

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный
университет имени И. Т. Трубилина»

О. В. Зеленская

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Краснодар
КубГАУ
2018

УДК 574 : 167/168 (075.8)

ББК 28.080

3-48

Р е ц е н з е н т ы :

А. Х. Шеуджен – зав. отделом прецизионных технологий
Всероссийского НИИ риса, д-р биол. наук, профессор,
академик РАН;

Н. В. Чернышева – профессор кафедры прикладной экологии
Кубанского государственного аграрного университета,
канд. биол. наук

Зеленская О. В.

3-48 История и методология экологии : учеб. пособие /
О. В. Зеленская. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 94 с.

ISBN 978-5-00097-662-3

В учебном пособии кратко изложены основные этапы становления науки экологии, история ее развития как общебиологической науки от ранней античности до современности. Большое внимание уделено методологии экологии. Обсуждаются особенности формирования научных знаний о природе и экологических концепций.

Предназначено для студентов-экологов (бакалавриат и магистратура), аспирантов, преподавателей и научных работников в области экологии.

УДК 574 : 167/168 (075.8)

ББК 28.080

© Зеленская О. В., 2018

© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени

И. Т. Трубилина», 2018

ISBN 978-5-00097-662-3

ВВЕДЕНИЕ

Изучение и наблюдение природы породило науку.

Марк Туллий Цицерон (106–43 гг. до н. э.).

Вся история науки на каждом шагу показывает, что отдельные личности были более правы в своих утверждениях, чем сотни и тысячи исследователей, придерживавшихся господствующих взглядов... Сложным и кружным путем развивается научная истина, и далеко не все научное мировоззрение служит ее выражением.

В. И. Вернадский (1863–1945).

История и методология науки в современной системе высшего образования занимает особое место. Формирование высококвалифицированных кадров научных работников и преподавателей невозможно без серьезной общенаучной и профессиональной подготовки, знаний в области истории научных исследований и методологии науки.

История науки основана на изучении трудов великих ученых всех времен и народов, от древних цивилизаций до настоящего времени. Для постижения накопленных знаний, обобщения полученных результатов научных исследований современному специалисту необходимо обладать высоким уровнем эрудиции, умением сопоставлять факты и выделять зерно истины. Это сложная задача в связи с большим объемом накопленных знаний, противоречивостью развития научных представлений, сложными эмпирическими и теоретическими построениями. Предназначение данного учебного пособия – ознакомить магистрантов с понятием науки и научной деятельности, особенностями их развития в широком историче-

ском диапазоне – от древнегреческого этапа до эпохи научно-технического прогресса, способствовать изучению процессов становления экологии как методологически обоснованной области научного знания.

На современном этапе экология превратилась в одно из ведущих научных направлений. Это обусловлено тем, что только с экологических позиций становится возможной разработка проблем, связанных с законами интеграции организмов в биологические макросистемы, с рациональным использованием природных ресурсов биосферы, с целым рядом вопросов, возникающих в век научно-технического прогресса и зависящих от поведения человека индустриального общества в природе.

В учебном пособии рассматриваются важнейшие этапы развития естествознания, послужившие отправной точкой для формирования экологического направления в науке на современной методологической основе.

ГЛАВА 1. НАУКА И НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ

1.1 Понятие о науке и научной деятельности

Наука – это многофункциональное явление, которое можно трактовать как:

- отрасль культуры;
- способ познания мира;
- специальный институт (научные сообщества, академии, лаборатории, научные журналы и т. д.).

Наука – сфера человеческой деятельности, функция которой состоит в выработке и систематизации объективных знаний о действительности. Это особый рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке или математическом доказательстве. Наука является компонентом духовной культуры.

Цель науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет ее изучения на основе открываемых ею законов.

Парадигма науки – строго научная теория, господствующая в течение определенного периода в научном обществе. Это модель постановки проблем, методов их исследования и решения.

Научная деятельность включает в себя: субъект, объект, цели, средства, язык науки, конечный продукт, социальные условия, активность субъекта. Субъектами науки являются ученые, научные школы, научно-производственные объединения. Объектом науки является ее предметная область, т. е. все состояния бытия (явления и законы природы, состояния человека и социальных групп). Средства науки – это методы мышления и методы эмпирического исследования. Язык науки – это знаки, символы, формулы, математические уравнения. Конечным продуктом может быть научная теория, за-

кон природы, технология, сорт растений, порода животных и т. д.

Объем научной деятельности, в том числе мировой научной информации в XX в., удваивается каждые 10–15 лет. Растет число наук и ученых. Если в 1900 г. в мире было около 100 тыс. ученых, то сейчас – более 5 млн. Процесс дифференциации научного знания привел к тому, что насчитывается уже более 15 тыс. научных дисциплин.

Наука, согласно утверждению философа Карла Поппера, не только приносит непосредственную пользу общественному производству и благосостоянию людей, но также учит думать, развивает ум, экономит умственную энергию.

Почему человек становится ученым? Этот вопрос занимал исследователей еще в античную эпоху с момента формирования науки как системы знаний, являющихся результатом деятельности группы людей (научного сообщества). Древнегреческий ученый Аристотель, которого называли «отцом науки», назвал в качестве главного стимула познания мира удивление перед ним. Немецкий философ Иммануил Кант писал, что исследователь – это человек, выслушивающий свидетелей. От ученых требуется определенное мужество в отстаивании своих взглядов, интеллектуальная честность и желание посвятить себя научной деятельности. По мнению канадского ученого, основоположника учения о стрессе, Ганса Селье мотивами деятельности ученого являются:

- бескорыстная любовь к природе и правде;
- восхищение красотой закономерности;
- простое любопытство;
- желание приносить пользу;
- потребность в одобрении;
- ореол успеха, преклонение перед героями и желание подражать им;
- боязнь скуки.

Французский ученый Анри Пуанкаре, автор известной книги «О науке», отмечал эстетическую причину познания: «Ученый изучает природу не потому, что это полезно; он исследует ее потому, что это доставляет ему наслаждение, а это доставляет ему наслаждение потому, что природа прекрасна... Я имею в виду ту глубокую красоту, которая кроется в гармонии частей и которая постигается только чистым разумом... красота интеллектуальная дает удовлетворение сама по себе, и, быть может, больше ради нее, чем ради будущего блага рода человеческого, ученый обрекает себя на долгие и тяжкие труды».

В кризисных условиях XX в. ученый должен соблюдать определенные *этические нормы и правила* при проведении научных исследований:

- бескорыстный поиск и отстаивание истины;
- стремление обогатить науку новыми результатами;
- добросовестное обоснование выдвигаемых научных положений;
- открытость для обсуждения и научной критики;
- свобода научного творчества;
- чувство социальной ответственности.

Этические нормы науки неразрывно связаны с ее особенностями, которые присущи любой области научного знания, вне зависимости от предмета исследования.

Характерные черты науки:

1. *Универсальность* – это означает, что наука сообщает знания, истинные для всех.

2. *Фрагментарность* противоположна универсальности и связана с тем, что наука изучает не бытие в целом, а различные фрагменты реальности или ее параметры, а сама делится на отдельные дисциплины.

3. *Общезначимость* – получаемые наукой знания пригодны для всех людей, ее язык однозначен, так как она стремится

четко фиксировать свои термины. Это способствует объединению людей, живущих в разных странах мира.

4. *Обезличенность* науки означает, что ни индивидуальные особенности ученого, ни его национальность, ни место его проживания никак не представлены в конечных результатах научного познания.

5. *Систематичность* науки основана на том, что она имеет определенную структуру, а не является бессвязным набором частей.

6. *Незавершенность* связана с тем, что наука не может достичь абсолютной истины, хотя научное знание и его объем неуклонно растут.

7. *Преемственность* науки показывает, что новые знания определенным образом соотносятся со старыми знаниями, базируются на их основе.

8. *Критичность* науки основана на том, что она всегда готова поставить под сомнение свои даже самые основополагающие результаты.

9. *Достоверность* науки заключается в том, что ее выводы допускают и проходят проверку по определенным, сформулированным в ней правилам.

