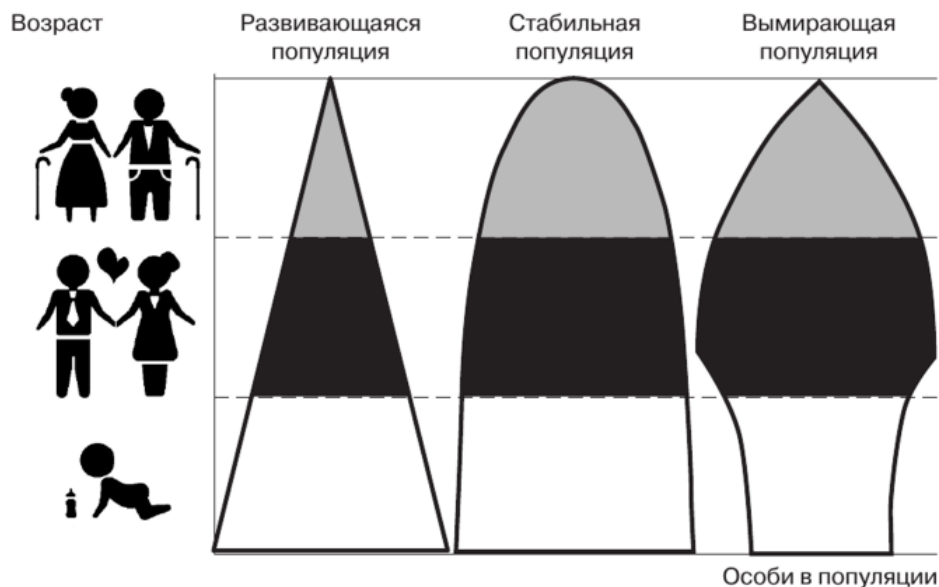


Рис. 3. Возрастные пирамиды популяций людей.

Генетическая структура популяции определяется изменчивостью и разнообразием генотипов, частотами вариаций отдельных генов (аллелей), а также разделением популяции на группы генетически близких особей, между которыми происходит постоянный обмен аллелями. Популяция должна быть генетически разнородной для того, чтобы обладать хорошей способностью подстраиваться под изменение условий среды обитания, снижая тем самым угрозу вымирания.

Пространственная структура популяции – это характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок на популяционной территории (в ареале). Пространственное распределение может быть случайным, групповым или равномерным.

Экологическая структура популяции – это подразделенность всякой популяции на группы особей, по-разному взаимодействующие с факторами окружающей среды.

В любой популяции существуют:

- группы, различающиеся по питанию;
- группы с разной двигательной активностью;
- группы, выполняющие разные функции.

В популяциях происходят постоянные изменения, вызванные необходимостью приспособления к изменяющимся условиям среды обитания. Изменение условий среды обитания влечет за собой изменение плотности популяции путем уравнивания в ней рождаемости и смертности в соответствии с емкостью среды.

Емкость среды – число особей или сообществ, потребности которых могут быть удовлетворены ресурсами данного местообитания без заметного ущерба для его дальнейшего состояния. Увеличение емкости среды ведет к увеличению численности популяции. Если же численность популяции начинает превышать емкость среды, число особей или сообществ снижается вследствие недостаточности ресурсов для их обеспечения. В конкретный момент времени численность популяции определяется соотношением рождаемости и смертности. Поскольку показатели рождаемости и смертности зависят от количества уже имеющихся в популяции особей, целесообразно использовать понятия «удельная рождаемость» и «удельная смертность», значения которых можно определить следующим образом:

$$b = \Delta N_n / \Delta t \cdot N_0$$

$$m = \Delta N_m / \Delta t \cdot N_0$$

где b – удельная рождаемость;

ΔN_n – число новых особей, появившихся за время Δt ;

N_0 – исходная численность популяции;

m – удельная смертность;

ΔN_m – число новых особей, погибших за время Δt .

Разность между величинами рождаемости и смертности называется биотическим, или репродуктивным, потенциалом.

Биотический (репродуктивный) потенциал – условный показатель специфической для данного вида скорости увеличения численности особей в популяции при отсутствии лимитирующих факторов. Таким образом, биотический потенциал определяется как:

$$b - m = \Delta N_n - \Delta N_m / \Delta t \cdot N_0 = \Delta N / \Delta t \cdot N_0$$

Максимально возможная рождаемость и минимально возможная смертность наблюдаются только в идеальных условиях. В реальных условиях всегда имеются факторы, препятствующие неограниченному росту численности популяции.

Совокупность этих факторов называется сопротивлением сред. Можно сказать, что *сопротивление среды* представляет собой разницу между биотическим потенциалом и реализованной численностью особей популяции.

Скорость естественного роста популяции в идеальных условиях (при отсутствии любых ограничений) характеризуется экспоненциальным законом (рис. 4, а).

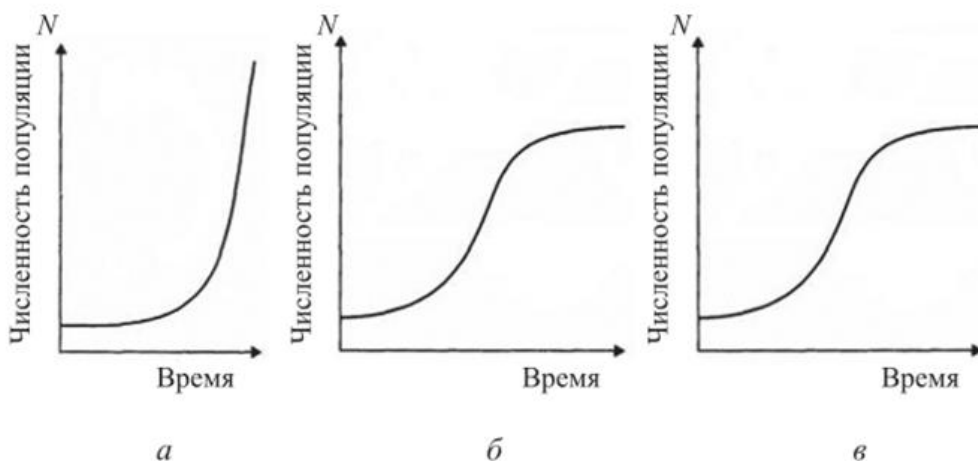


Рис. 4. Кривые численности популяций: а – экспоненциальная кривая; б – логистическая кривая; в – экспоненциальный рост и падение

В реальных условиях бесконечный рост популяции невозможен и рано или поздно прекращается из-за сопротивления среды, которое тем больше, чем больше численность популяции. При этом возможна стабилизация численности

популяции вблизи значения, соответствующего емкости среды (рис. 4, б), или массовая гибель особей после его достижения (рис. 4, в).

К факторам, обуславливающим колебания численности популяции, можно отнести: объем пищевых ресурсов; конкуренцию нескольких популяций из-за одного ресурса; взаимоотношения между популяциями хищников и жертв, хозяев и паразитов; внешние (абиотические) условия среды.

В целом все факторы, оказывающие влияние на изменение численности популяции, разделяют на две группы:

- не зависящие от плотности популяции;
- зависящие от плотности популяции (эти факторы называют также регуляторными или управляющими плотностью).

Несмотря на то, что в популяции происходят постоянные изменения, любая существующая долгое время популяция обладает устойчивостью. *Устойчивость популяции* – это способность последней находиться в состоянии динамического равновесия со средой. Для того чтобы популяция оставалась устойчивой, должны сохраняться:

- определенный уровень генетического разнообразия;
- свойственная для данной популяции совокупность экологических условий;
- эффективная численность популяции.

3.2.2. Межвидовые биотические связи в биоценозах

Взаимодействия популяций двух видов теоретически можно выразить в виде следующих комбинаций символов 00, --, ++, +0, -0 и +-. Три из них ++, -- и +- в свою очередь обычно подразделяются, и в результате мы получаем девять основных типов взаимодействий (табл.1).

К отрицательным типам взаимодействия обычно относят конкуренцию, аменсализм, паразитизм и хищничество, поскольку взаимовлияние не позволяет полностью раскрыть свои возможности каждому из видов.

Таблица 1

Анализ взаимодействий популяций двух видов

№	Тип взаимодействия	Виды		Общий характер взаимодействия	Пример
		1	2		
1	2	3	4	5	6
1.	Нейтрализм	0	0	Ни одна популяция не влияет на другую	Дятел и крот
2.	Интерференционная конкуренция	-	-	Прямое взаимное подавление обоих видов	Морские желуди на каменистых субстратах в прибрежной зоне
3.	Эксплуатационная конкуренция	-	-	Непрямое подавление при дефиците общего ресурса	Кузнечики, конкурирующие за пищу
4.	Аменсализм	-	0	Популяция (2) подавляет популяцию (1), но сама не испытывает отрицательного воздействия	Светолюбивые растения травы в лесу
5.	Паразитизм	+	-	Популяция паразита (1) состоит из меньших по величине особей, чем популяция хозяина (2)	Малярия, африканская сонная болезнь
6.	Хищничество	+	-	Особи хищников (1) обычно крупнее, чем особи жертв (2)	Лисицы, пауки
7.	Комменсализм	+	0	Популяция (1), комменсал, получает пользу от объединения; популяции (2) это объединение безразлично	Рыбы прилипалы
8.	Протокооперация	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно	Распространение семян растений птицами
9.	Мутуализм	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно	Бактерии в рубце жвачных животных

где: «0» означает отсутствие значимых взаимодействий;

«+» - улучшение роста, выживания и другие выгоды для популяции;

«-» - замедление роста и ухудшение других характеристик.

К *положительным* видам взаимодействия Ю. Одум относит комменсализм, протокооперацию и мутуализм.

Многие экологи считают, что в стабильных экосистемах отрицательные и положительные взаимодействия должны находиться в равновесии.

3.2.3. Экологические стратегии выживания

Экологическая стратегия выживания – это комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства.

В современной экологии большое значение имеет концепция *r*- и *K*-отбора, выдвинутая первоначально Мак-Артуром и Уилсоном (MacArthur, Wilson, 1967) и развитая Пианкой (Pianka, 1970).

Буквы относятся к параметрам логистического уравнения и означают, что *r*-отбор благоприятствует организмам с быстрым размножением, в то время как *K*-отбор – вносящим основной вклад в будущее популяции при её предельной плотности (*K*). Следовательно, данная концепция исходит из существовании двух противоположенных типов местообитаний: связанных с *r*- и *K*-отбором.

Под популяциями, подверженными *K*-отбору, подразумевают существующие либо в *неизменных*, либо в *предсказуемых* сезонных местообитаниях, подвергающихся только слабым воздействиям случайных колебаний параметров среды. Как следствие, возникают плотные популяции достаточно постоянного размера. Среди взрослых особей здесь наблюдается интенсивная конкуренция, результаты которой в значительной степени определяют их выживаемость и плодовитость. Молодь в таком густозаселенном местообитании также должна конкурировать за выживание и у неё мало шансов достичь половой зрелости. Эти местообитания в связи с интенсивной конкуренцией благоприятствуют размерам и родителей и потомства.

Следовательно, можно предполагать, что организм, сформированным *K*-отбором, присущи более крупный размер, отсрочка размножения, полицикличность (т.е. более растянутое во времени размножение), меньшая доля

ресурсов, направляемых на размножение, и более крупное (следовательно, и менее обильное) потомство, окруженное большей родительской заботой. В качестве примеров типичных К-стратегов можно привести слонов, тигров, человека.

У этих популяций благоприятные периоды быстрого роста в отсутствие конкуренции (либо при изменении параметров среды в благоприятную сторону, либо при заселении только что возникшего эфемерного, т.е. временного биотопа¹) перемежаются неблагоприятными периодами неизбежной гибели (либо при неожиданном ухудшении условий, либо при полном истощении или исчезновении эфемерного биотопа). Следовательно, смертность взрослых и молоди сильно и непредсказуемо колеблется и часто не связана с плотностью популяции, размером и состоянием отдельных организмов. Это местообитание нейтрально в отношении размера и родителей, и потомства.

В противоположность этому считают, что популяции, формируемые г-отбором, существуют в непредсказуемых и временных местообитаниях. Неудивительно, что для организмов, подверженных г-отбору, прогнозируется более мелкий размер, ускоренное созревание, более высокая доля ресурсов, направляемая на размножение, и более мелкое, (а, следовательно, и более многочисленное) потомство. Они мало расходуют на выживание, которое значительно колеблется в зависимости от непредсказуемых флуктуаций среды обитания. К г-стратегам относятся тли, бактерии.

Очевидно, что *r*-виды (точнее, виды, сформированные *r*-отбором) будут иметь преимущество на ранних этапах сукцессии², при заселении новых местообитаний, в молодых, не очень богатых видами сообществах, тогда как *K*-виды будут иметь преимущество в сложившихся зрелых сообществах, где для выживания любого вида определяющей является система биотических отношений.

¹ Биотоп – участок среды с более или менее однородными условиями существования, сформировавшимися в результате воздействия биоценоза на экотоп (см. разд. 4).

