

Глава 1

Экология: от глобального научного знания к отраслевой дифференциации

Слово «экология» происходит от греческих *ойкос* (дом) и *логос* (наука). В дословном переводе экология — изучение «природного дома», живущих в нём организмов (в том числе и человека) и всех процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни.

«Крещение» экологии как науки произошло 14 сентября 1866 г., когда немецкий биолог Эрнст Геккель (1834–1919) поставил подпись под предисловием к своей книге «Всеобщая морфология организмов». В ней он дал следующее определение: *«Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организмов к окружающей среде, куда мы относим все «условия существования» в широком смысле этого слова».*

Этапы развития экологии

В развитии экологии как науки можно выделить несколько этапов (рис. 1-1).

Экология животных. Распространение экологических представлений во второй половине XIX века способствовало усилению интереса научной общественности к проблеме взаимодействия между организмами и средой обитания. Экология животных в



Рис. 1-1. Этапы развития экологии

этот период развивалась в разных направлениях. Продолжалось накопление данных об образе жизни отдельных видов, прежде всего, имеющих практическое значение. Одновременно на основе анализа частных наблюдений возникали теоретические обобщения (Миддендорф, Форбс, Силантьев, Мечников, Рейли, Гензен, Мюллер, Северцовы).

Экология растений. Экология растений (Цезальпин, Рей, Турнефор, Сакс, Либих, Гризенбах, Докучаев) одновременно зародилась в двух ботанических дисциплинах — фитогеографии и физиологии.

- Основы фитоценологических представлений заложил А.А. Гризенбах (1814–1879), сделавший первую попытку описания растительного покрова Земли в связи с климатическими особенностями.
- В.В. Докучаев (1846–1903) создал учение о географических зонах, охватывающих все элементы земной поверхности, развил представление о взаимосвязях между животными, растениями и минералами.

Теоретические основы экологии

В результате взаимодействия с другими отраслями биологии выделялись и уточнялись проблематика и методы экологии (Мёбиус, Шретер, Земпер, Девенпорт, Вольтерра, Гриннел, Сукачев, Тенсли).

- Фундаментальное значение имело формулирование понятия «биоценоз», это понятие ввёл в науку К. Мёбиус (1825–1908).
- Поскольку объектами экологического изучения стали не только отдельные виды, но и их комплексы, К. Шретер (1855–1939) предложил различать соответственно понятия аут- и синэкология, что позднее восприняли и зоологи.
- К. Земпер (1832–1893), исследуя влияние питания на животных, выявил основную закономерность, которая позднее получила название «пирамида чисел».
- Ч. Девенпорт в 1897 г. указал на значение жизненного пространства для существования организмов.
- В. Вольтерра (1860–1940) дал математическое описание системы «хищник–жертва».
- В 1928 г. Д. Гриннел ввёл понятие «экологическая ниша», которое означает место вида в природе.
- В.Н. Сукачев (1880–1967) ввёл термин «биогеоценоз» — элементарную структурную единицу биосферы.

- А. Тенсли (1871–1955) в 1935 г. сформулировал понятие «экологическая система» (экосистема), которое близко по смыслу к понятию биогеоценоза. В отличие от биогеоценозов, границы которых задаются рамками растительных сообществ, экосистемы могут охватывать пространства разной протяжённости — от капли воды до биосферы в целом.

Биосфера и ноосфера

Определение понятия биосферы как особой оболочки Земли дал австрийский геолог Э. Зюсс (1831–1914). Понятие о ноосфере было введено в науку французским философом Э. Леруа в 1927 г. Ноосферой он назвал оболочку Земли, включающую человеческое общество с его индустрией, языком и прочими атрибутами разумной деятельности. Учение о биосфере наиболее глубоко отразил В.И. Вернадский. (1864–1945) в книге «Биосфера», вышедшей в 1926 г. Согласно В.И. Вернадскому, *биосфера — качественно своеобразная живая оболочка планеты, включающая не только организмы, но и всю среду их жизни, охваченную и преобразованную деятельностью этих организмов.*

Научным завещанием Вернадского стала его последняя прижизненная статья «Несколько слов о ноосфере», появившаяся в 1944 г. В ней были сформулированы представления, к которым Вернадский пришёл в результате всей своей научной деятельности: *«Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера».*