10. Наука считается *вне моральной*, так как все научные истины нейтральны в морально-этическом плане, а нравственные оценки могут относиться либо к деятельности по получению знаний (этика ученого требует от него интеллектуальной честности и мужества в процессе поиска истины), либо к деятельности по его применению (клонирование человека, создание генетически модифицированных организмов).

11. *Рациональность* – наука получает знания на основе законов логики и рациональных процедур, она доходит до формулирования теорий и их положений, выходящих за рамки эмпирического уровня.

12. *Чувственность* науки связана с тем, что ее результаты требуют эмпирической проверки с использованием восприятия, и только после этого признаются достоверными.

Кроме того, для науки характерны свои особые методы и структура исследований, язык, аппаратура. Всем этим и определяется специфика научного исследования и значение науки.

Причины, от которых зависит развитие науки:

- потребности материального производства;
- практические потребности общества;
- экономический строй;
- уровень развития культуры;
- формы общественного сознания;
- уровень науки.

Значение науки в эпоху НТР неуклонно возрастает. К достижениям НТР можно отнести освоение космоса, появление новых источников энергии (атомной энергии), создание средств массовой коммуникации и информации, искусственного интеллекта и т. д. Одной из причин экологического кризиса в эпоху НТР является чрезмерный аналитизм научного мышления, который в стремлении проникнуть вглубь вещей таит в себе опасность отхода от реальности, от целостного взгляда на природу. Наука должна быть едина, как едина биосфера.

Наука не только изучает развитие мира, но и сама является фактором и результатом эволюции. В современной науке отмечаются важные процессы, имеющие место в системе «природа-общество». Противоречия современной науки связаны с тем, что цели, которые ставились перед ней на этапе развития индустриального общества, а также нормы, методы и средства, в соответствии с которыми она развивалась, привели к возникновению глобальных экологических проблем. Рост масштабов преобразовательной деятельности человека требует повышения теоретического уровня исследований системы «природа-общество». Без этого невозможно эффектив-

ное управление природой. Чем выше технический уровень развития производства, тем более важные и прочные связи в природе нарушаются. В результате возникает потребность в научных рекомендациях для выбора альтернативы: попытаться облегчит адаптацию природной среды к техническим нововведениям или изменить план преобразования природы.

На современном этапе для науки становится все более характерной тенденция *экологизации*. Это связано с тем, что необходимый для эффективного развития цивилизации научно-технический прогресс сопровождается множеством непредсказуемых последствий, таких как загрязнение окружающей среды. Оно снижает качество нашей жизни и представляет угрозу для некоторых систем жизнеобеспечения на Земле. Для сокращения объемов загрязнений и количества образующихся отходов прикладной наукой разрабатываются новые малоотходные, безотходные и природосберегающие технологии.

1.2 Научный метод познания природы

Научный метод – система категорий, ценностей, принципов, взглядов, которыми руководствуется в своей деятельности научное сообщество.

Научный метод предполагает:

- достаточно устойчивую и ясную систему категорий, служащих координатами научного мышления;
- определенную систему ценностей, на которые ориентируется в своей деятельности ученый;
- специфический отбор методов обоснования полученного знания;
- общие принципы, соответствие которым желательно, но не обязательно;
- особые, специфические для каждой научной дисциплины правила адекватности;

– определенные образцы успешной исследовательской деятельности в конкретной области.

Понятие *метод* (от греч. «методос» – путь к чему-либо) означает совокупность приемов и операций практического и теоретического освоения действительности. Владение методом – это последовательное совершение тех или иных действий для решения различных задач и умение применять эти знания на практике. Учение о методе начало развиваться еще в XVII в. Правильный метод считался ориентиром к надежному, истинному знанию. Методы научного познания принято подразделять по степени их общности, т. е. по широте применимости в процессе научного исследования. На этой основе выделяют три группы методов: *всеобщие, общенаучные и частнонаучные*.

Всеобщих методов в истории познания известно два: *метафизический* и *диалектический*. *Метафизический метод* господствовал в естествознании до середины XIX в. Он предполагал Божественное творение мира и рассмотрение явлений природы в их неизменности и независимости друг от друга, отрицая внутренние противоречия как источник развития. Сторонниками его были такие известные ученые как И. Ньютон, К. Линней, Ж. Кювье и другие. Но в середине XIX в. с появлением первых эволюционных теорий Ж.-Б. Ламарка, Ч. Лайеля, Ч. Дарвина метафизический метод в естественнонаучном познании сменяется *диалектическим*. Этот новый метод познания природы строится на изучении явлений действительности в их развитии и самодвижении. Он связан с формированием эволюционной картины мира.

Частнонаучные методы используются в рамках исследований какой-то конкретной науки. Каждая частная наука имеет свои специфические методы исследований. Например, в экологии используют метод измерения факторов окружающей среды, проводят биотический анализ. В него входят методы отбора организмов, методы оценки популяций и т. д.

Общенаучные методы используются в самых различных отраслях науки. Их классификация связана с понятием уровня естественного познания. В зависимости от использования на определенном уровне естественного познания общенаучные методы делятся на эмпирические, теоретические и эмпирико-теоретические (т. е. используемые на обоих уровнях).

К категории эмпирических методов естественного познания относят наблюдение, измерение и эксперимент.

Наблюдение – это чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира. Наблюдения являются первоначальным источником информации. Научное наблюдение характеризуется рядом особенностей: целенаправленностью, планомерностью, активностью исследователя.

По способу проведения наблюдения могут быть непосредственными, опосредованными и косвенными. При непосредственных наблюдениях свойства, стороны объекта отражаются, воспринимаются органами чувств человека. В настоящее время непосредственное визуальное наблюдение широко используется в космических исследованиях. С орбиты искусственного спутника Земли глаз человека может уверенно определить границы облачного покрова, типы облаков, границы выноса мутных речных вод в море, просмотреть рельеф дна на мелководье, различить типы планктона, определить характеристики океанических вихрей и пылевых бурь размером несколько сот километров. Опосредованное наблюдение проводится с использованием тех или иных технических средств. Например, в XX в. был создан электронный микроскоп. Это позволило исследователям наблюдать удивительный мир микрообъектов и микроявлений, изучать строение клетки. Развитие современной науки связано с так называемыми косвенными наблюдениями. Они актуальны при отсутствии возможности визуальных и опосредованных наблюдений, когда только по косвенным признакам можно установить наличие,

местонахождение или особенности поведения объектов живой природы. Косвенные наблюдения обязательно основываются на некоторых теоретических положениях, устанавливающих определенную связь между наблюдаемыми и ненаблюдаемыми объектами и явлениями.

Научные наблюдения всегда сопровождаются описанием объекта познания. Описания результатов наблюдений должно быть достоверным и иметь четкий и однозначный смысл.

Измерение – это процесс, заключающийся в определении количества значений тех или иных свойств, сторон изучаемых объектов и явлений с помощью специальных технических устройств. Единица измерения – это эталон, с которым сравнивается изучаемая сторона объекта или явления (эталону присваивается числовое значение 1).

Методика построения системы основных и производных единиц была впервые предложена в 1832 г. К. Гауссом. Он предложил систему, в которой за основу были приняты три произвольные, независимые друг от друга основные единицы: длины (миллиметр), массы (миллиграмм), времени (секунда). Все остальные единицы считались производными и определялись с помощью трех основных.

В настоящее время действует Международная система единиц СИ, принятая в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам. Она построена на базе семи основных единиц – метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела, моль – и двух дополнительных: радиан и стерадиан.

Для обработки научных результатов на современном этапе широко применяются новые статистические методы и информационные технологии.

Эксперимент – это самый важный и наиболее сложный метод эмпирического познания. Это активное, целенаправленное и строго контролируемое воздействие исследователя на изучаемый объект для выявления и изучения тех или иных его сторон, свойств, связей. Эксперимент позволяет устранить

всякого рода побочные факторы, затрудняющие процесс исследования в естественных условиях. В ходе эксперимента объект может быть поставлен в некоторые искусственно созданные условия, например, изучаться при сверхнизких температурах или при чрезвычайно высоком давлении. Интересными и многообещающими являются эксперименты в рамках науки космической биологии, позволяющие изучать явления и объекты живой природы в таких необычных условиях (невесомость, глубокий вакуум), которые недостижимы в земных лабораториях.