² Сукцессия (от лат. *successio* — преемственность, наследование) – постепенные необратимые изменения состава и структуры сообщества, вызываемые внутренними (автогенная сукцессия) или внешними (аллогенная сукцессия) причинами (Миркин и др, 1989)

Это представление возникло (MacArthur, Wilson, 1967) на основе различий между видами, способными быстро и успешно заселять относительно «свободные» острова (r -виды), и видами, процветающими на густонаселенных островах (K -виды).

Конечно, не следует забывать, что выделение r - и K -стратегий в чистом виде есть условность. На самом деле каждый существующий на земле вид организмов испытывал и испытывает некоторую комбинацию r - и K -отбора, т. е. оставляемые отбором особи должны обладать как достаточно высокой плодовитостью, так и достаточно развитой способностью выжить при наличии конкуренции и пресса хищников. Но ясно также, что за любое эволюционное приобретение организму приходится чем-то «расплачиваться». Наличие довольно жестких ограничений, накладываемых на каждый организм его физиологическими и морфологическими особенностями, не позволяет преуспевать ему одновременно по всем направлениям. Так, например, нельзя иметь очень высокую плодовитость, продуцируя при этом потомков крупных, хорошо защищенных и снабженных большим количеством питательных веществ. Между количеством и качеством потомков приходится выбирать: эти свойства оказываются альтернативными, давая тем самым исходный материал для дивергенции в направлении r - или K -стратегии.

Концепция r - и K -отбора позволяет выявлять разные типы стратегий и ранжировать виды по величинам r и K в пределах любой группы организмов, как таксономической (например, среди семейства сложноцветных или среди отряда грызунов), так и экологической (например, в сообществе луговой растительности или среди озерного зоопланктона).

Вопросы для самоконтроля

1. В чём состоят отрицательные взаимодействия между видами? Приведите примеры.
2. Какие межвидовые биотические взаимодействия в биоценозах являются положительными? Приведите примеры.
3. Что такое экологическая стратегия выживания и в чём заключается её суть?
4. Типы экологических стратегий выживания.

3.3. Синэкология

3.3.1. Концепция экологической ниши

Данная концепция возникла, как попытка дать всестороннее описание роли вида в сообществе, определяя все связи между популяциями, сообществом и данной экосистемой. В таком понимании ниша связывает между собой концепции популяции и сообщества, описывая, каким образом экологические объекты приспособляются друг к другу, образуя устойчивое функционирующее целое и позволяя понять, каким образом даже весьма различные сообщества могут походить друг на друга в самых существенных чертах своей организации.

Очевидно, что каждый из видов имеет свое собственное время пребывания и свое место в сообществе, отличающие его от других видов. В пределах каждого местообитания можно описать позицию вида в пространстве, времени и функциональные связи с природным сообществом, занимающим это местообитание. Позиция вида в сообществе в зависимости от других видов является его *экологической нишей*.

Таким образом, ниша – это термин, употребляемый для обозначения специализации популяции вида внутри сообщества.

В таблице 2 представлены виды экологических ниш и их вербальная характеристика.

Таблица 2

Основные модели экологической ниши

Модель экологической ниши	Автор	Трактовка
Пространственная ниша	Джозеф Гринелл (Joseph Grinnell), 1917	Гринелл понимал нишу как самую мелкую единицу распространения вида, как микроместообитание.
Трофическая ниша	Чарльз Элтон (Charles Elton), 1927	Элтон развивал представления Дарвина об образе жизни вида и его роли в сообществе. Здесь уже важен способ питания

Многомерная ниша	Джордж Хатчинсон (George Hutchinson), 1957	Хатчинсон считал, что ниша может быть определена некоторым числом переменных условий среды в пределах сообщества, к которым виды должны быть приспособлены. Эти переменные включают как биологические показатели, так и небиологические. Переменные служат осями, заключающими в себе абстрактное многомерное пространство, которое мы можем называть пространством ниши.
------------------	--	---

Экологическую нишу некоторые авторы (Пианка, 1981) определяют как *общую сумму адаптации организменной единицы* или как все разнообразные пути приспособления данной организменной единицы к определенной среде. Как и в случае термина «среда», мы можем говорить о нише особи, популяции или вида. Различие между окружающей средой и нишей организма состоит в том, что последняя отражает способность организма осваивать свою среду и подразумевает пути её фактического использования.

Большой вклад в развитие и уточнение концепции экологической ниши внес отечественный ученый Г.Ф. Гаузе. Представление о том, что два вида не могут длительно сосуществовать в одной нише, известно как *принцип конкурентного исключения Гаузе (1934)*. Он формулируется следующим образом: «*Два вида не могут существовать в одной и той же экологической нише, если их экологические потребности совпадают*».

Применяя этот принцип к сообществам, можно сделать следующие выводы: 1) Если два вида занимают одну и ту же экологическую нишу в одном стабильном сообществе, то один из них будет вымирать. 2) Нет двух видов в стабильном сообществе, которые являются прямыми конкурентами, ограниченными одним и тем же ресурсом. 3) Сообщество – это система взаимодействующих, дифференцированных по нишам видовых популяций, которые имеют тенденцию дополнять друг друга в большей мере, чем прямо конкурировать за использование пространства сообщества, времени, ресурсов и возможных типов взаимодействий.

В заключении можно отметить, что концепция ниши – абстракция, дающая нам возможность лучше представлять себе эволюционные и экологические факторы, воздействующие на биологию того или иного вида. Если известны фундаментальные ниши видов, входящих в данное сообщество, то можно делать предсказания относительно интенсивности конкуренции и её возможных исходов.

3.3.2. Биотические сообщества

Биотическое сообщество – совокупность видов, сосуществующих в пространстве и во времени (Бигон, Харпер, Таунсенд, 1988).

Критерии биотического сообщества:

- относительная определенность видового состава;
- совокупность взаимосвязей (трофических, топических, информационных) между видами;

- относительная определенность структуры

- относительная обособленность (пространственная и функциональная)

- коадаптация в ходе длительного сосуществования.

Эмерджентные свойства биотических сообществ:

- видовая структура и ее характеристики (трофическое разнообразие, выравниенность видов и видовое разнообразие);

- трофическая структура и ее характеристики: трофическое разнообразие, пищевые пирамиды численностей и биомасс;

- пространственно-временная структура и ее характеристики: сопряженность распределения видов, ярусность, мозаичность, сезонная и сукцессионная динамика;

- экологическая структура и ее характеристики: перекрывание пространственных, пищевых и временных экологических ниш видов.

3.3.3. Экосистема

Термин «экосистема» ввёл в 1935 году английский эколог Артур Джордж Тенсли (1871-1955), который утверждал, что экосистема является основной природной единицей на земной поверхности, для нее характерен биотический круговорот веществ с участием продуцентов, консументов, и редуцентов.

Экосистема, по А. Тенсли, – это *«совокупность комплексов организмов с комплексом физических факторов его окружения, т. е. факторов местообитания в широком смысле»*. Для экосистем характерен разного рода обмен не только между организмами, но и между организмами и средой их обитания, иначе называемый круговоротом веществ.

Экосистема – сообщество и его среда, рассматриваемые совместно как функциональная система, образующая единое целое и характеризующаяся присущими ей потоком энергии и круговоротом вещества (Уиттекер, 1980).

С точки зрения *трофической структуры* экосистему можно разделить на два яруса: 1) *верхний автотрофный* (самостоятельно питающийся) *ярус*, или «зеленый пояс», включающий растения и цианобактерии (сине-зеленые водоросли), содержащие хлорофилл, где преобладают фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений и накопление сложных органических соединений, и 2) *нижний гетеротрофный* (питаемый другими) *ярус*, или «коричневый пояс» почв и осадков, разлагающихся веществ, корней и т. д., в котором преобладают использование, трансформация и разложение сложных соединений.

С биологической точки зрения в составе экосистемы удобно выделять следующие компоненты: 1) *неорганические вещества* (C, N, CO₂, H₂O и др.), включающиеся в круговороты; 2) *органические соединения* (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т. д.), связывающие биотическую и абиотическую части; 3) *воздушную, водную и субстратную среду*, включающую *климатический режим* и другие физические факторы; 4) *продуцентов*, автотрофных организмов, к которым относятся зеленые растения и сине-зеленые водоросли, которые могут

производить пищу из простых неорганических веществ; 5) *консументов* – гетеротрофных организмов, питающихся продуцентами. Консументы первого порядка – растительноядные, консументы второго и более порядков – плотоядные; 6) *деструкторов или редуцентов* – организмов, разлагающих органические остатки до неорганического состояния. Редуценты осуществляют обратную связь в круговороте веществ. Это бактерии и грибы. Относятся либо к гетеротрофам, либо выделяются в отдельный класс организмов, осуществляющих обратную связь между органическим и неорганическим веществом.

Питаясь друг другом, живые организмы образуют *цепи питания*. Последовательность организмов, в которой каждый предыдущий организм служит пищей последующему, называется *пищевой цепью*. Каждое звено такой цепи представляет *трофический уровень*. В пищевой цепи редко бывает больше 4-5 трофических уровней.

Различают два типа пищевых цепей: *пастбищные (автотрофные)*, в которых в качестве первого звена выступают фотосинтезирующие организмы (трава – корова – человек; трава – заяц – лисица; фитопланктон – зоопланктон – окунь – щука), и *детритные (гетеротрофные)*, в которых первое звено представлено мёртвым органическим веществом, служащим пищей детритофагам (опавший лист – дождевой червь – скворец – сокол). Пищевые цепи в водных экосистемах, как правило, более длинные, чем в наземных. Примеры пищевых цепей приведены в таблице 3.

Поскольку большинство организмов имеет широкую диету (т.е. могут использовать в пищу организмы разных видов), то в реальных экосистемах функционируют не пищевые цепи, а *пищевые сети*. К примеру, тли поедаются личинками и жуками божьих коровок, пауками и даже насекомоядными птицами. Дуб является пищей для сотен членистоногих, нематод, паразитических грибов и т.д. Его желудками питаются птицы и мелкие млекопитающие. Это не исключает наличия некоторого количества монофагов, специализированных лишь на поедании лишь отдельных органов (завязей,

плодов, листьев и др.) растений одного вида. Формирование пищевых сетей – один из важных факторов повышения устойчивости экосистем. В таблице 3 представлены примеры пищевых цепей.

Таблица 3

Примеры пищевых цепей

Тип пищевой цепи	Трофический уровень					
	I	II	III	IV	V	VI
Пастбищная	Естественные экосистемы					
	растение	заяц	лисица	Беркут		
	фито-планктон (водоросли)	растительноядный зоопланктон (рачки, коловратки)	плотоядный зоопланктон (циклопы)	Плотва	окунь	щука
	Сельскохозяйственные экосистемы					
	пшеница	корова	человек			
	пшеница	человек				
Детритная	детрит	дождевой червь	скворец	Сокол		
	детрит	термит	муравей			

Различают *три типа* природных экосистем. *Первый тип* – наземные, или биомы³. Их классифицируют по типу растительности: тундра, тайга, широколиственные леса, степи, саванны, пустыни. *Второй тип* - пресноводные экосистемы. Их классифицируют по физическим свойствам воды: стоячие воды (озера, пруды, водохранилища); текущие воды (реки, ручьи); заболоченные угодья (болота, болотистые леса). *Третий тип* - морские экосистемы: открытый океан, эстуарии - прибрежные воды (бухты, лиманы, устья рек), глубоководные зоны мирового океана с высокой биомассой живых организмов

Несколько позже, в 1942 году русский ученый Владимир Николаевич Сукачёв (1880-1967) предложил термин «биогеоценоз». На рисунке 5 представлена схема биогеоценоза по В.Н. Сукачеву.

³ Биом – это крупная региональная или субконтинентальная биосистема, характеризующаяся каким-либо основным типом растительности или другой особенностью ландшафта (Ю. Одум, 1986).

Данное понятие было предложено В.Н. Сукачёвым первоначально в противовес понятию «экосистема», которое в соответствии с менталитетом науки того времени считалось буржуазным. Однако со временем стало очевидно, что понятие «биогеоценоз» не может заменить понятие «экосистема».

Биогеоценоз – однородный участок земной поверхности с определённым составом живых (биоценоз) и косных (приземный слой атмосферы, солнечная энергия, почва и др.) компонентов, объединённых обменом вещества и энергии в единый природный комплекс.

Биогеоценоз состоит из двух блоков: биоценоз и экотоп.

Биоценоз – исторически сложившееся сообщество взаимосвязанных организмов, живущих на каком-либо участке суши или водоёма. В состав биоценоза входит зооценоз, фитоценоз и микробоценоз, т.е. соответственно сообщество животных, растений и микроорганизмов.

Под *экотопом* понимается определённая территория или акватория со всем набором и особенностями грунта, климата и других факторов в неизменённом организмами виде. *Биотоп* – преобразованный биотой экотоп или, более точно, участок территории, однородный по условиям жизни для определённых видов растений или животных, или же для формирования определённого биоценоза.