Методологические и концептуальные основы экологии

Экология обрела самостоятельность в начале XX в., когда были предложены первые экологические концепции, в 20–40-х гг. сложился понятийный аппарат экологии, были выработаны основные методологические подходы. Всё это время экология рассматривалась как сугубо биологическая наука, но, начиная с середины XX в. из-за резкого ухудшения состояния окружающей среды обострился интерес к экологическим проблемам, и экология включила в себя элементы многих других дисциплин. «Большая» экология, или «мегаэкология» пока не имеет чёткой структуры из-за отсутствия фундаментальных теоретических основ, но повышенный интерес к

экологическим наукам способствует развитию теоретических основ экологии (Реймерс, Моисеев).

- Существенный вклад в этом направлении сделал Н.Ф. Реймерс (1931–1993). В монографии «Надежды на выживание человечества: концептуальная экология» (1992) он даёт глубокий анализ накопленных знаний, создаёт и развивает ряд научных концепций, позволяющих отнести этот труд к фундаментальным теоретическим основам современной экологии. Экология в его трудах представлена как вершина естествознания — **мегаэкология**, вокруг которой концентрируются другие научные дисциплины, откликающиеся на актуальные проблемы человечества и угрозу экологического кризиса.
- Н.Н. Моисеев (1917–2000) — специалист в области системного анализа и прогнозирования, по-новому осветил антиэкологические издержки прогресса и перспективу взаимоотношений человека и природы. По его мнению, устремление к новой цивилизации должно реализовываться через коэволюцию человеческого общества и биосферы.

Актуализация экологии как науки

Демографический взрыв. Быстрый рост населения Земли получил название демографического взрыва.

- Это явление хорошо иллюстрируют данные демографической статистики Китая, стран Африки, Латинской Америки, юга Азии, где население растёт гигантскими темпами. В начале века на Земле жили 1,5 млрд человек. В 1950 г. численность населения возросла до 2,5 млрд, а затем стала ежегодно увеличиваться на 70–100 млн человек. В 1993 г. численность населения Земли достигла 5,5 млрд человек, т.е. удвоилась по сравнению с 1950 г.
- Возросшая численность населения потребовала увеличения производства продуктов питания, что привело к расширению посевных площадей и применению минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов. За короткий срок в два с лишним раза возросли площади, занятые городами и посёлками, дорогами, свалками и т.д., вследствие чего сократились ареалы распространения многих животных и растений.

Антропогенные факторы. Развитие цивилизации привело к появлению ряда антропогенных факторов, оказывающих влияние на биосферу (рис. 1-2).

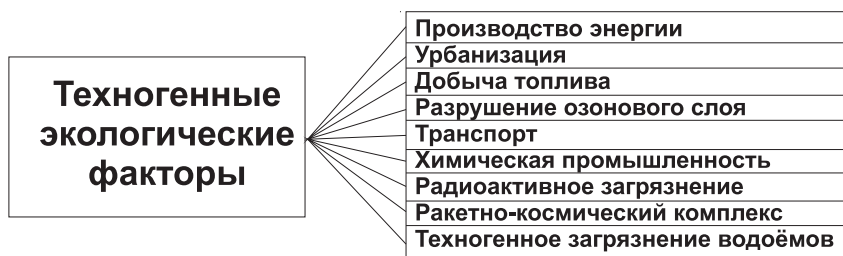


Рис. 1-2. Основные техногенные экологические факторы

Урбанизация. Для урбанизированных территорий наиболее характерно повышенное воздействие техногенных факторов. Наряду с позитивной ролью (насыщенность элементами инфраструктуры, развитость сетей медицинской помощи и т.д.) городская среда оказывает на здоровье многообразные и неблагоприятные воздействия (гипокинезия, нервно-психическое напряжение, влияние загрязнений и т.д.).

Производство энергии. Поставить человечество на грань катастрофы способна не только опасность ядерных катастроф, но и производство энергии, удваивающееся каждые 10–15 лет. И в скором времени эта энергия начнёт влиять на структуру теплового баланса планеты, а увеличение или снижение средней температуры планеты всего на несколько градусов грозит человечеству необратимой экологической катастрофой.