Достоинством многих экспериментов является их воспроизводимость. Это означает, что условия эксперимента и соответственно проводимые при этом наблюдения, измерения могут быть повторены столько раз, сколько это необходимо для получения достоверных результатов.

Эксперименты в зависимости от характера проблем подразделяются на исследовательские и проверочные. Исследовательские эксперименты дают возможность обнаружить у объекта новые, неизвестные свойства. Проверочные эксперименты служат для проверки, подтверждения тех или иных теоретических построений.

К *теоретическим методам* естественнонаучного познания относятся: абстрагирование, идеализация, формализация, индукция и дедукция.

Абстрагирование – это восхождение от абстрактного к конкретному. Процесс познания природы всегда начинается с рассмотрения конкретных, чувственно воспринимаемых предметов и явлений, их внешних признаков, свойств, связей. Переход от чувственно конкретного к абстрактному связан с известным упрощением действительности. Вместе с тем исследователь получает возможность глубже понять изучаемый объект, раскрыть его сущность. В истории науки имели место и ложные абстракции, ничего не отражавшие в объективном мире: жизненная сила, эфир, теплород и т. п. Развитие есте-

ствознания повлекло за собой открытие все новых и новых действительных сторон, свойств, связей, объектов и явлений материального мира.

Идеализация, или мысленный эксперимент, представляет собой мысленное внесение определенных изменений в изучаемый объект в соответствии с целями исследований. В результате таких изменений могут быть добавлены или исключены из рассмотрения какие-то свойства, стороны, признаки объектов. Обычно идеализация применяется в физике, например, это понятия материальной точки, идеального газа, абсолютно черного тела, модели идеального вытеснения и полного перемешивания.

Основное положительное значение идеализации как метода научного познания заключается в том, что получаемые на ее основе теоретические построения позволяют затем эффективно исследовать реальные явления и объекты природы.

Формализация, или язык науки, – это описание объектов и явлений с помощью математических формул, составление математических моделей, основывающееся на соответствующих теориях. Достоинство формализации состоит в обеспечении краткости и четкости записи научной информации.

Индукция (от лат. *inductio* – побуждение) – это метод исследования и способ рассуждения, в котором общий вывод делается на основании частных посылок. Это движение нашего мышления от частного к общему. Индуктивный метод сыграл важную роль в открытии таких законов природы, как закон всемирного тяготения, атмосферного давления, теплового расширения тел.

Дедукция (от лат. *deductio* – выведение) – получение частных выводов на основе знания общих положений. Это движение нашего мышления от общего к частному. Получение новых знаний посредством дедукции существует во всех естественных науках, на наибольшее значение дедуктивный метод имеет в математических исследованиях.

Последние два метода научного познания – индукция и дедукция – не применяются отдельно друг от друга. Они тесно взаимосвязаны в процессе познания природы. Каждый из них используется на соответствующем этапе познавательного процесса.

Существует группа методов общенаучного познания, которые можно использовать как на теоретическом, так и на эмпирическом уровне исследования. К таким методам относятся анализ, синтез, аналогия, моделирование, системный метод.

Анализ – это разделение целого предмета на составные части (стороны, признаки, свойства или отношения) с целью их всестороннего изучения. Например, с давних времен анализ применялся для разложения на составляющие некоторых химических веществ. Так сформировались такие науки как аналитическая химия, аналитическая геометрия.

Синтез – метод познания, дополняющий аналитический метод. Это соединение ранее выделенных частей предмета в единое целое. Синтез не означает простого механического соединения разъединенных элементов в единую систему. Он раскрывает место и роль каждого элемента в системе целого, устанавливает их взаимосвязь и взаимообусловленность. Этот метод в настоящее время широко применяется в органическом синтезе сложных химических веществ.

Аналогия – метод познания, при котором на основе сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках. Установление сходства или различия между объектами осуществляется в результате их сравнения. Метод аналогии применяется во многих естественных науках: физике, химии, биологии. Широко используется этот метод в сравнительной анатомии и систематике растений и животных.

Моделирование – это изучение объекта (оригинала) путем создания и исследования его копии (модели), замещающей оригинал с определенных сторон, интересующих исследователя. Различают несколько видов моделирования в зависимо-

сти от характера используемых в научном исследовании моделей: мысленное, физическое, символическое, математическое моделирование.

Математическое моделирование широко используется для изучения экосистем, особенно при определении количественных показателей. Первые математические модели биотических отношений хищник-жертва и паразит-хозяин были разработаны В. Вольтерра (1931). Они послужили толчком для построения более сложных моделей процессов пищевых отношений в биоценозах. На основе математических моделей изучают также микробные популяции и популяции одноклеточных водорослей, выращиваемых в культиваторах (биотехнология, биоинженерия).

Системный метод – новый междисциплинарный метод исследования. Впервые он появился в кибернетике, сейчас нашел широкое применение и в других науках, в частности, в биологии и экологии. При системном подходе объекты исследования рассматриваются как элементы системы, которые связаны между собой и образуют структуру системы. Например, биосфера – это совокупность наземных и водных экосистем планеты Земля. В свою очередь каждая экосистема представлена биотическим и абиотическим блоками со сложной системой связей между ними. В комплексе экологических наук в XX в. на основе системного подхода сформировалось новое направление – системная экология. Системный метод – это новая концепция самоорганизации, опираясь на которую можно лучше понять современную естественнонаучную картину мира.

Научный метод в каждый конкретный промежуток времени представляет собой итог и вывод предшествующей истории научного познания.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте науку как многофункциональное явление. Что такое парадигма науки?
2. Как в истории науки формировались представления о личности ученого и его научной деятельности?
3. Какие этические нормы должен соблюдать ученый при проведении научных исследований?
4. Перечислите характерные черты науки и объясните их сущность на примерах из истории развития научных знаний.
5. Какое значение приобретает наука в эпоху НТР?
6. Приведите классификацию методов научного познания по критерию «широта применимости».
7. Какие методы научного познания нашли применение в экологических исследованиях? Приведите примеры.
8. Почему в современной экологии широко используется системный метод исследования? В чем его суть?

Тестовые задания:

1. Под объективностью научного знания понимается:
 - а) независимость его (знания) от познающего субъекта;
 - б) преемственность в развитии идей, теорий и понятий, неразрывность всего познания как внутреннего единого целенаправленного процесса;
 - в) готовность поставить под сомнение и пересмотреть взгляды, если в ходе проверки они не подтвердятся;
 - г) свобода критики, беспрепятственное обсуждение спорных или неясных вопросов, открытое и свободное столкновение различных мнений.
2. Под системностью научного знания понимается то, что наука ...

- а) направлена на получение знаний, пригодных для всех людей, и её язык является однозначным;
- б) изучает не бытие в целом, а различные фрагменты реальности;
- в) имеет определённую структуру, а не является бессвязным набором частей;
- г) делится на отдельные дисциплины.

3. В процессе наблюдения происходит ...

- а) фиксация фактов, их предварительная классификация и сравнение;
- б) фиксация и регистрация количественных характеристик объекта при помощи различных измерительных приборов;
- в) логическая обработка всей совокупности фактов;
- г) интерпретация и объяснение наблюдаемых фактов.

4. Методология системного подхода в экологии реализована благодаря:

- а) открытию новых земель;
- б) новым информационным технологиям;
- в) увеличению финансирования научно-исследовательских проектов;
- г) процессам дифференциации естественных наук.

5. Наука – это ...

- а) система экспериментальных данных;
- б) компонент культуры;
- в) элемент практического преобразования мира;
- г) элемент материально-предметного освоения мира.

6. Главная особенность науки – это её ...

- а) зависимость от личности исследователя;
- б) зависимость от государственных интересов;
- в) регулирование со стороны идеологического руководства;
- г) объективность и реальность.