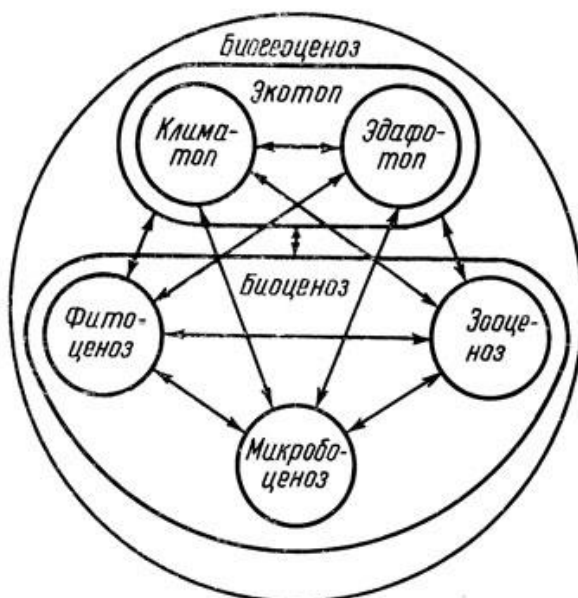


Рис. 5. Схема биогеоценоза по В.Н. Сукачеву

Большинство ученых, в частности Ю. Одум, не считают отличия между понятиями "биогеоценоз" и "экосистема" существенными и ставят знак равенства между приведенными понятиями, подразумевая под экосистемой биоценоз, образующий вкупе с биотопом (экотопом) биогеоценоз. Это оправданно еще и тем, что термин «экосистема» широко применяется в смежных науках, особенно природоохранного содержания.

Однако ряд российских ученых не разделяют этого мнения, видя определенные отличия биогеоценоза от экосистемы.

Различия между экосистемой и биогеоценозом можно свести к следующим положениям:

1) *биогеоценоз – понятие территориальное*, относится к конкретным участкам суши и имеет определенные границы, совпадающие с границами фитоценоза. Характерная особенность биогеоценоза, на которую указывают Н.В. Тимофеев-Ресовский и А.Н. Тюрюканов – через территорию биогеоценоза не проходит ни одна существенная биоценотическая, почвенно-геохимическая, геоморфологическая и микроклиматическая граница.

2) *понятие экосистемы шире, чем понятие биогеоценоза*, оно применимо к биологическим системам разной сложности и размеров; экосистемы часто не имеют определенного объема и строгих границ;

3) *в биогеоценозе органическое вещество всегда продуцируют растения*, поэтому основной компонент биогеоценоза – фитоценоз; в экосистемах органическое вещество не всегда создается живыми организмами, нередко поступает извне (приносится течением – озеро, море; вносится человеком – сельскохозяйственные угодья, переносится ветром или осадками – растительные остатки на эродированных склонах гор).

4) *биогеоценоз потенциально бессмертен*; существование экосистемы может закончиться с прекращением прихода в нее вещества или энергии.

5) *экосистема может быть и наземным и водным образованием*; биогеоценоз всегда наземная или мелководная экосистема.

б) в биогеоценозе всегда должен быть единый эдификатор⁴, определяющий всю жизнь и строй системы; в экосистеме их может быть несколько.

Таким образом, не каждая экосистема является биогеоценозом, но **каждый биогеоценоз – экосистема.**

Единой экосистемой нашей планеты является биосфера. Термин «биосфера» был предложен австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом в 1875 году, но фундаментальное учение о биосфере было создано академиком В.И. Вернадским.

Биосфера по В.И. Вернадскому — это «область существования живого вещества», т.е. область жизни на Земле. *Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.* В.И. Вернадский выделял в составе биосферы семь разных типов веществ.

Живое вещество – все количество живых организмов планеты как единое целое.

Косное вещество – неживые тела, образующиеся в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов. (породы магматического и метаморфического происхождения)

Биокосное вещество – представляют собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почвы, илы)

Биогенное вещество – неживые вещества, образующиеся в результате жизнедеятельности живых организмов (некоторые осадочные породы: мел, известняк, нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы)

Радиоактивное вещество – атомы радиоактивных элементов (уран, торий, радий, радон)

Рассеянные атомы – отдельные атомы элементов, встречающиеся в природе в рассеянном состоянии (Mn, Co, Zn, Cu, Au)

Вещество космического происхождения – вещество, поступающее на поверхность Земли из космоса (метеориты, космическая пыль).

⁴ Эдификатор – вид, который своей жизнедеятельностью в наибольшей степени формируют среду обитания, предопределяя существование других организмов.

Одним из условий, обеспечивающих устойчивость биосферы, помимо многообразия живых организмов, является наличие круговорота веществ в биосфере.

Круговорот веществ – многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере.

В зависимости от движущей силы выделяют геологический, биологический и антропогенный круговороты. До происхождения человека на Земле осуществлялись только первые два.

Геологический круговорот (большой круговорот веществ в природе) – круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы. Круговорот воды и циркуляция атмосферы.

Биологический (биогеохимический) круговорот (малый круговорот веществ в биосфере) – круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность живых организмов.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части:

1. *Резервный фонд* - это часть вещества, не связанная с живыми организмами;
2. *Обменный фонд* - значительно меньшая часть вещества, которая связана прямым обменом между организмами и их непосредственным окружением.

В зависимости от расположения резервного фонда биогеохимические круговороты можно разделить на два типа:

1. *Круговороты газового типа* с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота);
2. *Круговороты осадочного типа* с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа).

Антропогенный круговорот – круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность человека.

Имеет следующие особенности:

1. Отличается от биотического своей *не замкнутостью*;
2. Изменяет общепланетарный круговорот веществ, резко ускоряя его;

3. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, а на выходе – производственные и бытовые отходы.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологическая ниша?
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные модели экологической ниши.
3. В чём причина конкурентной борьбы за экологическую нишу и суть принципа Гаузе?
4. Значение концепции экологической ниши для экологии?
5. Что понимается под экосистемой?
6. Пищевые взаимоотношения организмов и трофическая структура экосистемы.
7. Какие три типа природных экосистем принято выделять?
8. Понятие биогеоценоза и его структура.
9. Назовите основные отличия биогеоценоза от экосистемы.
10. Какие типы веществ в биосфере выделял В.И. Вернадский?
11. Охарактеризуйте основные виды круговоротов веществ в биосфере.

4. Основы геоэкологии

Зарождение геоэкологии связывают с именем немецкого географа Карла Тролля (1899-1975), который ещё в 1930-х гг. понимал под ней одну из ветвей естествознания, объединяющую экологические и географические исследования в изучении экосистем. По его мнению, термины «геоэкология» и «ландшафтная экология» являются синонимами. В России широкое использование термина «геоэкология» началось с 1970-х гг., после упоминания его известным советским географом В.Б. Сочавой (Ямковой, 2013). Впервые термин «геоэкология» был опубликован в 1966 г.

В настоящее время **геоэкологию** рассматривают как междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов (Ясманов, 2003, Голубев, 2013).

Объект изучения геоэкологии – географическая среда как часть географической оболочки, преобразованная человеком. *Предмет* геоэкологии – изучение природных и природно-антропогенных геосистем различного иерархического уровня на основе гуманитарно-экологического подхода.

Геоэкология является теоретической и методологической основой рационального природопользования, она призвана решать проблемы, связанные с созданием и сохранением оптимальной среды жизнедеятельности человеческого общества при минимальных изменениях окружающей среды.

Основная *цель* геоэкологии – сведение к минимуму негативных последствий разнообразной эксплуатации природы человеческим обществом.

Основные *задачи* геоэкологии:

- изучение природных и природно-техногенных геосистем различного иерархического уровня с целью оптимизации их функционирования, динамики и эволюции;

- исследование источников антропогенного воздействия на природную среду, их интенсивности и пространственно-временного распределения;

-изучение проблем организации и проведения мониторинга окружающей среды;

- оценка, моделирование и прогноз последствий антропогенных воздействий на глобальном, региональном и локальном уровнях;

-геоэкологическое исследование устойчивости природной среды, которая подвергается антропогенному воздействию;

-разработка рекомендаций по сохранению целостности географической среды путем оптимизации хозяйственной деятельности человеческого общества и регламентации ресурсопотребления.

Для решения задач геоэкологии используются следующие *методы*.

1. *Теоретические методы*. Обобщение эмпирических фактов вплоть до формирования законов и теорий совершается на теоретическом уровне с использованием абстрагирования, анализа, синтеза, правил абстрактной логики, теории подобия и аналогии, а также различных общенаучных и конкретно-научных принципов и методов.

2. *Метод аналогии* заключается в подборе геоэкологическому объекту или процессу аналога в другой системе, которая достаточно изучена, и знания о нем переносят на изучаемый геоэкологический объект.

3. *Информационный анализ*. Многие исследования строятся на основе представлений о передаче информации в географической среде. Процессы, происходящие в одних объектах, отображаются в других – в их составе и структуре, распределении вещества и энергии. Поэтому по характеристикам одних объектов можно судить о других. Следует отметить, что в геосистемах происходит не только передача информации, но и ее накопление, перекодирование. Информация, передаваемая в геосистемах, овеществляется в их структуре, т. е. характере распределения элементов, вещества, в пространственно-временной неоднородности геосистем. Таким образом, структура – это зафиксированная история процессов или записанная информация о событиях.

4. *Структурный анализ.* Ключевым понятием этого типа анализа является обратная связь. Различают положительные и отрицательные обратные связи. Первые усиливают внешнее воздействие на объект, вторые способствуют погашению внешних воздействий. Сочетание положительных и отрицательных обратных связей, наблюдающихся в геосистемах, приводит к возникновению сложных «цепных реакций», к формированию свойств геосистем, которые невозможно объяснить и предсказать с помощью других видов анализа.

5. *Позиционный анализ.* Инструментом геоэкологического анализа все чаще становится позиционный подход, в основе которого находится определение положения или позиции геоэкологического объекта относительно потоков вещества и энергии, энергетических полей, природных или антропогенных тел.

6. *Принцип всеобщей связи явлений* является одним из самых универсальных принципов, устанавливающий невозможность независимого существования явлений на земной поверхности. Он ориентирует исследователя на поиски причин явлений, а знание причин позволяет более успешно осуществлять прогноз и регулировать функционирование геосистем. Частное выражение принципа – принцип целостности географической среды: изменение любой ее части приводит к изменению всех других, хотя изменения в этой цепи происходят неравномерно в пространстве и во времени. Взаимодействия порождают эффект эмерджентности – появление у взаимодействующих объектов новых свойств, отсутствующих у каждого из них в отдельности.

7. *Принцип историзма* определяет необходимость рассмотрения взаимодействия природы и общества с учетом истории его развития, позволяет на основе анализа современной картины окружающей среды воспроизводить ее условия в прошлом.

8. *Экологический принцип* выделяет «субъект рассмотрения» - природную или природно-антропогенную геосистему любого ранга (атмосферу, океан, почву, систему влагооборота). Объектом (средой) является все то, что влияет на состояние субъекта.

9. *Эксперименты* – методы геоэкологии, к числу которых относятся:

- натурные эксперименты, связанные с организацией направленных воздействий на природные или природно-антропогенные геосистемы и изучением их реакций;

- модельные эксперименты, которые осуществляют на аналогах определенных природных или природно-антропогенных геосистем в лаборатории или на компьютере.

10. Моделирование. Модель – это упрощенное воспроизведение изучаемого объекта в виде физической конструкции, совокупности математических формул, карты, блок-диаграммы и др. Построение моделей является вынужденной мерой, обусловленной невозможностью исследовать реальный объект во всей его сложности. Геоэкологическая модель всегда меньше по размерам реального объекта.

Сложность устройства окружающей среды значительно ограничивает возможность использования физических конструкций для воспроизведения процессов. Гораздо более эффективны математические модели, позволяющие воспроизводить процессы при учете разных факторов,

В ходе изучения геоэкологических объектов модель выполняет различные функции: нормативную, собирательную, эталонную, систематизирующую, объяснительную, конструктивную, коммуникативную, прогнозирующую и др.

11. Мониторинг – система наблюдений, оценки и контроля за состоянием окружающей человека природной средой с целью разработки мероприятий по ее охране, рациональному использованию природных ресурсов и предупреждению о критических ситуациях, вредных или опасных для здоровья людей, за существованием живых организмов и их сообществ, природных объектов и комплексов, прогнозирования масштабов неизбежных изменений. В настоящее время классы, или уровни, мониторинга выделяются либо в соответствии с пространственно-временными параметрами контролируемых процессов (при этом выделяют три класса систем мониторинга – локальный, региональный, глобальный), либо в соответствии с целями контроля (предполагают выделять три уровня – биоэкологический (санитарно-гигиенический), геоэкологический

(геосистемный) и биосферный. Кроме этого, мониторинг различают по методам ведения и объектам наблюдения (авиационный, космический, окружающей среды и др.).

12. *Картографический метод* позволяет воспроизвести основные геоэкологические объекты и явления в естественной пространственной последовательности. В целом картографический метод исследования заключается в использовании карт с целью познания отраженных на них объектов и явлений: получения сведений (качественных и количественных характеристик), изучения взаимосвязей и взаимозависимостей, установления их динамики и эволюции, составления прогнозов.