Большинство экспертов полагает, что нынешние темпы потребления топлива и минеральных ресурсов могут сохраниться ещё на одно или два поколения. Это зависит как от запасов рассматриваемого вида сырья, так и от состояния мировой экономики, новых сырьевых источников, экономного использования энергии, возврата вторичного сырья и т.д.

Разрушение озонового слоя. Речь идёт о вредных для биосферы аэрозолях и химических веществах, выбрасываемых промышленными предприятиями и разрушающих жизненно важный естественный барьер — озоновый слой, предохраняющий организмы от действия ультрафиолетовых лучей.

- Основные озоноразрушающие вещества: хлорфторуглероды (международное обозначение — CFC), такие как фтортрихлор-

метан (CFC-11), дифтордихлорметан (CFC-12) и др.; фторхлорбромуглероды, а также гидрохлорфторуглероды (международное обозначение — HCFC); метилбромид, метилхлороформ и четырёххлористый углерод.

- В мире производится около 1300 тыс. тонн озоноразрушающих веществ, из них менее 10% — нашей страной. На долю США приходится 35%, стран-членов ЕЭС — 40%, Японии — 10%. В отношении главного виновника разрушения озонового слоя — хлорфторуглеродов, используемых в качестве хладагентов, а также для наполнения аэрозольных упаковок — приняты суровые меры. В соответствии с Монреальским протоколом, страны, производящие такие вещества, обязались к 2005 г. — наполовину и к 2007 г. — на 85% уменьшить потребление и производство хлорфторуглеродов.

Транспорт. С увеличением количества автомобильного транспорта возрастает и загрязнение окружающей среды. Двигатели автомобилей выбрасывают огромное количество вредных примесей и одновременно являются мощными потребителями кислорода. Только за 800–900 км пробега каждый автомобиль сжигает такое количество кислорода, которого бы хватило водителю для дыхания на всю его жизнь.

Химическая промышленность. Особый вред природным экосистемам наносит загрязнение химическими веществами, ранее не существовавшими в окружающей среде.

Техногенное загрязнение водоёмов. Основными источниками загрязнения морских вод служат речные стоки, содержащие кадмий, свинец, ртуть, нефтепродукты, в том числе и наиболее опасные из них — полициклические ароматические углеводороды.

Ракетно-космический комплекс. Происходит загрязнение почвы и водоёмов токсикантами вследствие деятельности объектов военно-промышленного комплекса. Так, одним из негативных последствий деятельности испытательного космодрома «Плесецк» является загрязнение природной среды продуктами неполного сгорания ракетного топлива в районах падения отделяющихся частей ракет-носителей.

Места падения ракет описаны специалистами как «участки локального механического разрушения почвенного покрова с явлениями кислотных и щелочных ожогов растительности». По их мнению, возможен как ингаляционный, так и энтеральный (при употребле-

нии растений и воды из загрязнённых водоёмов) путь заражения диких животных.

Радиоактивное загрязнение. Серьёзное значение для загрязнения среды имело вступление человечества в атомную эпоху. Взрывы ядерных бомб над Японией, испытания ядерного и водородного оружия, аварии на атомных электростанциях привели к повышению общего радиоактивного фона Земли. Возникла проблема захоронения радиоактивных отходов. Основной параметр, определяющий опасность загрязнения, — уровень гамма-излучения. Средний уровень гамма-фона в пределах Москвы — от 10 до 20 мкр/ч (аномальными считаются значения более 30 мкр/ч).

- Спустя почти 20 лет после чернобыльской аварии в зону радиоактивного загрязнения входят более 4000 населённых пунктов 14 субъектов Российской Федерации, в которых проживают более 1,5 млн человек.
- На азиатской территории России имеется несколько зон, загрязнённых в результате ранее имевших место радиационных аварий на предприятиях ядерного топливного цикла: районы, примыкающие к производственному объединению «Маяк»; Восточно-Уральский «стронциевый» радиоактивный след, образовавшийся в 1957 г. в результате аварии на этом предприятии.
- Санкт-Петербург и Ленинградская область характеризуются повышенным уровнем всех факторов радиационного риска, как природных, так и техногенных.
- В Москве сосредоточено более 700 предприятий, проводящих работы с радиоактивными веществами. Свыше 300 организаций используют более 20 000 закрытых источников ионизирующего излучения.

Суммируя, можно заключить, что антропогенные изменения окружающей среды приобрели такие размеры, что человек сам становится их жертвой.