7. Научное познание опирается на ... способ отражения мира

- а) художественно-образный;

- б) рациональный;
- в) религиозный;
- г) интуитивный.

8. Среди теоретических методов отсутствует:

- а) аналитический;
- б) индуктивный;
- в) системный;
- г) экспериментальный.

9. Какой из видов моделирования нашел широкое применение в экологии?

- а) математическое;
- б) мысленное;
- в) физическое;
- г) символическое.

10. Установите соответствие между характерными чертами науки и их обоснованием:

- 1) универсальность;
- 2) рациональность;
- 3) достоверность.

- а) наука получает знания на основе законов логики;
- б) научные выводы проходят эмпирическую проверку по определенным правилам;
- в) наука сообщает знания, истинные для всех.

11. Какой из общенаучных методов естественнонаучного познания лежит в основе системной экологии?

- а) наблюдение;
- б) анализ;
- в) системный;
- г) моделирование.

12. Что включает в себя научная деятельность?

- а) субъект науки и его активность;
- б) цели и средства;
- в) новые технологии;
- г) промышленное оборудование.

ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИИ

Методология научного познания лежит в основе любого исследования и определяет полученные результаты. Развитие экологии в XX в. привело к формированию основополагающих идей, которые требуют разработки новых методологических подходов для их осмысления.

Методология науки, в традиционном понимании, это учение о методах и процедурах научной деятельности, а также раздел общей теории познания, в особенности теории научного познания (эпистемологии) и философии науки.

Методология научного познания по современным представлениям – это учение о структуре, логической организации, формах, методах и средствах научно-познавательной деятельности.

Важнейшая задача методологии – изучение происхождения, сущности и эффективности методов познания. Основной функцией методологического знания является внутренняя организация и регулирование процесса познания или практического преобразования объекта. Объектом в процессе познания природы является сама природа, а субъектом познания – человек. Методология в отличие от методики понятие философское, получающее конкретное содержание в разных науках.

Методология, в прикладном смысле, это система (комплекс, взаимосвязанная совокупность) принципов и подходов исследовательской деятельности, на которые опирается исследователь (ученый) в ходе получения и разработки знаний в рамках конкретной дисциплины: физики, химии, биологии, экологии и других разделах науки.

Методология науки дает характеристику компонентов научного исследования (объекта, субъекта, предмета анализа, задачи исследования, совокупности исследовательских средств) и формирует представление о последовательности движения исследователя в процессе решения задачи.

Важными методологическими аспектами в научной деятельности являются:

- постановка проблемы (здесь часто совершаются ошибки);
- выбор предмета исследования и выдвижение научной гипотезы;
- проверка полученного результата с точки зрения его истинности.

Наиболее существенный вклад в разработку методологии науки внесли древнегреческие ученые Платон и Аристотель, ученые эпохи Нового времени Френсис Бэкон и Рене Декарт, а также сторонники диалектизации естественнонаучного познания Иммануил Кант и Георг Гегель (XIX в.). В то же время в работах этих авторов методология науки представала в обобщенном виде, совпадая с исследованием общей идеи научности и ее базовых принципов. В частности, Аристотель и Бэкон классифицируют научное знание и предлагают два основных метода получения достоверной информации о природе и человеке: логико-дедуктивный и экспериментально-индуктивный. Кант разрабатывает общие границы познавательных способностей, а Гегель пытается создать универсальную систему научного знания.

Прогресс производительных сил и производственных отношений, формирование технологической сферы и развитие промышленного производства привели к тому, что наука приобретает все большее значение в отношении разработок новых технологий и рациональных принципов природопользования. Обретают новый реальный смысл теоретические изыскания в области методологии науки. В работах Конта, Спенсера, Дюркгейма и других авторов разрабатываются уже не просто принципы общенаучного знания, а конкретные варианты методов научно-познавательной деятельности, причем во многом ориентированной на мир социальных связей и отношений.

Особое значение в становлении методологии науки имели исследования Буля, Фреге, Пирса в области логико-математического знания. Эти авторы заложили основы формализации норм и процедур научной деятельности, открывая пространство формализации и математизации логического знания. Они использовали логико-методологические подходы естествознания в гуманитарных науках, что способствовало их взаимосвязи и формированию единой культуры.

Экология как биологическая наука традиционно изучала структурно-функциональные связи организмов между собой и с окружающей средой. Она сосредоточила внимание на проблеме структурного единства, организационной целостности органических образований. Однако к концу XX в., благодаря работам С. С. Шварца и других исследователей, становится все более ясным, что использование только структурно-функциональных методологических подходов недостаточно для построения общей теории экологии. Для успешного решения этой задачи современная экология должна включить эволюционный и структурно-системный подход, принципы историзма и самоорганизации в арсенал своих теоретико-познавательных средств.

В основе методологии экологии, как и любой другой науки, лежат общие положения диалектического материализма, логики и науковедения.

К *методологическим подходам в экологии* относят исторический, популяционный, экосистемный, эволюционный, системно-структурный, целевой.

Исторический подход диктует необходимость знать историю развития (филогенез) процесса, т. е. учитывать фактор времени. Историческая экология изучает изменения, связанные с развитием человеческой цивилизации и технологии, их возрастающее влияние на природу, охватывая период от неолита до наших дней. Используя исторические подходы, можно выявлять долговременные экологические тенденции,

которые невозможно установить только путем изучения современных экосистем. Таковы, например, изменения климата, конвергентная эволюция, расселение видов растений и животных. Исторический подход дает больше новых теоретических идей в сравнении с анализом местообитаний. Анализ местообитаний особо выделяют в связи с удобством проведения исследований. Он широко распространен в полевых исследованиях, так как местообитания легко поддаются классификации. Здесь изучают биотические компоненты экосистемы, основные факторы окружающей среды – эдафические, топографические и климатические, такие, как почва, вода, влажность, температура, свет и ветер. Анализ местообитаний имеет тесные связи с экосистемным подходом и изучением сообществ.

Популяционный подход. В современных популяционных исследованиях в рамках науки демэкологии используются математические модели роста, самоподдержания и уменьшения численности тех или иных видов. Построение моделей связано с такими понятиями, как рождаемость, выживаемость и смертность. Популяционный подход обеспечивает теоретическую базу для понимания всплесков численности вредителей и паразитов, имеющих значение для медицины и сельского хозяйства, дает возможность борьбы с ними применением биологических методов, например, использование хищников и паразитов вредителя. Этот подход позволяет оценить критическую численность вида, необходимую для его выживания. Это особенно важно при организации заповедников, ведении сельского, лесного и охотничьего хозяйства, а в теоретическом плане – при изучении вопросов эволюционной и исторической экологии.

Изучение экологического своеобразия популяций, выяснение их экологической структуры позволяет более точно отобразить характер и сущность эволюционного процесса. Представление о том, что элементарной единицей эволюции является популяция, может рассматриваться как исходный

момент в формировании системы новых методологических установок неклассической биологии и эволюционной экологии.

Экосистемный подход. При экосистемном подходе основное внимание уделяется изучению потоков энергии в экосистеме и круговороту веществ между абиотическим и биотическим блоками экосферы. Наибольший интерес представляет установление функциональных связей живых организмов между собой и с окружающей средой. Все связи, например, такие как цепи питания, оцениваются по их воздействию на изучаемый объект.

При изучении сообществ (ценозов) исследуют растения, животных, грибы и микроорганизмы, которые обитают в различных экосистемах, таких, как лес, луг, пустошь. Основное внимание уделяется определению и описанию видов, изучению лимитирующих факторов, ограничивающих их распространение. Одним из аспектов подобных исследований является получение научных данных о сукцессиях и климаксовых сообществах, что важно для решения вопросов рационального использования природных ресурсов.