В геоэкологии картографическому методу исследования по праву принадлежит важная роль, ибо анализ строения и динамики географической среды в значительной степени производится по картам. Собственно геоэкологическое картографирование образует новое направление в тематическом картографировании, главная цель которого – системное отображение взаимоотношений общества и природы.

13. *Геохимический метод* используется в геоэкологии для изучения особенностей круговорота, миграции, пространственного распространения химических элементов в географической среде. Он является одним из важнейших методов по определению уровня и возможностей загрязнения геосистем антропогенными воздействиями: промышленными и автомобильными выбросами, внесенными на поля минеральными удобрениями и т. п.

14. *Геофизический метод* предполагает изучение геосистем физическими методами. В центре внимания этого метода находится изучение энерго- и массообмена, связывающего геосистемы в единое целое. Уровень современной физики с помощью применения сложных приборов позволяет определять радиационные и тепловые условия подстилающей поверхности, условия увлажнения, термический и водный режим почв, продуктивность биоценозов и т. д.

15. В геоэкологических исследованиях нашли широкое применение *географические информационные системы (ГИС)* – системы автоматизированного сбора, хранения, преобразования и предоставления географической информации, реализованные на ПЭВМ, которые различаются по охвату обслуживаемой территории (глобальные, международные, региональные, национальные, областные и локальные); по проблемной ориентации и цели (охрана природной среды и управление природопользованием).

Все ГИС разделяются на три основные группы:

1. самостоятельно добывающие первичную информацию и выпускающие ее в виде сводок или баз данных
2. аккумулирующие поступающую информацию, перерабатывающие ее и выдающие в различной форме
3. собирающие опубликованную информацию и обслуживающие потребителей.

16. *Геоэкологическое прогнозирование* – это научно обоснованное суждение о будущем географической среды на основе оценок ее прошлого и настоящего состояний в целях принятия практических решений по ее рациональному использованию. Главная задача геоэкологического прогнозирования состоит в геоэкологическом обосновании долгосрочного развития народного хозяйства в его региональном аспекте, а главная общая для геоэкологов научная проблема – предвидение изменений окружающей среды в естественных и техногенных условиях.

Пространственные или территориальные единицы прогнозирования могут быть локальными, региональными и глобальными. По направленности действий все прогнозы можно разделить на два класса:

- поисковые (исследовательские), в процессе которых выявляются тенденции развития и возможное состояние объекта в будущем, факторы, его ограничивающие или активизирующие, новые возможные пути развития
- нормативные (программные, проектные или целевые) - основная задача которых – определение набора и последовательности управленческих

мероприятий, необходимых для нейтрализации неблагоприятной природной и социально-экономической ситуации, выявленной в процессе поискового прогноза.

Все общемировые геоэкологические проблемы разделяют на две большие категории: глобальные и универсальные проблемы. Глобальные проблемы охватывают всю экосферу в целом, но могут проявляться по-разному в различных районах мира (например, разрушение озонового слоя Земли). Универсальные проблемы многократно повторяются, в определенных модификациях, складываясь в общемировую проблему (например, деградация почв).

Вопросы для самоконтроля.

1. Дайте определение геоэкологии. Что является объектом и предметом её изучения?
2. Сформулируйте цели и задачи геоэкологии.
3. Перечислите методы геоэкологии.
4. Дайте характеристику геоэкологического прогнозирования.

5. Экология человека и социальная экология

В сумму экологических знаний несколько отдельно от традиционной биоэкологии входит **экология человека** - комплексная наука, призванная изучать закономерности взаимодействия людей с окружающей средой, вопросы развития народонаселения, сохранения и развития здоровья людей, совершенствования физических и психических возможностей человека.

Термин «экология человека» в 1921 году ввели американские социологи Эрнст Берджесс и Роберт Парк, исследуя поведение населения в городской среде.

Согласно современным источникам, предметом изучения экология человека являются антропоэкосистемы различного уровня – от глобального до локального и микролокального. Вся планета Земля с ее воздушной оболочкой и ближайшим космосом может быть объектом изучения экологии человека.

Цель экологии человека – обеспечить общество соответствующей информацией, способствующей оптимизации жизненной среды человека и процессов, протекающих в самом человеке как биологическом и одновременно социальном существе, человеческом обществе и среде обитания человека и общества.

Практическая задача экологии человека – создание на всей территории страны здоровой, экологически чистой, безопасной и социально комфортной среды обитания человека.

Социальная экология рассматривается большинством ученых как часть экологии человека, представляющая собой объединение научных отраслей, изучающих взаимоотношения в системе «общество-природа», а также взаимодействие и взаимосвязи общественных групп (начиная с семьи и других малых общественных групп) с природной и социальной средой их окружения.

Основной задачей социальной экологии является изучение механизмов воздействия человека на окружающую среду и тех преобразований в ней, которые выступают результатом человеческой деятельности.

Проблемы социальной экологии в основном сводятся к трем основным группам:

- **планетарного масштаба** – глобальный прогноз на население и ресурсы в условиях интенсивного промышленного развития (глобальная экология) и определение путей дальнейшего развития цивилизации;
- **регионального масштаба** – изучение состояния отдельных экосистем на уровне регионов и районов (региональная экология);
- **микромасштаба** – изучение основных характеристик и параметров городских условий жизни (экология города или социология города).

5.1 Природа адаптивности и адаптивные экотипы человека

Человек как вид характеризуется огромной изменчивостью морфологических и физиологических признаков. Можно предположить, что изменчивость в человеческих популяциях нарастала по мере заселения земного шара. Также можно говорить о различных возможностях приспособления к географической среде обитания.

Адаптивный тип независим от расовой и этнической принадлежности. В одних и тех же геоклиматических условиях разные по происхождению группы имеют одно и то же направление приспособительных реакций, так же как в различных условиях обитания близкие в генетическом отношении группы демонстрируют морфофункциональные различия в соответствии с воздействием окружающей среды.

Адаптивные типы, проявляясь в пределах вида *Homo sapiens*, не представляют собой экологически специализированных форм, они выражаются в виде тенденции к изменению физиологических и морфологических черт в направлении, наиболее благоприятном для существования в определенной среде и не препятствующем возможности существования в других экологических нишах.

Адаптивный тип – это определенная норма реакции на преобладающие условия обитания.

Норма реакции проявляется в развитии комплекса признаков, обеспечивающих лучшую биологическую приспособляемость человека к определенной физической среде:

1. *морфофункциональные;*
2. *биохимические;*
3. *иммунологические.*

В комплекс адаптивных признаков включают:

1. общие признаки:
 - а) костно-мышечная масса тела;
 - б) количество иммунных белков в сыворотке крови;
2. специфические признаки в каком-либо регионе обусловлены:
 - а) гипоксией (недостаток кислорода);
 - б) жарой;
 - в) холодом и т.д.

Общие элементы обеспечивают повышение сопротивляемости организма к неблагоприятным условиям среды, а сочетание специфических признаков определяет формирование адаптивного типа человека.

Выделяют следующие адаптивные типы людей (Алексеева Т.И., 1998):

1) Тропический адаптивный тип

Формируется под влиянием жаркого и влажного климата и характеризуется:

- а) уменьшение массы тела;
- б) удлинение конечностей;
- в) уменьшение окружности грудной клетки;
- г) интенсивное потоотделение;
- д) пониженная концентрация холестерина в крови;
- е) пониженный обмен веществ и синтез жиров.

Данный адаптивный тип характеризует большую часть населения планеты, поэтому для него характерна исключительно широкая вариабельность в расовом, этническом, экономическом отношениях.

2) Аридный адаптивный тип

- а) высокий рост и малая масса тела;
- б) понижение кровяного давления
- в) повышение уровня гемоглобина и гематокрита
- г) понижение метаболической активности и увеличение удельной поверхности испарения.

3) Высокогорный адаптивный тип.

Основную роль в формировании данного типа играет средовой фактор – гипоксия. Признаки данного типа:

- а) удлиненные трубчатые кости скелета;
- б) расширение грудной клетки;
- в) увеличенное содержание в крови эритроцитов и гемоглобина;
- г) повышенный уровень основного обмена

У коренных жителей Перу количество эритроцитов увеличено на 30 % в сравнении с лицами, живущими на уровне моря.

4) Адаптивный тип умеренного пояса

Занимает промежуточное положение между арктическим и тропическим. Биологические механизмы данного типа определить весьма трудно, т.к. большая часть населения проживает в промышленно развитых странах с большей долей городского населения, что резко уменьшает прямое влияние факторов естественной среды на население. Температура и влажность воздуха не достигают экстремальных величин, хорошо выражен сезонный ритм биоклиматических условий.

Повышена масса и плотность тела, укорочены ноги, массивная грудная клетка, особенно у женщин. Теплопродукция выше, чем в тропиках, но ниже, чем в Арктике, скорость метаболизма средняя между тропиками и Арктикой.

5) Континентальный адаптивный тип

Характеристики данного адаптивного типа: широкие плечи и таз, повышенная масса и плотность тела, плоская грудная клетка, массивный скелет, сильно развитая мускулатура, минерализация скелета понижена, теплопродукция повышена, выше скорость основного обмена, уровень гемоглобина как у арктического типа, уровень белков и липидов схож с умеренным типом

б) Арктический адаптивный тип

В его формировании решающую роль оказали холодный климат и преимущественно животная пища, люди данного типа отличаются:

- а) сильно развитой костно-мускульной системой тела;
- б) широкой грудной клеткой;
- в) высоким уровнем гемоглобина в крови;
- г) усиленным энергетическим обменом;
- д) стабильностью показателей в условиях переохлаждения.

При переохлаждении у канадских индейцев резко падает температура кожи, но уровень обмена веществ меняется незначительно, а у европейского населения, наоборот, наблюдается меньшая степень снижения кожной температуры, но интенсивнее становится обмен веществ, который проявляется в сильной дрожи.

Адаптивные типы формировались независимо от расы и только в связи с приспособлением к конкретным условиям среды, а также на основе приспособительных механизмов вида, определяемых генофондом *Homo sapiens*.

Существование адаптивных типов свидетельствует о значительной экологической пластичности человека, которая была основной предпосылкой расселения человека на планете.

В практической деятельности врача непременно учитываются диапазон адаптивных свойств человека, его функциональные резервы, факторы, влияющие на физиологические перестройки и границы допустимости их воздействия на человека, а также механизмы, вызывающие нарушение функций. Несмотря на то, что все люди принадлежат к одному виду они обладают сугубо индивидуальными качествами, в т.ч. и разными адаптационными возможностями.

Это должно учитываться и в медицинской практике и обеспечиваться индивидуальным подходом к каждому пациенту.

5.2. Этногеномика и персонализированная медицина

Этногеномика – это раздел популяционной генетики, изучающий особенности геномного полиморфизма и геномного разнообразия отдельных популяций, этносов и реконструкция на этой основе их генетической истории.

Огромное множество полиморфных ДНК-маркёров, выявленных при расшифровке генома человека, стало мощным инструментом для описания на новом уровне генетических особенностей народов; восстановления истории их формирования, а также становления человека как биологического вида в целом.

В настоящее время для изучения генофонда и генетической истории популяций человека наиболее широко применяют однонуклеотидные замены (SNPs) микросателлиты (STR) и Alu-повторы. Особую роль играют маркёры митохондриальной ДНК и ДНК Y-хромосомы, поскольку они позволяют проследить генетическую историю человечества отдельно по женской и мужской линиям. Это дает возможности проследить и сопоставить историю женской и мужской части популяции и оценить их вклад в популяционный генофонд.

Идея персонализации, т.е. понимание необходимости индивидуального подхода к каждому пациенту, существовала с самого начала развития медицины. Еще Гиппократ говорил, что необходимо «давать разные лекарства разным пациентам; что хорошо для одного, может не быть полезным для другого». Эта мысль в различных вариациях проходит через всё развитие медицины, подчеркивая необходимость «лечить не болезнь, а больного», давать пациенту «правильное, то есть нужное именно ему лекарство в правильных дозах». Для этого врачи вплоть до последнего десятилетия ориентировались помимо основного диагноза на единственно доступные индивидуальные характеристики пациентов, такие как возраст, масса тела, сопутствующие заболевания, биохимические показатели, семейный анамнез, позволяющий оценить риск

наследственной заболеваемости. В течение курса лечения прослеживали его эффективность для каждого пациента, т.е. осуществляли мониторинг на основании доступных клинических, а впоследствии и лабораторных критериев с возможной коррекцией путём эмпирических попыток изменения схем лечения. Описанный подход – клинический мониторинг – широко распространён на практике и в настоящее время.

Персонализированную медицину определяют как *«быстро развивающуюся область здравоохранения, основанную на интегрированном, координированном и индивидуальном для каждого пациента подходе к анализу возникновения и течения заболевания»*.

Согласно определению Совета по развитию науки и техники при президенте США, персонализированная медицина подразумевает *«адаптацию терапевтического лечения к индивидуальным особенностям каждого пациента, чтобы выделить субпопуляции, отличающиеся по своей предрасположенности к определённому заболеванию или их ответу на конкретное лечение»*. Профилактическое или терапевтическое лечение можно затем использовать для тех, кому оно принесёт пользу, экономя расходы и избавляя от побочных эффектов тех, кому это лечение не принесет пользы.