Структура экологического знания

Структура современной экологии — всё здание экологических наук, фундаментальных и прикладных, — в развёрнутом виде представлена в работах Н.Ф. Реймерса.

Биоэкология. В биоэкологии выделены направления, определяемые масштабом и степенью интеграции исследуемых объектов.

- Аутоэкология изучает взаимоотношения отдельной особи (вида) с окружающей её средой.

- Популяционная экология — функционирование популяций (например, птичьей стаи или стада антилоп).
- Синэкология — функционирование сообществ, объединяющих популяции организмов разных видов (например, сообщество различных луговых трав).
- Биоценология изучает организацию сложных сообществ животных, растений, грибов, микроорганизмов и т.д., совместно населяющих отдельный участок суши или водоём.
- Биогеоценология исследует функционирование взаимосвязанных комплексов живых организмов и окружающей их неживой среды;
- Биосферология — учение о биосфере.
- Экосферология — глобальная экология.

Эндозкология и экзозкология. Биоэкологию по иерархическим уровням биотических систем подразделяют на эндозкологию и экзозкологию.

- Эндозкология — молекулярная, морфологическая, физиологическая (экология питания, дыхания и т.д.).
- Экзозкология — аутоэкология, демэкология (экология малых групп), популяционная экология, специозкология (экология вида), синэкология, биоценология, биогеоценология, биосферология, экосферология.

Охрана природы. К циклу экологических наук относят также охрану природы и окружающей среды.

- Охрана природы — прикладная экологическая область знания о сохранении систем жизнеобеспечения Земли, обозначается как созология («созо» означает «спасаю»).
- Охрана окружающей человека среды — энвайронментология, или средология, концентрирует своё внимание на потребностях самого человека, т.е. охране природной, социальной и техногенной среды.

По определению Ю. Одума, «экология — междисциплинарная область знания, наука об устройстве многоуровневых систем в природе, обществе, их взаимосвязи».

Специфика современной экологии состоит в том, что она из строго биологической науки превратилась в комплексную междисциплинарную науку — расширенный цикл знаний, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики, даже теологии — по сути дела, всех известных научных дисциплин.

- По подходам к предмету различают аналитическую и динамическую экологию, по факту времени — историческую и эволюционную экологию.
- Большая часть экологических дисциплин относится к прикладной экологии, в которой выделяют ряд разделов (промышленная, сельскохозяйственная, медицинская и др.). В настоящее время число экологических дисциплин продолжает увеличиваться за счёт возникновения новых её ветвей.

Методы исследования в экологии могут быть самыми разнообразными как по форме и уровню интеграции (химические, физические, биологические, молекулярные, морфологические, физиологические, демографические и т.д.), так и по содержанию (от описательных до аналитических, синтетических и др.).

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Экология человека рассматривается как аналог аутоэкологии в пределах экологии животных (воздействие на организм и его реакции) и с позиций взаимодействия антропосистемы со средой обитания. На протяжении многих лет экология человека формировалась в двух направлениях: собственно экология человека и социальная экология.

По определению А.Л. Яншина и В.П. Казначеева, *экология человека — комплексное научное и научно-практическое направление исследований взаимодействия народонаселения (популяций) с окружающей социальной и природной средой*. Экология человека изучает социальные и природные закономерности взаимодействия человека и человечества в целом с окружающей космопланетарной средой, проблемы развития народонаселения, сохранения его здоровья и работоспособности, совершенствования физических и психических возможностей человека.

Структура экологии человека

Экология человека является методологической основой, которая объединяет различных специалистов при решении проблемы взаимодействия населения с внешней средой.

- Медико-биологический уровень: медицинские аспекты среды, медицинские аспекты здоровья, медицинская география, экологическая физиология.

- Социальный уровень: проблемы народонаселения, проблемы ресурсов, воздействие человека на среду, защита среды, управление средой, культурная экология, социальная экология.

Предмет изучения экологии человека — взаимоотношения людей между собой и с окружающей их средой.

Объекты изучения экологии человека — индивидуум и личность, репродуктивная группа (семья), малые группы, популяции, сообщества, расы, а также природные, антропогенные и социальные факторы внешней среды.

Таким образом, в структуру экологии человека входят:

- биологическая компонента (биологическая экология человека);
- социальная компонента (социальная экология человека);
- прикладная, антропогенная компонента (прикладная экология человека).