Экосистемный подход выдвигает на первый план общность организации всех сообществ, независимо от местообитания и систематического положения входящих в них организмов. Сравнение водной и наземной экосистем (биома) показало, что при значительном различии в характеристиках среды обитания и в населяющих системы видах здесь четко просматривается сходство структуры и функциональных единиц этих экосистем. Взаимосвязи объектов в экосистемах очень сложны и многообразны, поэтому в экологических исследованиях часто приходится работать «на стыке наук», используя методы из разных отраслей знания. Например, физико-химический метод меченых атомов используется при изучении процессов обмена веществ в живых организмах. При экосистемном подходе имеет место высокий уровень эмпи-

ризма, в частности, стремление дать всестороннее описание и количественные оценки изучаемых процессов. Выявленные при этом закономерности обычно выражаются как определенные количественные отношения.

В последнее десятилетие XX в. успехи техники дали возможность на количественном уровне изучать сложные экологические системы. Необходимыми инструментами для этого послужил не только метод меченых атомов, но и новые физико-химические методы (спектрометрия, колориметрия, газовая и жидкостная хроматография), дистанционные методы зондирования, автоматический мониторинг, математическое моделирование и т. д. Это позволило ученым разных стран, работающим с 1964 г. по общей Международной биологической программе (МБП), подсчитать максимальную биологическую продуктивность всей нашей планеты или тот природный фонд, которым располагает человечество, и максимально возможные нормы изъятия продукции для нужд растущего населения Земли. Конечной целью МБП было выявление качественного и количественного распределения и воспроизводства органического вещества в интересах использования их человеком. Итоги работы ученых по МБП поставили перед современным обществом актуальнейшую задачу предотвращения возможных нарушений биологического равновесия в масштабах всей планеты.

В экосистемном подходе находит отражение концепция гомеостаза (саморегуляции), согласно которой нарушение регуляторных механизмов, например, в результате загрязнения окружающей среды, может привести к биологическому дисбалансу и, в конечном итоге, к экологическому кризису. Экосистемный подход важен при разработке стратегии развития сельского хозяйства.

Эволюционный подход. Важный материал о характере вероятных будущих изменений можно получить, изучая, как экосистемы, сообщества, популяции и местообитания меня-

лись во времени. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять основные закономерности, которые действовали в экосфере до того момента, когда важным экологическим фактором, влияющим на большинство организмов и на физическую среду, стала деятельность человека. Эволюционный подход в исследованиях позволяет реконструировать экосистемы прошлого, используя палеонтологические данные (анализ пыльцы, ископаемые остатки и т. д.) и сведения о современных экосистемах.

Любая экосистема является результатом коэволюции, взаимосопряженной селекции видовых геномов. В свете этих представлений такие фундаментальные экологические понятия как популяция, биоценоз, экосистема, биосфера приобретают новый смысл. Коэволюционные представления позволили принципиально изменить сам подход к рассмотрению таких важных в мировоззренческом аспекте вопросов как эволюция человека, общества и природы.

Наиболее наглядно коэволюционные представления, а также их тесная взаимосвязь с эволюционным подходом, оказываются применимы в качестве когнитивных репрезентаций при изучении биосферы, понимаемой как развивающаяся целостная система. Согласно учению В. И. Вернадского высшим этапом развития биосферы Земли является ноосфера – новое эволюционное состояние биосферы, преобразуемой разумной деятельностью человека. Необходимым условием эволюции ноосферы как сферы разума является взаимосвязь законов природы с законами мышления и социально-экономическими законами общества. При эволюционном подходе осуществляется принципиальный процесс формирования новых эволюционно-организационных моделей.

При использовании *системно-структурного подхода* объект рассматривается как система, т.е. комплекс взаимодействующих компонентов или процессов. В рамках этого подхо-

да при необходимости используется логико-математический аппарат с применением информационных технологий (например, выбор оптимального варианта).

Системно-структурный подход ориентирован на изучение строения и состава сложной системы. Этот подход дает возможность определить способы взаимосвязи и взаимодействия элементов, образующих систему, и позволяет раскрыть её состав, строение и форму внутренней организации. Системно-структурный метод позволяет выделить в науке экологии составляющие ее части и решить их проблемы, а затем определить, какое воздействие окажут данные решения на систему в целом.

Системы различной природы, в том числе экологические, могут иметь большое число разных свойств, многие из которых являются специфическими, присущими только данной системе. На основании выделения групп свойств можно определенным образом классифицировать все системы. В первую очередь, это касается групп, характеризующих структуру и отношение систем к внешней среде, а также способов управления ими. Системный подход способствует постановке проблем в науке и выработке эффективной стратегии. Методология и специфика системного подхода определяется ориентацией исследования на раскрытие целостности объекта и обеспечения ее механизмов, а также на выявление разнообразных типов связей сложного объекта и сведение их в единую теоретическую картину.

В системно-структурном подходе важнейшим элементом является экологическая этика – междисциплинарная наука о взаимоотношениях человека и природы. Она обосновывает единство природных и человеческих ценностей. Например, сохранение биоразнообразия есть благо для человека. В то же время здоровый, умеренный образ жизни с разумной системой потребления способствует устойчивому развитию мира, снижая темпы истощения природных ресурсов и количество об-

разующихся отходов. В настоящее время вмешательство человека в природные процессы носит недостаточно управляемый характер и экологическая ситуация быстро ухудшается. Решением проблемы может стать применение принципов рационального природопользования и внедрение природосберегающих технологий.

Целевой подход используется, когда конечный результат того или иного процесса нельзя установить опытным путем. В данном случае процесс или явление рассматривается условно, в виде тенденции развития, гипотетически. Он полезен при постановке новых проблем, разработке новых научных направлений и программ, варьировании экспериментов. На современном этапе введение в науку целевой причинности диктуется логикой ее дальнейшего развития. При создании новой научной парадигмы необходимо прийти к пониманию смысловой связи окружающего нас мира. Переосмысление понятия цели открывает возможности для создания новых методов в исследовании жизни и новых подходов в решении фундаментальных вопросов биологии и глобальных экологических проблем.

Каждый из вышеуказанных методологических подходов требует применения своих методов, специально разработанных с учетом характеристики объектов, условий местообитаний и поставленных задач. Методология науки, формируя свои требования, в свою очередь опирается на данные истории науки.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем суть современных представлений о методологии научного познания?
2. Перечислите методологические аспекты научной деятельности и объясните последовательность постановки вопросов при выборе и решении научной проблемы.

3. Какие методологические подходы используются в современной экологии? Дайте их краткую характеристику.

4. В рамках какого методологического подхода используется логико-математический аппарат с применением новых информационных технологий?

5. Охарактеризуйте экологическую этику как один из элементов системно-структурного подхода.

6. На какие направления экологических исследований оказали влияния коэволюционные представления и на чем они основаны?

7. Проследите взаимосвязь популяционного, эволюционного, экосистемного и исторического методологических подходов. Для решения каких глобальных экологических проблем они используются?

ГЛАВА 3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУК О ПРИРОДЕ

3.1 Античный период развития естественнонаучного знания

Экология как биологическая дисциплина возникла в середине XIX в. и стала отдельным самостоятельным научным направлением на рубеже XIX–XX вв. Но экологические идеи и принципы были известны давно, еще в древнем мире.

Первые сведения об экологических представлениях человека датируются теми же годами, что и появление письменности. Зачатки будущей науки содержались в самых ранних письменных памятниках культуры древности – в египетских «текстах пирамид» (XXV–XX вв. до н. э.), в Аккадской мифологии Вавилона (XXII–XVIII вв. до н. э.), в индийских эпических поэмах «Махабхарата» и «Рамаяна» (VI–IV вв. до н. э.). В частности, на пирамиде Хеопса были начертаны слова: «Люди погибли от неумения пользоваться силами природы и от незнания истинного мира».

Представления о повадках животных, образе их жизни, сроках сбора растений, местах их произрастания, способах выращивания и ухода за ними есть во всех древних текстах цивилизаций Месопотамии, Египта, Древнего Китая и т.п. Сведения такого рода имели место в эпических сказаниях, легендах, других памятниках культуры. Например, древнеиндийские сказания «Махабхарата» (VI–II вв. до н. э.) содержали сведения о повадках и образе жизни около 50 видов животных, описано их местообитание, размножение, суточная активность, сообщается об изменении численности некоторых из них. В Древнем Вавилоне письменностью была клинопись на глиняных табличках. В таких табличках описаны способы обработки земли, указывается время посева культурных растений, перечислены птицы и животные, вредные для земледелия. В Древнем Китае IV–II вв. до н. э. в хрониках описыва-

ются условия произрастания различных сортов культурных растений. Разнообразие декоративных сортов хризантем, известных в те времена, говорит о проведении сознательного методического отбора.