Цель персонализированной медицины состоит в том, чтобы «найти подходящий лекарственный препарат для конкретного больного, и в некоторых случаях даже разработать схему лечения пациента в соответствии с его индивидуальными данными». Необходимость этого обусловлена тем, что традиционные, создаваемые для лечения конкретного заболевания лекарственные препараты, оказываются неэффективными для 30-60% пациентов наряду с высокой частотой возникновения побочных эффектов.

Основные подходы персонализированной медицины включают в себя следующие направления:

1. предсказания на основе геномных данных вероятности возникновения того или иного заболевания с последующей разработкой профилактической индивидуальной схемы;

2. переход от традиционной клинической к персонализированной диагностик заболевания с учётом индивидуальных показателей пациента, в т.ч. биомаркёров различной молекулярной природы, с последующим сохранением биоматериала в течении всей его жизни;

3. выбор тактики лечения с учетом индивидуальных показателей пациентов, в том числе мониторинг лечения посредством биомаркёров, так называемая тераностика⁵;

4. фармакологические аспекты, включающие индивидуальный подбор лекарственных средств путем сочетания геномных предсказаний и терапевтического лекарственного мониторинга.

Решающим шагом в создании персонализированной медицины стала расшифровка генома человека. Появилась возможность получать научную информацию об индивидуальных особенностях конкретного пациента, что позволяет определять характер возникновения и течения заболевания, а также реакцию на определенные виды лечения.

Следует полагать, что большинство перспективных исследований в области персонализированной медицины будут основаны на данных постгеномных технологий – протеомики, транскриптомики⁶, метаболомики⁷.

5.3 Здоровье человека и факторы риска

Здоровье является состоянием полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствием болезней и физических дефектов. Это определение приводится в Преамбуле к Уставу Всемирной организации здравоохранения, принятому Международной конференцией здравоохранения (Нью-Йорк, 1946).

⁵ Тераностика – новый подход, заключающийся в одновременном создании медицинского препарата и средств ранней диагностики соответствующего заболевания.

⁶ Транскриптомика – дисциплина, изучающая всю совокупность транскрибируемых последовательностей (мРНК, рРНК и тРНК, разнообразные малые некодирующие РНК), а также происходящие с ними процессы (Васильев Г.В.).

⁷ Метаболомика – изучение полного состава метаболитов, продуцируемых данным видом во всех его тканях и на всех стадиях роста.

Состояние здоровья населения все чаще признается показателем конечного экологического эффекта воздействия природных и антропогенных факторов на людей. При этом имеются ввиду как негативные, так и позитивные и защитные взаимодействия. Существует много определений и моделей здоровья, но нет одной общепринятой. Приведем лишь одну из последних (рис. 6), предложенную голландским ученым С. Varkevisser (1995), которая хотя и весьма схематична, но дает четкое представление о широте спектра подлежащих рассмотрению и оценке взаимодействий. Следует иметь в виду, что в понятие физическая среда в данной модели автором, как очевидно, включены не только природные, но и антропогенные физические и химические факторы. К сожалению, по ряду причин (определяемых уровнем современных знаний, состоянием экологической и медицинской статистики, степенью доступности необходимой информации и др.) не все эти взаимодействия могут быть исследованы и оценены с достаточной полнотой, прежде всего в количественном отношении.

Необходимо помнить, что на состояние индивидуального и общественного (популяционного) здоровья и заболеваемость населения могут оказывать прямое и косвенное (опосредованное) влияние десятки (если не сотни) тысяч факторов риска.

Фактор риска – общее название факторов, не являющихся непосредственной причиной определённой болезни, но увеличивающих вероятность её возникновения.



Рис. 6. Модель здоровья по С. Varkevisser

Обычно выделяют биологические, экологические и социальные факторы риска.

Осложняет ситуацию тот факт, что в настоящее время нет общепризнанных данных о долевом вкладе различных факторов в формирование индивидуального и популяционного здоровья людей. В качестве примера можно привести данные (табл. 4) отечественных авторов Лисицына Ю.П. и Вайнера Э.Н., касающихся факторов риска и их значений для здоровья населения России.

Особое внимание необходимо обратить на социальные факторы риска, особенно на условия и образ жизни, так как их доля влияния на здоровье населения оказывается максимальной.

Вредные привычки, например курение – фактор риска возникновения бронхо-лёгочных и сердечно-сосудистых заболеваний. Употребление алкоголя – фактор риска развития алкоголизма, болезней печени, сердца и т.д. В связи с этим возрастает роль здорового образа жизни как основы профилактики заболеваний.

Таблица 4

Группировка факторов риска и их значения для здоровья

Группы факторов риска	Факторы риска	Значение для здоровья, %
<i>Биологические факторы</i>		
Генетика, биология человека	Наследственная и приобретённая в ходе индивидуального развития предрасположенность к заболеваниям	15 – 20
<i>Экологические факторы</i>		
Состояние окружающей среды	Загрязнение воздуха, воды, почвы, продуктов питания, резкая смена погодных явлений, повышенный уровень радиационного, магнитного и других излучений	20 – 25
<i>Социальные факторы</i>		
Условия и образ жизни	Курение, употребление алкоголя и наркотиков, неправильное питание, недостаток сна, стрессовые ситуации, гипо- и гипердинамия, вредные условия труда, плохие материально-бытовые условия, непрочность семьи, высокий уровень урбанизации	<u>50 – 55</u>
Медицинское обеспечение	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи, несвоевременность её оказания	10 – 15

Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте цель и задачи экологии человека и социальной экологии.
2. Понятие адаптивного типа и комплекс адаптивных признаков.
3. Перечислите и кратко охарактеризуйте адаптивные экотипы человека по классификации Т. И. Алексеевой.
4. Этногеномика и её методы.
5. Понятие персонализированной медицины и её основные подходы.
6. Понятие здоровья и факторов риска. Группы факторов риска.

общества. К *урбанизированным территориям* относятся участки суши, занятые поселениями городского типа и связанными с ними производственными, транспортными и инженерными сооружениями.

В зависимости от сложности организации выделяют несколько систем расселения городского типа различного ранга.

Город - крупный (по сложившимся стереотипам) населённый пункт, который имеет развитый комплекс хозяйства и экономики, является скоплением архитектурных и инженерных сооружений, обеспечивающих жизнеобеспечение населения, жители которого заняты, как правило, не сельскохозяйственным трудом.

При увеличении городского населения образуются *городские агломерации* - компактные скопления населённых пунктов, главным образом городских, местами срастающихся, объединённых в сложную многокомпонентную динамическую систему с интенсивными производственными, транспортными и культурными связями. Как правило, городские агломерации – это моноцентрические объединения, сформировавшиеся вокруг одного крупного города-ядра.

Городская агломерация полицентрического типа, имеющая в качестве ядер несколько более или менее одинаковых по размеру и значимости городов или городских территорий при отсутствии явно доминирующего центра носит название *конурбация*.

Мегалополис - иерархическая по сложности и масштабам система поселений, состоящая из большого числа конурбаций и агломераций.

В системе расселения любого ранга выделяют ряд типологических единиц - селитебные (жилые) территории, внеселитебные (промышленные, зоны внешнего транспорта), рекреационные (садово-парковые, водно-антропогенные).

Причиной урбанизации являются постоянное увеличение объемов и разнообразия человеческой деятельности, а именно развитие промышленного производства и непроизводственной градообразующей деятельности;

интенсификация сельского хозяйства; межфункциональное взаимодействие (интеграция различных видов деятельности); развитие международной торговли.

Помимо явления урбанизации выделяют:

-*гиперурбанизацию*, характеризующуюся появлением зон неконтролируемого развития городских поселений и перегрузки естественного ландшафта, в результате чего нарушается экологическое равновесие (например, в Японии).

-*«ложную урбанизацию»*, характеризующуюся быстрым территориальным ростом городов и увеличением их численности, не сопровождающуюся улучшением социальных, экономических условий и повышением качества городской среды (например, в развивающихся странах).

-*субурбанизацию*, характеризующуюся оттоком населения в пригородные зоны, стремительным разрастанием пригородных территорий не только областью жилого, но и общественного строительства.

-*рурурбанизацию*, характеризующуюся внедрением городских норм условий жизни на селе.

Выделяют 3 группы экологических проблем городов.

1. *Ресурсно-хозяйственные проблемы*, вызваны колоссальным масштабом использования природных ресурсов, их переработкой, а также образованием многочисленных отходов.

2. *Природно-ландшафтные проблемы*, связаны с деградацией природных ландшафтов в урбанизированных условиях. Антропогенная деятельность приводит к трансформации всех компонентов природного ландшафта: геологического строения и рельефа, поверхностных и подземных вод, климатических характеристик, почвенного покрова, биоты.

3. *Антропоэкологические проблемы* связаны со здоровьем населения городов. Ухудшение качества городской среды, ускоренный ритм городской жизни вызывают у людей различные заболевания различной локализации.

В настоящее время выделяют группу болезней, причиной которых является неправильный образ жизни современного человека и загрязненная окружающая

среда - «болезни цивилизации» - патологии сердечно-сосудистой, нервной, иммунной, пищеварительной, эндокринной систем. гиподинамия и др. К болезням цивилизации относят и *экологически обусловленные заболевания* — это заболевания, развившиеся среди населения какой-либо территории под воздействием на людей вредных факторов среды обитания и проявляющиеся характерными для действия этого причинного фактора симптомами и синдромами или иными неспецифическими отклонениями, которые провоцируются экологически неблагоприятными факторами.

С учетом возникновения и распространенности в той или иной зоне очага социально-экологического напряжения выделяется следующая классификация экологически обусловленных заболеваний:

1) *Индикаторная экологическая патология* — отражает высокую степень зависимости состояния здоровья от загрязнения окружающей среды (профессиональные болезни, онкологические заболевания, перинатальная смертность, врожденная патология, генетические дефекты, аллергические заболевания и реакции, токсикологические поражения).

2) *Экологически зависимая патология* — отражает среднюю степень зависимости от загрязнения окружающей среды (младенческая смертность, смертность детей раннего возраста, общая детская смертность, вторичные иммунодефициты, смертность новорожденных, хронический бронхит и пневмонии у детей, хронические паренхиматозные поражения печени и желчевыводящих путей, обострения основных заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем в дни резкого ухудшения метеорологической обстановки в городах, микроэлементозы).

3) *Экологически обусловленная патология* — отражает умеренную зависимость от состояния окружающей среды (спонтанные выкидыши, патология беременности, хронический бронхит и пневмонии у взрослых, анемии у детей).

Городской житель подавляющую часть своей жизни (от 52 до 85% суточного времени) проводит в помещениях зданий, поэтому их внутренняя

среда оказывает влияние на самочувствие, работоспособность, а также общую заболеваемость. Исследованиями и конструированием экологичных зданий занимается обширная область научного знания - *аркология, или экология жилых, общественных и производственных зданий*. Аркология является логическим продолжением урбоэкологии, их интересы во многом пересекаются, а методы исследований совпадают. Тем не менее, это самостоятельная отрасль науки, формирующаяся на базе архитектуры и экологической науки.

Аркология - наука о взаимосвязях искусственных архитектурных объектов с окружающей средой (внешней и внутренней), о влиянии этих сооружений на здоровье населения, о методах и приемах проектирования и строительства «экологичных» зданий и сооружений.

Задачи аркологии:

- соблюдение экологических требований к качеству жилой среды, её экологическая безопасность;
- энерго- и ресурсосбережение при создании и функционировании жилой среды;
- использование замкнутых циклов природопользования.

Массовое современное жилищное строительство далеко не экологично. В помещениях складывается неблагоприятная для человека среда: выделяющиеся из строительных материалов и мебели вредные вещества (в т.ч. и канцерогенные), попадают в организм человека, системы вентиляции не обеспечивают достаточной очистки воздуха в помещениях, нарушается шумовой режим, велики теплопотери зданий, а микроклимат в них не соответствует требованиям комфортности жилой среды. В связи с этим, все большее значение в городах приобретает, так называемый *синдром больных зданий*, выражающийся в нарушении здоровья людей вскоре после вселения в новые административные и жилые здания. Выделяют две категории «больных» зданий: «временно больные» и «постоянно больные».

В первом случае жалобы на плохое самочувствие, развитие болезненных состояний связаны с качеством строительных или отделочных материалов, с

функционированием санитарно-технического оборудования. Причиной их возникновения чаще всего является превышение ПДК в воздушной среде помещений химических веществ, например формальдегида, который используется в мебели. Эта категория включает недавно построенные или недавно реконструированные здания, в которых частота и интенсивность проявления болезненных симптомов ослабевают с течением времени. В большинстве случаев примерно через полгода они полностью исчезают.