Сложность прямых и обратных связей человека с быстро изменяющейся средой предопределяет особенности экологии человека:

Природная среда по отношению к человеку выполняет три основные функции:

- экономическая (обеспечивает экономику ресурсами);
- биологическая (обеспечивает физическое здоровье человека);
- социальная (обеспечивает духовное развитие человека и общества в целом).

Социальная экология. Этот термин в 1921 г. предложили социологи Р. Парк и Е. Берджес. Понятие «социальная экология» подчёркивает, что речь идёт не о биологическом, а о социальном явлении. Социальная экология человека также включает несколько частей, отражающих экологию социальных доминант человека: политическую и экономическую экологию; экологию культуры, науки, религий; экологию личности, семьи, социальных групп; прикладную экологию.

Главные задачи экологии человека:

- осмысление неясных вопросов теории экологии человека;
- разработка методов адаптации к различным производственным и природно-климатическим условиям с целью получения максимальных экономических результатов при минимальном использовании природных ресурсов.

Основные научные направления экологии человека

В современном обществе расширяется промышленное освоение новых климатогеографических зон, а человек проникает в экстремальные регионы планеты и околоземное космическое пространство. В этих условиях чрезвычайно важно изучение адаптации различных групп (этнических, возрастных, профессиональных и др.) к изменяющимся условиям среды. Ключевые теоретические проблемы, стоящие перед экологией человека:

- Эволюционные механизмы — исследование эволюции механизмов адаптации на индивидуальном, групповом, организменном и популяционном уровнях.
- Адаптационные механизмы — выявление специфических, неспецифических и конституциональных реакций на воздействие среды.
- Создание экопортретов — изучение эволюционно-генетической типологии и особенностей адаптационных механизмов для создания экологических портретов различных групп населения.
- Роль временных диапазонов — исследование роли фактора времени в формировании адекватных реакций.
- Биологические факторы — изучение влияния космических, земных факторов и их ритмов на состояние здоровья человека или в возникновении нарушений его адаптационных механизмов.
- Социальные факторы — изучение влияния социальных факторов на состояние здоровья человека и возникновение нарушений его адаптационных механизмов.

Генетический груз. Одним из самых серьёзных последствий загрязнения биосферы являются генетические нарушения. Нарушения в генетической информации человека, подрывающие наследственное здоровье населения, объединяются под названием генетического груза. Давление мутаций на каждое поколение людей очень велико. У человека частота мутаций на ген/поколение составляет 5×10^{-5} .

Воспроизводство населения. Существуют большие региональные различия в темпах прироста и воспроизводства населения. Низкая рождаемость и стабильно высокая смертность ведут к снижению естественного прироста населения. Эта неблагоприятная тенденция у некоторых народов может привести к серьёзным социальным и биологическим последствиям.

Саноцентрический подход

Здоровье — полное физическое, психическое, социальное и нравственное благополучие, а не только отсутствие болезней или физических дефектов. С экологической точки зрения именно такое понятие здоровья отражает наличие полной гармонии, приспособления организма к условиям окружающей среды. Как правило, усилия здравоохранения ориентированы преимущественно на диагностику и лечение заболеваний, тогда как здоровье населения — производное многочисленных воздействий на организм человека, включая природно-климатические, производственные, социальные, бытовые условия, генетическую отягощённость а также уровни трудовой активности и творческого потенциала.

Современная медицина имеет дело преимущественно с отрицательными последствиями научно-технического прогресса. Она получает в качестве пациентов людей, которые не смогли адаптироваться к условиям окружающей среды. Сюда относятся как пациенты без ярко выраженных клинических проявлений, так и люди с хроническими заболеваниями в стадии ремиссии, когда острая фаза прошла, но болезнь не побеждена окончательно. Именно о них (условно здоровых) сегодня необходимо позаботиться особо. Всё больше учёных утверждают, что будущее медицины за саноцентризмом (санитас — здоровье).

Данные об ухудшении состояния здоровья населения, связанном с неблагоприятным изменением среды обитания, заставляют искать методы воздействия на окружающую среду. Поэтому для решения важнейших проблем экологии человека целесообразно проводить мониторинг окружающей среды и исследовать влияние экологических условий на здоровье и социально-трудовой потенциал людей.