Накопление эмпирического материала в течение многих веков способствовало познанию природы и расширяло представления о мире. Однако, несмотря на высокий уровень развития знаний о природе в древнейших цивилизациях, связь между этими знаниями и технологиями отсутствовала. Так, одна из главных причин гибели древнейших земледельческих государств Месопотамии или культур Сахары заключалась в непредвиденных, но неизбежных экологических последствиях их деятельности. Засоление почв вследствие ирригации и опустынивание земель как закономерный итог вытаптывания и перевыпаса тормозили развитие цивилизаций.

Первыми экологами Г. С. Розенберг (2007) считает древнегреческих поэтов и философов – Гомера, Фалеса, Эмпедокла, Гиппократ, Демокрита, Платона, Аристотеля, Теофраста и римских прагматиков – Варрона, Сенеку, Плиния Старшего и многих других.

Наибольший вклад в развитие представлений о природе, взаимоотношениях организмов с окружающей средой внесли ученые-натурфилософы **Древней Греции** (VI–III вв. до н. э.): Эмпедокл, Аристотель, Теофраст, Гиппократ и другие. Они обобщили экологические факты и наблюдения и представили их в виде научных гипотез и теорий, используя логический аппарат и философские представления о природе.

В VI в. до н. э. завершилось формирование древнегреческих городов-государств. Большое развитие в них получили торговля, ремесло, культурная жизнь, причем именно ремесленный труд послужил ключом к революции человеческого мышления. Милет в то время был главным городом Ионийской колонии в Малой Азии, расположенным на побережье Эгейского моря. Там сформировалась первая в истории науки

Милетская школа натурфилософии. Ее основателем был *Фалес Милетский* (625–547 гг. до н. э.) – первый исторически достоверный философ и естествоиспытатель. Фалес был первым в истории науки стихийным философом-материалистом, он пытался объяснить мир, не ссылаясь на вмешательство богов. Ему приписывают учение о стихиях, как первооснове всего сущего. Началом всего существующего, подобно вавилонянам, он считал воду. Нашу Землю он сравнивал с островом, плавающим в океане воды. Причем Земля образовалась из океанов благодаря естественному процессу заиливания. Подобные процессы ученый наблюдал, путешествуя в дельте Нила.

Ученик Фалеса – *Анаксимандр* (610–546 гг. до н. э.) первоначальной стихией считал мифическое первовещество – апейрон. По его мнению, жизнь спонтанно зарождалась в грязи, первыми живыми существами были рыбы, а человек произошел от других животных. Анаксимандр был одним из первых ученых, занимавшихся экспериментированием. Изучая движение тени, отбрасываемой вертикальной палкой, он точно определил продолжительность года и сезонов. Впервые в Греции он построил солнечные часы, создал карту известного мира и небесный глобус с нанесенным на него рисунком созвездий. Ему же принадлежит первая попытка дать общекосмологическую картину мира. Анаксимандр утверждал, что Земля пребывает в мировом пространстве ни на что не опираясь. Это было одним из самых значительных достижений научной мысли Милетской школы.

Гекатей Милетский (ок. 550–490 гг. до н. э.) поставил перед собой задачу собрать воедино имеющиеся сведения об окружающем мире и представить их в доступной форме. Гекатей упоминается в книгах древнегреческих ученых как автор двух трудов: географического («Путешествия по миру» или «Землеписание») и исторического («Генеалогии»), дошедших до нас в виде коротких цитат других авторов. В своем «Землеписании» он обобщил множество записок о сухопут-

ных и морских путешествиях и постарался как можно полнее и правдивее охарактеризовать известную ему Ойкумену – пространство, заселенное людьми. Распределение географического материала в сочинении Гекатея – топографическое; страны и города в Европе, Азии и Африке следуют одни за другими, с замечаниями о жителях, реках и разного рода достопримечательностях. Описание мест сопровождалось картой, основанной на карте мира Анаксимандра, но расширенной и уточненной.

Живший на 100 лет позже *Геродот* («отец истории») много путешествовал. В его 9 книгах под названием «История» описана природа многих стран и особенности жизни народов, их населяющих. В своих описаниях природы Египта Геродот опирался на работы Гекатея.

Эмпедокл Акрагантский (ок. 490–460 гг. до н. э.) жил на о. Сицилия. Одним из его трудов была поэма «О природе». Он развивал учение представителей милетской школы о стихиях: воде, земле, воздухе и огне как четырех вечных и неизменных элементах. Замечательной была идея Эмпедокла о выживаемости биологических видов, которые отличались целесообразностью. В этом можно заметить наивные зачатки подхода к теории естественного отбора. Он писал также о связях растений с условиями существования, об их зависимости от окружающего мира. С именем Эмпедокла связывают первые представления о существовании ископаемых остатков вымерших организмов.

Гиппократ (ок. 460 г. до н. э. – ок. 377 г. до н. э.) – знаменитый врач античной эпохи, «отец медицины». Учение Гиппократа состояло в том, что заболевание является не наказанием богов, а последствием природных факторов, нарушения питания, привычек и характера жизни человека. Он выдвигает прогрессивные идеи о влиянии факторов окружающей среды на здоровье людей. Сочинения Гиппократа и его учеников, известные как «Свод Гиппократа», содержат наблюдения над

распространением болезней в зависимости от внешних влияний атмосферы, времен года, ветра, воды. Результатом же являются физиологические действия указанных влияний на здоровый организм человека. В этих же сочинениях приведены и данные по климатологии разных стран, изучены метеорологические условия одной местности острова и зависимость болезни от этих условий. Вообще Гиппократ делит причины болезней на два класса: общие вредные влияния со стороны климата, почвы, наследственности и личные – условия жизни и труда, питания (диеты), возраст и др. Нормальное влияние на организм указанных условий вызывает и правильное смешение соков, что в его представлении и есть здоровье. Понимание единства жизни как процесса было одним из основных теоретических принципов школы Гиппократа.

Аристотель Стагирит (384–322 гг. до н. э.) считается величайшим ученым античной эпохи, «отцом науки», основателем научной школы в Афинах, известной под названием Лицей (Лицей). Он обобщил и систематизировал естественнонаучный материал, собранный его предшественниками, критически оценил это наследие и сам сделал ряд глубоких наблюдений. Аристотель описал около 500 видов животных с характеристикой их образа жизни, включая такие важные особенности, как способность к миграциям и переход в состояние зимнего полупокоя. Он классифицирует животных по образу жизни и способу питания. Растения, в свою очередь, были разделены им на однолетние, многолетние, кустарники и деревья. При этом ученый предпринял попытку описать внутреннее строение растений. Сравнивая жизнь растений и жизнь животных, он заметил, что последние выделяют экскременты, а растения – нет. Отсюда он сделал вывод, что растения корнями всасывают из земли уже готовую пищу и поэтому в их организме экскременты не образуются. Теория питания растений готовой пищей, несмотря на примитивность, господствовала в естествознании почти 20 веков.

Аристотель был сторонником теории самопроизвольного зарождения живых организмов из неживого вещества. Дальнейшее развитие естественных наук показало несостоятельность этих представлений.

В отличие от своего учителя Платона, Аристотель утверждал, что кажущийся хаос материальной природы на самом деле упорядочен. Он правильно указал на наличие в природе определенного порядка, описал развитие от простейшего к более сложному, и несмотря на отрицание действия эволюции, отмечал изменчивость природы и общее происхождение человека и животных. За эти воззрения Аристотель был обвинен в безбожии, вынужден бежать на о. Эвбею, и там умер в возрасте 62 лет.