Отличительной особенностью зданий второй категории является то, что симптомы расстройства здоровья у людей возникают при нахождении в помещениях, где параметры окружающей среды не превышают общепринятых ПДК. Тем не менее, у человека, находящегося в таком помещении, появляются слабость, головные боли, раздражение конъюнктивы глаз, слизистых оболочек носа и горла, нарушение вкусовых ощущений и т. д. Все эти явления уменьшаются или полностью исчезают при выходе из таких зданий. Вероятной причиной появления синдрома является эффект синергизма токсического действия десятков, а то и сотен органических веществ различных классов опасности, присутствующих в воздушной среде помещений, который во много раз может превосходить эффект вредного действия отдельно взятого соединения.

Вопросы для самоконтроля.

1. Сформулируйте цель урбоэкологии. Что является объектом и предметом её изучения?
2. Перечислите и дайте характеристику основных систем расселения.
3. Понятия урбанизация, гиперурбанизация, субурбанизация, рурурбанизация.
4. Перечислите и дайте характеристику основных урбоэкологических проблем.
5. Приведите классификацию экологически обусловленных заболеваний.
6. Сформулируйте определение аркологии. Перечислите задачи аркологии.
7. Обоснуйте понятие «синдром больных зданий».

7. Разделы прикладной экологии

Прикладная экология – научное направление, изучающее механизмы разрушения человеком биосферы, способы предотвращения этого разрушения и разрабатывающее принципы рационального природопользования без деградации окружающей среды. В зависимости от методов изучения различают следующие направления: промышленная (инженерная), сельскохозяйственная, медицинская, химическая, рекреационная, геохимическая экология и природопользование.

Промышленная (инженерная /технологическая) экология – раздел экологии, представляющий собой систему научно-обоснованных инженерно-технических решений, направленных на сохранение качества окружающей среды в условиях растущего промышленного и сельскохозяйственного производств. Основные направления развития инженерной экологии: очистка выбросов и сбросов, совершенствование технологии производства путем рециклинга отходов, совершенствование добывающих и промысловых отраслей промышленности, переход на экологически чистые источники энергии, снижение негативного влияния транспорта и др.

Сельскохозяйственная экология - раздел экологии, изучающий взаимоотношения живых организмов между собой и окружающей средой (неорганической), а также с человеком, о структуре, связях и функциональной деятельности искусственно созданных ландшафтов. Основным объектом сельскохозяйственной экологии является природно-хозяйственный ландшафт (агроландшафт или агросистема) и составляющие его виды и популяции различных организмов. Методической основой сельскохозяйственной экологии следует считать аналитический синтез массы фактических данных, выведение закономерностей формирования ландшафтов, определение направлений научных исследований и т.д. Основные проблемы сельскохозяйственной экологии: динамика развития окультуренных ландшафтов, причины загрязнения основных компонентов окружающей среды - воздуха, почвы.

Медицинская экология – раздел экологии, рассматривающий все аспекты воздействия окружающей среды на здоровье населения с центром внимания на средовых заболеваниях. Целью изучения медицинской экологии является выработка умений осуществлять индивидуальную и популяционную профилактику экологически обусловленных заболеваний и патологических состояний. Основные задачи медицинской экологии: определение риска, техногенной нагрузки; экологическая безопасность; диагностика, лечение и профилактика заболеваний экологического профиля и эндемических заболеваний

Химическая экология – раздел экологии, изучающий последствия прямого и побочного воздействия на окружающую среду химических веществ и возможные пути уменьшения их отрицательного влияния. Задачами химической экологии является разработка эффективных методов ликвидации последствий загрязнения окружающей среды.

Рекреационная экология – экология отдыха и оздоровления людей. Рекреационный комплекс – совокупность предприятий и организаций, оказывающих рекреационные услуги населению. Выделяют следующие виды рекреационных комплексов: туристско-оздоровительный, охотничье-рыболовный; санаторно-туристско-оздоровительный; санаторно-курортный; охотничье-рыболовный.

Рекреационное воздействие на естественные биоценозы проявляется в повреждении растительности, ожогах почвы от костров, распугивании животных, уничтожении естественных мест обитания, нарушении природных ландшафтов, обеднении состава биоценозов, загрязнение окружающей среды.

При выборе варианта развития рекреационной системы региона возникает задача оптимизации комплекса природоохранных мероприятий, обеспечивающего экологическую устойчивость ресурсов рекреации. Для снижения ущерба при рекреационном воздействии осуществляются следующие мероприятия: нормирование нагрузок; проведение разъяснительной и воспитательной работы среди отдыхающих; регулирование потоков отдыхающих

с учетом допустимых нагрузок; введение обоснованной платы за рекреационные услуги.

Геохимическая экология – раздел экологии и биогеохимии, изучающий взаимодействие организмов и их сообществ с геохимической средой в биосфере как единую систему организмов и среды.

Задачей геохимической экологии является изучение процессов концентрирования организмами химических элементов и выяснение биологических реакций организмов в ответ на действие естественных или техногенных химических условий среды, раскрытие их биохимических и генетических механизмов, установление причинных связей между реакциями организмов и геохимическими факторами среды, исследование роли организмов, их биомассы в изменении химических свойств окружающей среды.

Геохимическая экология решает частные вопросы закономерностей геохимической мозаичности биосферы как среды жизни и изменчивости химического элементарного состава организмов под влиянием геохимической среды и эволюции организмов.

Основные вопросы геохимической экологии:

- изучение биогеохимических пищевых цепей, показывающих пути миграции химических элементов в биосфере и связывающих организмы с геохимической средой их обитания.
- изучение закономерностей биологических реакций организмов в ответ на различные уровни естественного или техногенного содержания в среде химических элементов;
- определение пороговых концентраций химических элементов в почвах, кормах, пищевых продуктах и рационах, в пределах которых происходит нормальное регулирование процессов обмена веществ в организмах;
- эндемические болезни растений, животных и человека, вызываемые недостатком или избытком в среде и рационе биогенных химических элементов.

Природопользование – это практическое использование природных ресурсов для целей человечества (для удовлетворения материальных, оздоровительных, культурных и духовных потребностей общества).

Природопользование включает:

- поиск, разведку и оценку природных ресурсов;
- извлечение и переработку природных ресурсов;
- воспроизводство природных ресурсов;
- охрану природных ресурсов и окружающей среды в целом.

Природные ресурсы – это природные объекты и явления, используемые для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышению качества жизни.

Природные ресурсы классифицируются по указанным ниже критериям.

1. По использованию в хозяйственной деятельности в настоящее время: реальные и потенциальные.
2. По составу: элементарные (простые) и комплексные (сложные).
3. По возможности истощения их запасов: неисчерпаемые и исчерпаемые (невозобновимые; возобновимые; относительно возобновимые).
4. По заменимости другими видами ресурсов: заменимые и незаменимые.

В процессе своей хозяйственной деятельности человек вовлекает природные ресурсы в ресурсный цикл.

Ресурсный цикл – совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества (или группы веществ) на всех этапах использования его человеком включая выявление, подготовку к эксплуатации, извлечение из природной среды, переработку, превращение в продукцию, возвращение в цикл.

Ввиду разнообразных причин на каждом этапе ресурсного цикла неизбежны потери природного ресурса. При этом более 90 % сырья поступает в окружающую среду в виде различных отходов.

В истории воздействия человека на окружающую среду можно выделить несколько концепций природопользования:

- концепцию потребительства (человечество потребляет огромные количества природных ресурсов, не задумываясь об их охране);
- концепцию предельно допустимого вмешательства в природные процессы (определяется допустимый уровень вмешательства в природные системы, не нарушающий их состояния);
- концепцию безотходных производств (для уменьшения загрязнения окружающей среды и сохранения природных ресурсов необходимо создавать безотходные производства);
- концепцию устойчивого развития (необходимо создавать такие условия, чтобы удовлетворять потребности настоящего времени, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности).

В настоящее время в целом превалирует концепция потребительского отношения к природе, при этом рост производства осуществляется за счет увеличения количества используемых ресурсов и возрастающих нагрузок на природные комплексы, что ведет к истощению ресурсов.

Различают количественное и качественное истощение природных ресурсов. Под количественным истощением понимают уменьшение разведанных запасов природного сырья. Качественное истощение представляет собой сокращение их запасов в результате потери качества.

По воздействию на окружающую среду природопользование может быть рациональным и нерациональным.

Рациональное природопользование – это система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

В основе рационального природопользования лежит достаточно полное использование добываемых природных ресурсов и полное и многократное использование отходов производства.

Рациональное использование природных ресурсов обуславливают два фактора:

- экономический (наиболее полное извлечение и потребление природных ресурсов при наименьших затратах труда и средств);
- экологический (бережное отношение к ресурсам в процессе использования, их восстановление и защита окружающей среды от отрицательных антропогенных воздействий).

Таким образом, рациональное природопользование позволяет значительно уменьшить загрязнение окружающей среды.

К основным принципам рационального природопользования относятся:

- принцип системного подхода;
- принцип оптимизации природопользования;
- принцип опережения темпов заготовки и добычи сырья темпами выхода полезной продукции;
- принцип гармонизации отношений природы и производства;
- принцип комплексного использования природных ресурсов и концентрации производства.

8. Экологический кризис

Экологический кризис – это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производственных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы. Кризис является обратимым состоянием системы, в ходе которого она может вернуться в нормальное состояние.

В предыстории и истории человечества выделяют следующие экологические кризисы (Реймерс, 1992):

1) *Доантропогенный экологический кризис аридизации* – изменение среды обитания живых существ, вызвавшее возникновение прямоходящих антропоидов – непосредственных предков человека.

2) *Кризис обеднения ресурсов промысла и собирательства* – относительное обеднение доступных примитивному человеку ресурсов промысла и собирательства, обусловившее стихийные биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для её лучшего и более раннего роста.

3) *Первый антропогенный экологический кризис (консументов, перепромысла)* – массовое уничтожение (перепромысел) крупных животных

4) *Кризис примитивного земледелия* – засоление почв и деградация примитивного поливного земледелия, недостаточности его для растущего народонаселения Земли приведший к преимущественному развитию неполивного земледелия.

5) *Второй антропогенный экологический кризис (продуцентов)* – кризис массового уничтожения и нехватки растительных ресурсов, связанный с бурным развитием производительных сил общества.

6) *Современный глобальный кризис редуцентов (загрязнения) и угрозы нехватки минеральных ресурсов* – редуценты не успевают очищать биосферу от антропогенных продуктов или потенциально не способны это сделать в силу неприродного характера выбрасываемых синтетических веществ.

Почти одновременно с «кризисом редуцентов» наступают два других экологических напряжения – термодинамическое и снижения надежности крупных экологических систем.

7) *Глобальный термодинамический (тепловой) кризис* – связан с экологическими ограничениями производства энергии в приземном слое.

8) *Глобальный кризис надежности экологических систем* – связан с нарушением природного экологического равновесия.

Термодинамический кризис вызывает климатические изменения в биосфере, связанные с парниковым эффектом, возникающим из-за загрязнения атмосферы парниковыми газами. Растущее потребление энергии и выделение парниковых газов грозит планете глобальной экологической катастрофой. Может произойти повышение уровня Мирового океана и затопление прибрежных земель и многих крупных городов. Выброс газов в атмосферу ведет еще к двум опасностям – выпадению кислотных осадков и разрушению озонового слоя.

Основные причины экологического кризиса:

1. Безудержный рост населения Земли
2. Несовершенные сельскохозяйственные и промышленные технологии
3. Антропоцентричное мировоззрение

Выделяют два уровня экологического кризиса:

Локальный экологический кризис – местное повышение уровня загрязнений химических, тепловых, шумовых, электромагнитных за счет близко расположенных источников.

Глобальный экологический кризис – следствие всей совокупности хозяйственной деятельности цивилизации; проявляется в изменении характеристик природной среды в масштабах планеты; опасен для всего населения Земли.

В результате нарастания самоускоряющихся негативных процессов (демографического взрыва, уничтожения биологических видов и целых экосистем, истощения природных ресурсов, а также загрязнения окружающей природной среды) биосфера оказалась в состоянии экологического кризиса и

даже более того – на грани экологической катастрофы. Пути выхода из экологического кризиса по Петрову (1995) представлены на рисунке 7.



Рис. 7. Схема экологического кризиса и путей выхода из него

Экологическая катастрофа: 1) сравнительно быстро происходящая цепь событий, приведшая к труднообратимым или необратимым процессам дегградации природы и/или её загрязнению, делающая невозможным хозяйство любого типа; 2) крупная авария техногенного устройства или опасная хозяйственная акция, приведшие к остронеблагоприятным изменениям в среде и, как правило, массовой гибели живых организмов и экономическому ущербу. Катастрофа связана с разрушением механизмов регуляции, поддерживавших прежнее состояние системы, и переходом в иное качество. Катастрофа – необратимое явление, человек тут вынужденно пассивная, страдающая сторона, он не может изменить ситуацию.