Цель мониторинга — выявление физического, химического, биологического загрязнения окружающей среды антропогенного происхождения. Биоэкологический мониторинг окружающей среды необходимо проводить на основе оценки структур здоровья населения в различных территориально-производственных комплексах.

Структура здоровья — выраженное в процентах соотношение между группами населения с различным уровнем здоровья (популяционно-экологический паспорт предприятия, села, города, региона, республики, страны, континента, планеты).

Оценка здоровья — главная задача экологии человека для выполнения общественно-социальной роли звена обратной связи в программе экологических и биосферных исследований.

Экология человека и проблемы адаптации

Экология человека и проблемы адаптации неразрывно связаны между собой и в настоящее время выдвигаются на одно из первых мест среди общечеловеческих глобальных проблем. В ходе дальнейшей пространственной экспансии человек будет сталкиваться с действием ряда факторов, с которыми он ранее в ходе эволюционного развития не встречался: радиацией, невесомостью, излучениями физической природы, техногенным загрязнением, необычными миграциями, информационной перегрузкой, нервно-психическим напряжением.

Разрабатывая классификацию процессов адаптации, следует учитывать:

- факторы среды (физико-химические, биологической природы и социально-психические стресс-факторы);
- факторы и свойства самого организма в зависимости от половозрастных, конституционных, национальных особенностей и др.;
- роль сильных и слабых воздействий среды в эволюции человека;
- характер адаптационных перестроек в регуляторных и гомеостатических системах;
- уровень организации биосистемы, начиная от молекулярно-клеточного уровня организации до целостного организма.

Медицинская экология и экологическая физиология

Медицинская экология — область научного знания, интегрирующая в единый комплекс гигиену, токсикологию и экологию человека (Реймерс Н.Ф., 1990). К сфере медицинской экологии может быть отнесено изучение следующих вопросов:

- показатели (параметры) различных функций и систем организма как критерии оценки качества окружающей среды;
- роль и место факторов окружающей среды в её влиянии на здоровье по доле в совокупном воздействии (пестицидов, радионуклидов, минеральных удобрений, других химических веществ, электромагнитных полей и т.д.);
- экологические аспекты совокупного воздействия на людей негативных и позитивных факторов окружающей среды;
- оценка медико-экологического риска и медико-экологической ёмкости ландшафтов;
- разработка медико-экологических нормативов.

Таким образом, медицинская экология — часть медицины, которая подчёркивает экологический подход к изучению медицинских проблем.

Географическая патология. В структуре клинической экологии отдельно представлена географическая патология, которая отражает особенности развития и течения различных заболеваний, обусловленных климатогеографическими условиями. Наглядным примером могут служить эндемические инфекции, микроэлементозы, горная болезнь и другая патология, развитие адаптивной гипертензии малого круга кровообращения в условиях высокогорья и в районах Крайнего Севера.

Экологическая физиология

Новое направление в физиологии — экологическая физиология. Эта дисциплина изучает взаимоотношения физиологических реакций (функций) как между собой в организме, так и с внутренней и внешней средой, а также у различных индивидуумов, групп, популяций и т.д. Интенсивно развивается экологическая физиология человека, в которой выделяются физиологические системы-мишени экосигнальных факторов и экологические факторы. В экологической физиологии рассматриваются изменения функций под влиянием кратковременных и длительных воздействий экстремальных факторов среды, при этом должное внимание уделяют проблемам психологической и социальной адаптации человека.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Когда и кем было сформулировано первое понятие экологии как науки?
2. Назовите этапы развития экологии.
3. Какую роль в становлении экологии сыграли труды Ч. Дарвина?
4. Как развивалась экология животных?
5. Какие теоретические понятия были сформулированы?
6. В чём заключается роль В.И. Вернадского в становлении экологии как науки?
7. Назовите причины актуализации экологии в двадцатом столетии.

8. Какие основные техногенные экологические факторы вы знаете? Дайте их характеристику.

9. Назовите основные системообразующие принципы классификации в экологии.

10. Дайте определение экологии человека. Что является предметом и объектами изучения экологии человека?

11. В чём заключается структура и какие ключевые проблемы стоят перед экологией человека?

12. Дайте определение медицинской экологии и назовите её структуру.

13. Что изучает экологическая физиология?