Теофраст (372–287 г. до н. э.), ученик и друг Аристотеля, систематизировал накопленные наблюдения по морфологии, географии и медицинскому использованию растений. Он создал одну из первых классификаций растений. В своих трудах ученый приводит сведения о зависимости формы и особенностей роста растений от почвы и климата. Он замечает, что после дождей начинается бурное развитие растений. Теофраст разработал подробную классификацию почв по окраске, мощности, гранулометрическому составу, сложению, влажности, тепловым свойствам, условиям рельефа, окультуренности и плодородию. По плодородию он различал почвы: прекрасные, хорошие, плодородные, плодовые, истощенные, бледные, бессильные и бесплодные. Злаковые культуры Теофраст разделял по требованию к почве. Согласно его учению почвы неодинаково относятся к особенностям погоды: «Легкая почва требует частых, но небольших дождей; жирная выносит и ливни и бездождья». От почвы, считал Теофраст, зависят сроки сева и норма высева семян. По его мнению, не только сорта одной культуры, но и разные культуры относятся к почве неодинаково. Например, пшеница истощает почву больше, чем ячмень, поэтому она требует лучшей почвы. Этот ученый пер-

вым отмечает роль органических удобрений в выращивании сельскохозяйственных культур. Теофраст, которого заслуженно называют «отцом ботаники», стоял у истоков учения об адаптивных типах растений (жизненных формах) и о географической зональности.

Эратосфен (276–194 гг. до н. э.) – ученый из Александрии, с 235 г. до н. э. руководил Александрийской библиотекой. Основоположник математической и физической географии. Одну из работ, посвященную исследованию Земли, Эратосфен назвал «Географика», снабдив ее составленными им самим картами. Появление этой книги ознаменовало рождение новой науки – географии; Эратосфен же вошел в историю как ее «крестный отец», впервые применивший термин «география». Заслугой его является также и создание первой карты мира. Она вобрала в себя все сведения, известные в то время, об окружающей территории. На этой карте земная поверхность была разделена на 4 зоны, причем землю, обжитую людьми, Эратосфен расположил в северной части карты, полагая, что обжитая территория не может существовать на жарком юге.

Особенно важно, что Эратосфен изобрел систему координат, покрыв свою карту сеткой из перекрещивающихся горизонтальных и вертикальных линий. Он первым ввел понятие параллели и меридиана. С помощью астрономического прибора Эратосфен осуществил уникальное и точное измерение длины окружности Земли по меридиану, который проходит через Александрию. Этот прибор основан на принципе отбрасывания солнечных теней, и с его помощью впервые, хотя и не точно, был определен радиус Земли. И только через 18 веков ученые измерили Землю более точно. У Эратосфена получилось, что длина большого круга земного шара равна около 39 000 км (по данным современных измерений длина окружности Земли составляет 40 076 км). Эратосфен предполагал, что земля окружена океаном и его не окружает никакая другая

полоска суши. К сожалению, «Географика» Эратосфена не сохранилась до наших дней в полном объеме. В 48 г. до н. э. главное собрание Александрийской библиотеки пострадало во времена завоеваний Юлия Цезаря и было уничтожено в ходе боевых действий римским императором Аврелианом в 273 г.

Страбон (63 г. до н. э. – 24 г. н. э.), знаменитый географ античности, был последователем Эратосфена. На основании личных наблюдений и по материалам многочисленных источников он написал сочинение «География» в 17 томах. Это была сводка всех географических знаний, которыми располагали древние греки. Страбон, также как и Аристотель, был сторонником геоцентризма и полагал, что Земля – шар, вокруг которого обращаются Солнце и планеты. Земля представляется разделенной экватором и меридианом на 4 сегмента, из которых два лежат к северу от экватора и два к югу. Только в одном из северных сегментов содержится та часть земли, которую знают греки и римляне, а часть этого сегмента и три остальные были неизвестны. В отличие от Эратосфена Страбон считал, что за пределами известных земель находятся не только моря, но и пространства суши и притом населенные людьми. Суша, по его мнению, представляет собой единый, окруженный водой материк, образованный Европой, Азией и Африкой, вытянутый и сужающийся к востоку и западу и делится на пять или шесть поясов, из которых жаркий пояс Страбон ошибочно полагал необитаемым. Большинство сведений Страбон черпал из доступных ему источников. Но если по Средиземноморью и Ближнему Востоку их было много, то по более отдаленным регионам эти источники весьма скудны. В конце жизни Страбон жил в Александрии и изучал труды античных ученых в Александрийской библиотеке.

Древний Рим, в отличие от Древней Греции, не имел таких выдающихся мыслителей и натурфилософов. Как правило, древнеримские ученые развивали и дополняли учения древнегреческих предшественников. Тем не менее, римляне

оставили большое количество трактатов по атомистике, естественной истории, медицине и земледелию.

Широко известны труды *Плиния Старшего* (ок. 22–79 гг. н. э.) – 37 книг «Естественной истории», где многие явления природы характеризуются с подлинно экологических позиций. В его работах есть подробные сведения из разных разделов естественных наук, в том числе и по земледелию. Он описал около 1000 видов растений, известных в античном мире, предполагал наличие полов у растений (что было доказано только в 1694 г.). Погиб Плиний Старший в 79 г. при извержении Везувия.

К этому же периоду относится творчество другого ученого Древнего Рима *Вергилия* (70–19 гг. до н. э.). В поэме «Георгики» ученый советует земледельцу, прежде чем начать работу, изучить природные условия местности, почву. Вергилий пропагандировал необходимость иметь чистый пар, чередование культур и удобрение почвы не только навозом, но и золой, запашкой люпина. Он попытался теоретически обосновать воздействие золы на почву, так же как и сжигание растительных остатков на ее поверхности. Следовательно, во времена Римской империи при сельскохозяйственной деятельности уже применялся экологический подход. Так, для повышения плодородия почв использовали унавоживание и внесение хозяйственных отходов, применялось зеленое удобрение, зола, известь и мергель.

Луций Анней Сенека (4 г. до н. э. – 65 г. н. э.) – древнеримский ученый, философ-стоик. Известны его труды по физике, метеорологии и географии. В книге «Вопросы природы» описал некоторые явления – грозы, землетрясения. С его участием были изобретены трубы, по которым шел пар для нагревания помещений, особая полировка мрамора, зеркальная черепица, мозаика, стекло в окнах. Сенека был воспитателем Нерона, по его приказу покончил жизнь самоубийством.

В трактатах периода греко-римской цивилизации имелись также сведения о различных явлениях природы, влиянии факторов среды на здоровье людей, приемах выращивания растений и их требованиях к климату и почвам. Были сформулированы первые постулаты о питании животных и растений: животные потребляют органические вещества, а растения – минеральные.

К античной эпохе римского периода относится деятельность и одного из величайших врачей *Галена Клавдия* (131–201 гг. н. э.). Его труды содержат много сведений о растениях и животных, которых можно использовать во врачебном деле, а также и ценные сведения о строении и функционировании человеческого организма. Гален разработал основы физиологии нервной системы, впервые ввел вивисекцию и публичную демонстрацию опытов над животными. Этот ученый заложил основы экспериментального научного метода в биологических исследованиях. Авторитет Галена сохранялся незыблемым до эпохи Возрождения.

Таким образом, уже в античную эпоху люди обладали знаниями и пониманием тех проблем, которые мы сейчас называем экологическими. Выдающиеся достижения античной культуры породили представление о гармонии человека и природы. Но в действительности признаки экологического кризиса уже были свойственны цивилизациям Древней Греции и Древнего Рима.

3.2 Развитие наук о природе в эпоху Средневековья

В средние века (IV–XIV вв. н. э.) науки о живой природе развивались крайне медленно из-за религиозного догматизма и схоластики. В это время в Европе произошел возврат человеческой мысли далеко назад, церковь на несколько веков затормозила развития всех естественных наук. Связь строения организмов со средой всецело приписывалась воле Бога.