Существует еще несколько негативных состояний окружающей среды:

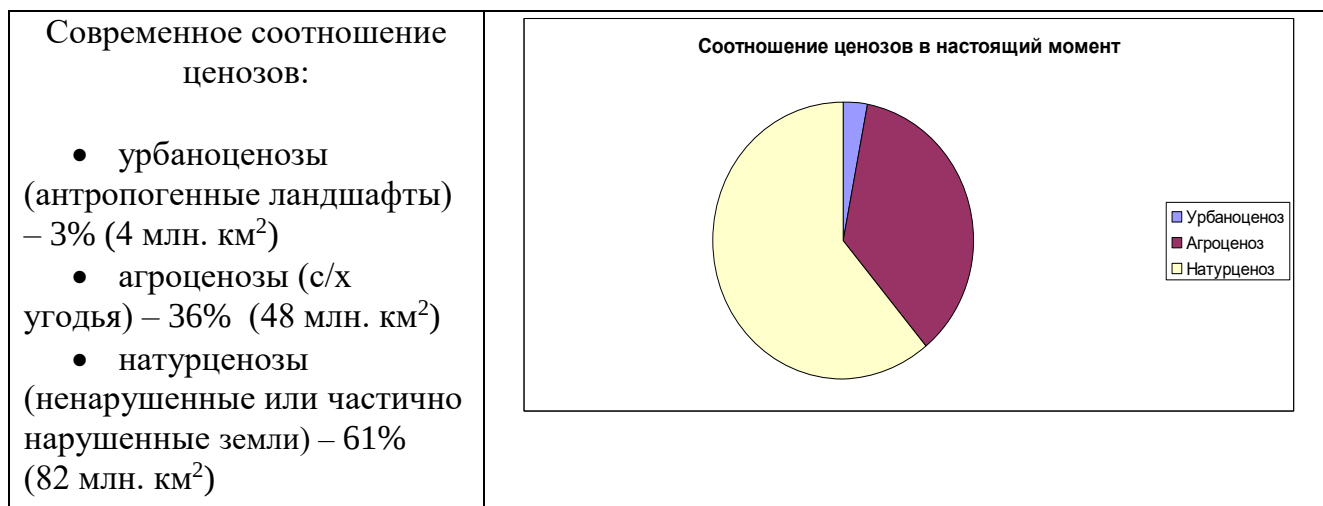
Экологический коллапс – практически необратимое природно-антропогенное явление, исключающее возможность самого существования человека и организмов в образовавшейся среде. Коллапс — необратимое изменение, приводящее к разрушению существовавшей системы как таковой.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельностью, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

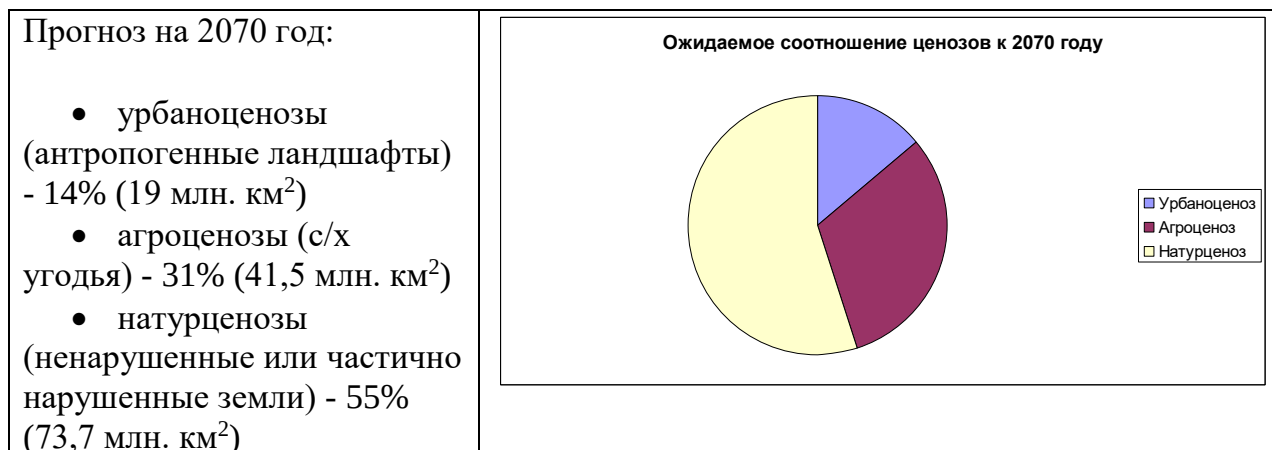
В 1900 г. естественные экосистемы суши были разрушены на 20%, а сейчас – уже на 63%. Прогноз на будущее еще более неблагоприятен. Если брать в расчет соотношение урбано-, агро- и натурценозов, то можно наблюдать тенденцию уменьшения сельскохозяйственных угодий и ненарушенных экосистем и увеличение площади антропогенных ландшафтов (табл. 5, 6).

Таблица 5

Современное соотношение ценозов



Прогнозируемое соотношение ценозов



Основные причины деградации биосферы:

- 1) Чрезмерное изъятие живых и минеральных ресурсов планеты;
- 2) Загрязнение биосферы ксенобиотиками и другими техногенными отходами человеческой деятельности, для которых в настоящее время не разработаны способы переработки и утилизации.

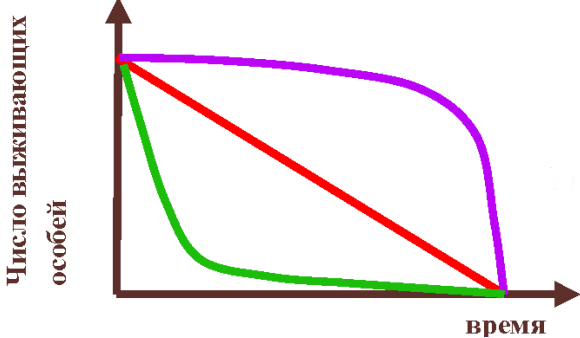
Также было показано, что биосфера может сохранять устойчивость при изъятии примерно до 1% чистой первичной ее продукции, в то время как на современном этапе развития человечество извлекает примерно 20% (Горшков В.Б.).

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологический кризис и история глобальных экологических кризисов человечества по Н.Ф. Реймерсу.
2. Основные причины экологического кризиса и пути выхода из него.
3. Экологический риск и экологическая катастрофа: понятие, характеристика, примеры.
4. Экологический коллапс.

9. Основные законы общей экологии

Формулировка закона	Суть закона
Правило экологических пирамид Ч. Элтона (1927)	Суммарная биомасса, продукция и энергия, а часто и численность особей прогрессивно уменьшаются по мере восхождения по трофическим уровням 
Правило 10% (закон пирамиды энергий) Р. Линдемана (1942)	С одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой (более высокий ее уровень) в среднем около 10% энергии, поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. 
Правило накопления токсичных веществ (биотического усиления)	В пищевой цепи с одного трофического уровня на другой поступают и «вредные» вещества, накопление которых при переходе на более высокий уровень экологической пирамиды увеличивается примерно в 10 раз.
Правило 1%	Изменение энергетики природной системы в пределах 1% выводит природную систему из равновесного (квазистационарного) состояния. Все крупномасштабные явления на поверхности Земли (мощные циклоны, извержения вулканов, процесс глобального фотосинтеза), как правило, имеют суммарную энергию, не превышающую 1 % от энергии солнечного излучения, падающего на поверхность нашей планеты. Переход энергии процесса за это значение (1%) обычно приводит к существенным аномалиям: резким климатическим отклонениям, переменам в характере растительности, крупным лесным и степным пожарам.

Кривые выживания (Р.Перль, 1920)	 Выпуклая кривая соответствует ситуации, при которой смертность мала в течение большей части жизни, но затем все особи погибают за короткий срок (насекомые). Диагональная прямая соответствует постоянной, т.е. независимой от возраста смертности во всех возрастных классах (рыбы, пресмыкающиеся, птицы, многолетние травянистые растения). Вогнутая кривая иллюстрирует массовую гибель особей в начальный период жизни и затем относительно низкую смертность оставшихся особей (устрица).
Закон К.М. Бэра (1857)	Реки, текущие в направлении меридиана, в Северном полушарии подмывают правый берег, в Южном — левый, что объясняется влиянием суточного вращения Земли на движение частиц воды в реке.
Правило обязательного заполнения экологических ниш	Пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена.
Принцип агрегации особей (принцип Олли)	Агрегация (скопление) особей, как правило, усиливает конкуренцию между ними за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышению шансов группы в целом к выживанию. Этот принцип, в частности, диктует необходимость оптимальной густоты посевов, особенно в условиях полей засоренных сорняками.
Закон природной зональности А. Гумбольдт (1808), А.П. Декандоль (1874), Х. Меррием (1890), В.В. Докучаев (1899)	Природные комплексы закономерно сменяют друг друга, подчиняясь изменению климатических характеристик. Эти природные комплексы называются природными или физико-географическими зонами.
Концепция саморегуляции	В процессе роста плотности популяции изменяется не только и не столько качество среды обитания, сколько качество самих, составляющих популяцию особей. Это изменение свойств особей направлено на то, чтобы затормозить в дальнейшем рост популяции, и выражается, в конечном счете, в снижении плодовитости, удлинении сроков полового созревания, возрастающей смертности и миграционной активности. Согласно концепции саморегуляции изменение качества особей, сказывающиеся на численности популяции, может

	быть как фенотипическим, так и генотипическим.
Закон константности В.И. Вернадского	«Количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа». Любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемо влечет за собой такую же перемену в другом регионе, но с обратным знаком.
Закон «генетического разнообразия гамет»	Все живое генетически различно и имеет тенденцию к увеличению биологического разнообразия.
Принцип преадаптации	Способность к приспособлению организмов заложена изначально и обусловлена практической неисчерпаемостью генетического кода. В генетическом многообразии всегда находятся необходимые для адаптации варианты.
Принцип минимального размера популяций	Существует минимальный размер популяции, ниже которого ее численность не может опускаться.
Эффект «опушки» (краевой эффект)	Разнообразие растительного и животного мира в пограничных зонах (экотонах) биогеоценозов различного типа значительно выше, чем в самих биогеоценозах, следовательно, природная среда в пределах стыковых зон обладает большей устойчивостью и пластичностью.
Принцип «нулевого» максимума	Экосистема в сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности (возникают климаксовые экосистемы).
Принцип видо-родового представительства Й. Иллиеса	Поскольку два даже близкородственных вида не могут занимать одинаковые экологические ниши в одном биотопе, богатые видами роды обычно представлены в биоценозе единственным своим представителем.
Принцип дивергенции Дарвина	Филогенез любой группы сопровождается разделением ее на ряд филогенетических стволов, которые расходятся в разных адаптивных направлениях от среднего исходного состояния.
Принцип Ле Шателье-Брауна	При внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, это равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.
Принцип направленности эволюции (Л. Онсагер) (закон минимума диссипации (рассеивания) энергии)	При вероятности развития процесса в некотором множестве направлений реализуется то, которое обеспечивает минимум рассеивания энергии.
Принцип отклонения условий (А. Тинеман)	Чем выше отклонения условий биотопа от нормы, тем беднее видами и специфичнее биоценоз, а численность особей отдельных составляющих его видов выше.
Принцип разнообразия (А. Тинеман)	Чем разнообразнее условия биотопа, тем больше видов в биоценозе.
Принцип плавности изменения среды (Г.М.Ф. Ранц)	Чем плавнее изменяются условия среды в биотопе и чем дольше он остается неизменным, тем богаче видами биоценоз и тем более он уравновешен и стабилен.

Принцип Реди	Живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непроходимая граница.
Принцип сохранения упорядоченности (И. Пригожин)	В открытых системах энтропия не возрастает, а уменьшается до тех пор, пока не достигается минимальная постоянная величина, всегда большая нуля.
Принцип удаленности события	Явление, отдаленное во времени и пространстве, кажется менее существенным.
Принцип формирования экосистемы	Длительное существование организмов возможно лишь в рамках экологических систем, где их компоненты и элементы дополняют друг друга и взаимно приспособлены.
Принцип сосуществования («парадокс Дж. Хатчинсона»)	Два вида могут сосуществовать в одной экологической нише, и если близкие виды вынуждены использовать одни и те же ресурсы, то естественный отбор может благоприятствовать их сосуществованию, и они способны эволюционировать в одном и том же направлении.
Эффект «привыкания»	Нарушенные антропогенной деятельностью и успешно самовосстанавливающиеся крупные природные комплексы намного более устойчивы к антропогенным нагрузкам, чем девственная природа.
Правило островного измельчания	Особи видов животных, обитающих на островах, как правило, мельче таких же материковых особей, живущих в аналогичных условиях. Отсюда важность определения минимальной площади заповедников.
Правило К. Бергмана (1847)	У теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела статистически (т.е. в среднем) больше у популяций, живущих в более холодных частях ареала вида. Другими словами – размеры тела увеличиваются с географической широтой местообитания.
Правило Аллена (1877)	У теплокровных животных по направлению к тропикам наблюдается удлинение хвостов, ушей, клювов, парных конечностей и различного рода выростов – хохлов, рожков, воротничков и т.д. Это правило также относится к подвидам одного вида или близкородственных видов и может быть объяснено тем, что удлинение различного рода придатков тела способствует увеличению излучения тепла.
Правило К. Глоджера (1833)	Среди родственных друг другу форм (разных рас или подвидов одного вида, родственных видов) теплокровных животных, те, которые обитают в условиях тёплого и влажного климата, окрашены ярче, чем те, которые обитают в условиях холодного и сухого климата.

Заключение

В XX в. человечество вошло в сложный период истории своего развития, когда оно овладело огромным научно-техническим потенциалом, но еще не научилось рационально им пользоваться. Быстрая урбанизация и индустриализация, резкий рост населения планеты, интенсивная химизация сельского хозяйства, усиление многих других видов антропогенного давления на природу нарушили биологический круговорот веществ, вследствие чего началось ее прогрессирующее разрушение. Человечеству начала угрожать опасность медленного вымирания вследствие непрерывного ухудшения качества окружающей среды, а также истощения природных ресурсов.

Понимание этой проблемы привело к интегрированию и экологизации научных знаний. Созданная в 1968 г. неформальная организация «Римский клуб», объединяла ученых разных стран мира – математиков, экономистов, экологов, социологов, специалистов по управлению. Результаты работ, выполненных в рамках Римского клуба, показали, что система общепринятых узконациональных, региональных ценностей, в том числе нерационального использования природных ресурсов, нуждается в пересмотрении. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро состоялась конференция ООН, посвященная Концепции устойчивого развития мирового сообщества.

В настоящее время термин «устойчивое развитие» понимается как процесс экономических и социальных изменений, при котором природные ресурсы, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Экологически устойчивое развитие предполагает организацию жизнедеятельности человека, при которой выбросы загрязняющих веществ не должны превышать ассимиляционной способности экосистем. Особое место в рамках экологически устойчивого развития занимает сохранение

биоразнообразие и качества компонентов окружающей среды (воды, воздуха, почв и др.) на уровне, обеспечивающем сохранность жизни и здоровья человека.

На современном этапе разработаны конкретные цели устойчивого развития мирового сообщества, которые должны быть достигнуты к 2030 г. Во главе угла стоит цель обеспечения здорового образа жизни людей в любом возрасте. Общеизвестно, что состояние здоровья человека лишь на 10 % зависит от медицины, на 20 % – от наследственности, еще на 20 % – от качества окружающей среды, и на 50 % – от образа жизни. Здоровый образ жизни человека, основы которого лежат, в том числе, и в экологии человека, направлен на профилактику заболеваний и укрепление здоровья, что достигается рациональной организацией распорядка дня, двигательной и трудовой активностью, и, в то же время, защитой от неблагоприятных воздействий окружающей среды, позволяющий до глубокой старости сохранять нравственное, психическое и физическое здоровье.

Тестовые задания

Выберете один правильный ответ.

1. Термин «экология» предложил:

- а) А. Тенсли;
- б) Э. Геккель;
- в) Ч. Дарвин;
- г) В. Шелфорд.

2. Раздел экологии, изучающий сообщества организмов, называется:

- а) популяционная экология;
- б) синэкология;
- в) геоэкология;
- г) аутэкология.

3. Демэкология – это раздел экологии, изучающий:

- а) адаптации видов к условиям среды обитания;
- б) возрастной, половой и размерный состав популяции;
- в) реакции организмов на изменение условий среды;
- г) видовой и таксономический состав сообществ.

4. Биоценозом называется:

- а) совокупность животных, растений, грибов и микроорганизмов, совместно населяющих участок суши или водоёма;
- б) организмы, относящиеся к одному трофическому уровню;
- в) область распространения отдельных таксонов, биотических сообществ и сходных природных условий;
- г) природный географический комплекс, определяемый как сравнительно небольшой специфичный и однородный участок земной поверхности, ограниченный естественными рубежами.

5. Какой подход господствовал во второй период истории формирования экологии?

- а) аутэкологический;
- б) детерминировано-аутэкологический;
- в) детерминировано-синэкологический;
- г) стохастически-популяционный.

6. Продуцентами называют:

- а) организмы, питающиеся органическими веществами;
- б) организмы, использующие для построения своего тела CO_2 в качестве единственного или главного источника углерода;
- в) организмы, питающиеся мертвым органическим веществом;

г) организмы в ходе своей жизнедеятельности превращающие органические остатки в неорганические вещества.

7. Экологическим фактором является любой:

- а) экологический процесс, влияющий на распространение организма;
- б) физический объект в окружающей среде;
- в) элемент среды, влияющий на жизнедеятельность организма;
- г) химический элемент окружающей среды.

8. Примером экологического фактора является:

- а) высота над уровнем моря;
- б) миграция особей;
- в) освещенность;
- г) продуктивность.

9. Термин «биогеоценоз» ввёл в науку:

- а) Ю. Либих;
- б) В.И. Вернадский;
- в) В.Н. Сукачёв;
- г) Д.Н. Кашкаров.

10. Организмы с широким диапазоном толерантности по отношению к основным экологическим факторам, называются:

- а) стенобатными;
- б) стенобионтными;
- в) эвибатными;
- г) эврибионтными.

11. Популяция – это _____ совокупность особей одного вида:

- а) относительно изолированная;
- б) самовоспроизводящаяся;
- в) обитающая в одной географической зоне;
- г) существующая длительно на определенной территории.

12. В. Шелфорд показал, что существование любого вида организма ограничивается _____ величиной абиотического фактора:

- а) максимальной;
- б) минимальной;
- в) средней;
- г) оптимальной.

13. Форма взаимоотношений видов, совместно потребляющих пищевые ресурсы, называется.

- а) комменсализмом;

- б) конкуренцией;
- в) мутуализмом;
- г) паразитизмом.

14. Взаимоотношения кровососущего комара и теплокровного животного являются примером:

- а) комменсализма;
- б) конкуренции;
- в) мутуализма;
- г) паразитизма.

15. Согласно принципу Г.Ф. Гаузе: «Виды, имеющие одинаковые или близкие экологические ниши:

- а) в природе не встречаются;
- б) вытесняют друг друга;
- в) сосуществуют в одной нише;
- г) образуют устойчивый симбиоз.

16. Любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой поддерживается круговорот веществ, называется:

- а) экотопом;
- б) экосистемой;
- в) биотопом;
- г) биоценозом.

17. Крупное региональное наземное сообщество, занимающее большие пространства суши, имеющее характерную структуру растительности, что и определяет облик всего сообщества, называется:

- а) биота;
- б) биом;
- в) фитоценоз;
- г) бентос.

18. Допущение вероятности причинения вреда природной среде ради достижения экономического или экологического эффекта, называется:

- а) экологический коллапс;
- б) экологический кризис;
- в) экологический риск;
- г) экологическая катастрофа.

19. Возникновение и постоянное увеличение площади и численности населения городов – это...:

- а) экологизация;
- б) индустриализация;

- в) урбанизация;
- г) урбоэкологизация.

20. Ложной урбанизацией называется:

- а) процесс переселения из деревень и посёлков в малые города;
- б) процесс переселения из малых городов в большие;
- в) процесс переселения из сельской местности в городские трущобы.

21. Субурбанизация это:

- а) внедрение городских норм условий жизни на селе;
- б) быстрый территориальный рост городов и увеличение их численности не сопровождаемое улучшением социальных, экономических условий и повышением качества городской среды;
- в) отток населения в пригородные зоны, стремительное разрастание пригородных территорий.

22. Рурурбанизация это:

- а) внедрение городских норм условий жизни на селе;
- б) быстрый территориальный рост городов и увеличение их численности не сопровождаемое улучшением социальных, экономических условий и повышением качества городской среды;
- в) отток населения в пригородные зоны, стремительное разрастание пригородных территорий

23. Примером биогенного вещества биосферы является:

- а) вода;
- б) торф;
- в) почва;
- г) железо.

24. Примером биокосного вещества биосферы является:

- а) кварц;
- б) торф;
- в) почва;
- г) апатиты.

Впишите правильный ответ.

25. Раздел экологии, изучающий видовые особенности реагирования организмов и популяций на действие различных экологических факторов, называется...

26. Область распространения отдельных таксонов, биотических сообществ и сходных природных условий называется...

27. Область распространения жизни на Земле, состав, структура и энергетика которой определяется прошлой или современной деятельностью живых организмов, называется...

28. Вид, который в наибольшей степени формирует характерную для сообщества среду называется....

29. Последовательная смена во времени одних сообществ организмов другими на определённом участке земной поверхности называется...

30. Ю. Либих установил, что величина урожая растений и его постоянство во времени ограничивается тем фактором минерального питания, который имеется в среде относительно физиологических потребностей в количестве.

31. Позиция вида в сообществе в зависимости от других видов называется....

32. Определенная норма реакции на преобладающие условия обитания называется...

Выберите несколько правильных ответов.

33. Какие из нижеперечисленных характеристик относятся к r-стратегии выживания:

- а) медленно размножающиеся, но более конкурентоспособные особи;
- б) быстро расселяющиеся, но малоустойчивые популяции
- в) населяют стабильные местообитания;
- г) быстро размножающиеся, но менее конкурентоспособные особи

34. Какие типы веществ выделяют в биосфере по классификации В.И. Вернадского:

- а) косное;
- б) простое;
- в) живое;
- г) биокосное.

35. Выберите особенности, характерные для арктического адаптивного типа:

- а) удлинение конечностей;
- б) широкая грудная клетка;
- в) интенсивное потоотделение;
- г) усиленный энергетический обмен.

36. Выберите особенности, характерные для тропического адаптивного типа:

- а) уменьшение массы тела;

- б) сильно развитая костно-мышечная система тела;
- в) высокий уровень гемоглобина в крови
- г) пониженная концентрация холестерина в крови.

37. Какие типы агломераций существуют?

- а) экополисы;
- б) конурбации;
- в) мегалополисы;
- г) урбанополисы.

Установите соответствия.

38. Поставьте в соответствие синонимичные названия структурных элементов в биогеоценозе:

- | | |
|-----------------|-------------------|
| 1) эдафотоп | а) атмосфера |
| 2) зооценоз | б) почва |
| 3) климатотоп | в) растения |
| 4) микробоценоз | г) микроорганизмы |
| 5) фитоценоз | д) животные |

39. Объедините в пары живые организмы из разных столбцов, занимающие одинаковые трофические уровни в пищевых цепях:

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| 1) рысь | а) жук-навозник |
| 2) слон | б) эвкалипт |
| 3) осока | в) кобра |
| 4) подберёзовик | г) яблоневая плодожорка |

40. Укажите автора термина биосфера и год его введения в науку. Установите соответствия.

- | | |
|--------------------|---------|
| 1) В.И. Вернадский | а) 1866 |
| 2) Э. Зюсс | б) 1875 |
| 3) Р. Мак-Артур | в) 1942 |
| 4) В.Н. Сукачёв. | г) 1935 |

Ответы к тестовым заданиям:

1) б; 2) б; 3) б; 4) а; 5) б; 6) б; 7) в; 8) в; 9) в; 10) г; 11) г; 12) а; 13) б; 14) г; 15) б; 16) б; 17) б; 18) в; 19) в; 20) в; 21) в; 22) а; 23) б; 24) в; 25) аутоэкология; 26) ареал; 27) биосфера; 28) эдификатор; 29) сукцессия; 30) минимальном; 31) экологическая ниша; 32) адаптивный тип; 33) б, г; 34) а, в, г; 35) б, г; 36) а, г; 37) б, в; 38) 1б, 2д, 3а, 4г, 5в; 39) 1в, 2г, 3б, 4а; 40) 2б.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Биология: учебник. В 2-х кн. Кн. 2/ под ред. В. Н. Ярыгина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 560с.
2. Стожаров А. Н. Медицинская экология. Учеб. пособие. – Минск: Высш. шк., 2007. - 368 с.
3. Хаскин В.В., Акимова Т.А., Трифонова Т.А. Экология человека. Учеб. пособие. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2008. – 367с.

Дополнительная литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. М.: Мир, 1989. – 667 с.
2. Гелашвили Д.Б., Романова Е.Б., Макеев И.С. Общая экология: вопросы, ответы, тесты. Учеб. пособие. – Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2013. – 303 с.
3. Митина Н.Н., Малащенко Б.М. Экология: учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией В.И.Данилова-Данильяна. – Москва: Юрайт, 2019. – 363 с.
3. Одум Ю. Экология. В 2-х т. М.: Мир, 1986. – 704 с.
4. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) – М.: Изд-во «Россия молодая», 1994. – 367 с.
5. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии (Учебное пособие). – Самара: Самарский научный центр РАН, 2000. – 396 с.
6. Шилов И.А. Экология: учебник для биол. и мед. спец. вузов. М.: Высшая шк., 1998 – 512с.

Учебное издание

Калашников Илья Николаевич

Зазнобина Наталья Ивановна

Основы современной экологии

Печатается в авторской редакции.
Компьютерная верстка авторская.

Подписано к печати 17.12.2020. Формат 60х84 1/16 .
Усл. печ. л. 5,4. Тираж 300 экз. Заказ 64.

Издательство Приволжского исследовательского
медицинского университета
603005, Н. Новгород, пл. Минина, 10/1
Тел.: (831) 465-42-23, 465-47-02
www.medread.ru; www.kupi-medbook.ru

Полиграфический участок ПИМУ
603104, Н. Новгород, ул. Медицинская, 5