Научные сведения содержались в единичных работах – «Поучение Владимира Мономаха» (XI в.), многотомное сочинение Венсенна де Бове «Зеркало вещей» (XIII в.), «О поучениях и сходствах вещей» доминиканского монаха Иоанна Сиенского (XIV в.). Все они имеют прикладной характер и заключаются в описаниях целебных трав, культивируемых растений и животных.

Известные ученые этого периода: Разес (850–923), Абу аль Бируни (973–1050), Авиценна (980–1037), Альберт Великий (1193–1280), Роджер Бэкон (1214–1292) и другие. В позднее средневековье стали появились новые веяния в науке. Сформировались такие направления как астрология и алхимия, новые математические науки – алгебра, тригонометрия. Как следствие путешествий мореплавателей развивается география и появляется информация о дальних странах – Марко Поло (XIII в.), Ибн Баттута (XIV в.).

С VIII в. прогресс науки наблюдался на арабском Востоке. Труды древнегреческих натурфилософов были переведены на арабские языки и способствовали развитию наук о природе. В период Средневековья уровень развития науки в арабском мире был выше, чем в европейских странах.

Великий иранский ученый-энциклопедист *Ар-Рази (Разес)* (850–923) был одним из первых алхимиков и знаменитым врачом. В своих сочинениях Ар-Рази описывает различные химические аппараты, приборы и химические операции. Впервые в истории химии он предпринял попытку классифицировать все известные ему вещества, разделив их на три больших класса: землистые (минеральные), растительные и животные. Ар-Рази – автор медицинской энциклопедии на арабском языке, переведённой на латинский язык, которая в течение столетий служила руководством для врачей.

Абу аль Бируни (973–1050) – ученый-энциклопедист из Средней Азии. Известны его труды по астрономии, математике, географии, физике, медицине и фармакологии, геологии и

минералогии. Впервые на Среднем Востоке высказал мысль о движении Земли вокруг Солнца.

Ибн-Сина (Авиценна) (ок. 980–1037) – легендарный врач, родился и жил в Средней Азии и Иране. Он учил, что мир материален и вечен, развивается с неизбежной необходимостью (признавал божественное творение мира). Автор знаменитой книги «Канон врачебной науки». Он описал большинство известных в то время лекарственных растений и был одним из первых проповедников эксперимента в науке. Рассуждения Ибн Сины носят экологический характер. В его трудах есть сведения о влиянии на организм окружающего воздуха, о временах года, о явлениях, обусловленных местом жительства. Ибн Сина изучал условия формирования рельефа земной поверхности. Он утверждал, что суша и море много раз в вечной истории Земли менялись местами и окаменелости фиксируют эти события. Ибн Сина впервые, хотя и в примитивной форме, показал положение почвы среди других слоев литосферы.

Ибн Рушд (1126–1198) – арабский врач, последователь Аристотеля. Впервые разграничил научные знания и религиозные учения, считал, что истина двойственна. Его учение было запрещено халифом.

Ибн Баттута (1304–1377) – арабский путешественник и географ, родом из Марокко. После паломничества в Мекку посетил все страны исламского мира. Описал Египет, Аравию, Месопотамию, Сирию, Среднюю и Малую Азию, Индию, Китай, Крым, юг России, Испанию, Судан, Мали. Одно из его путешествий длилось 24 года. Все посещаемые страны Ибн Баттута описывал очень подробно. В первый раз его сочинение было частично переведено на европейский (латинский) язык только в 1818 г. Для истории России имеет наибольшее значение описание им Золотой Орды времён хана Узбека.

Через арабов в Европу проникали рациональные знания о мире, элементы знаний греческих ученых, сохранных в

арабских переводах. В Толедо, освобожденном от арабов, и в Палермо возникли центры по переводу научной литературы с арабских языков на латынь. В их числе были переведены «Астрономические таблицы» Аль-Баттани, в которых содержались описания морей и Земли в целом, «Альмагест» Птолемея Клавдия, сочинения Аристотеля «Физика», «Метафизика», «Метеорологика», трактаты Ибн-Сины «О небе», «О животных», «О душе», «Канон врачебной науки» и др. С греческого были переведены «Руководство по географии» Птолемея и «География» Страбона. Перед грамотными людьми Европы предстали знания античной эпохи, не укладывающиеся в рамки библейских откровений.

Вся западноевропейская наука того времени сосредоточилась в монастырях. Поэтому авторами большинства научных трактатов Средневековья были религиозные деятели.

Вторая половина Средневековья характерна оживлением философских учений, получивших наименование «схоластика», в которых распространявшиеся произведения античных мыслителей, прежде всего Платона и Аристотеля, комментировались с позиций христианского вероучения, проводились попытки найти в учениях древних подтверждение христианских догматов. Это был так называемый «христианский аристотелизм». Но объединять христианскую и научную традиции становилось все сложнее, рациональное знание раздвигало религиозные каноны. Все большее значение отдавалось научному познанию мира.

Одним из первых мыслителей, который стал провозглашать приоритет разума над авторитетами, толкователями вероучения, был переводчик с арабского и автор ряда натурфилософских работ *Аделяр Батский* (1070 – ок. 1142 гг.). Он считал необходимым искать естественные причины природных явлений, а не объяснять их исключительно божественным промыслом.

Среди схоластов были выдающиеся мыслители и естествоиспытатели, прежде всего – монах-францисканец *Роджер Бэкон* (1214–1292), которого называют самым крупным ученым этой эпохи. Бэкон усвоил основные идеи Аристотеля, Плиния Старшего, Ибн-Сины, Ибн-Рушда о вечности материального мира, о шарообразности Земли, о тепловых поясах, о нешироком водном пространстве между Африкой и Индией. Он отстаивал, как и Аристотель, тезис об опыте как основе знания, считал, что «опытная наука – владычица умозрительных наук» и отстаивал практическое назначение научных знаний. Географические представления Бэкон изложил в одной из глав своего «Большого сочинения». В нем, в частности, причины приливов Бэкон своеобразно объяснял влиянием Луны. По Бэкону, лунные лучи в глубинах моря вызывают образование паров, которые, в свою очередь, порождают приливные волны. За свои естественнонаучные воззрения, противоречащие средневековому догматизму, Р. Бэкон много лет провел в заключении. Он говорил, что нет ничего опаснее, чем невежество.

Другим выдающимся ученым эпохи схоластики был современник Р. Бэкона ученый-доминиканец, епископ Альберт фон Больштедт, прозванный *Альберт Великий* (ок. 1193 – 1280), теолог и философ, преподаватель в Парижском университете и в Кельне. Его, как и Бэкона, интересовали вопросы выяснения размеров и соотношения суши и моря. Он первым употребил термин «вечные снега», первым отверг мысль о необитаемости жаркого пояса. Бэкон и Альберт считали, что «различные страны являются не просто географическими понятиями, но что они своей особенной природой влияют на людей и на их нравы». Альберт доказывал необходимость непосредственных наблюдений и указывал: «Не дело естественным наукам безоговорочно принимать все, что бы ни было сказано, но следует искать причины, соответствующие каждому природному явлению... Опыт – лучший учитель во

всех таких вещах». При этом он предлагал многократно повторять опыты при сходных условиях, прежде чем сделать заключение. Альберт Великий был последователем Аристотеля и занимался сравнительным изучением растений, эмбриологией, изучал вопросы размножения и возникновения новых биологических видов, объясняя эти явления при помощи гипотезы об изменяемости видов. Ученый рассматривал взаимосвязь воды и почвы, вопросы плодородия почв и использования клевера как зеленого удобрения. В трудах о растениях он придает большое значение условиям произрастания, в частности световому фактору – «солнечному теплу», рассматривает причины «зимнего сна».

Популярным в XIII в. было сочинение *Госсуэна* «Образ мира», в котором Земля и Вселенная представлены шарообразными, а «Мир – весь Движение». Он утверждал: «Если в Земле просверлить сквозное отверстие и бросить в него камень, он остановится посередине». Это утверждение можно считать прообразом учения о всемирном тяготении. Люди живут со всех сторон Земли, «как мухи на яблоке». Аналогичные представления есть и в работах другого ученого XIV в. *Джона Мандевиля*: «Я говорю вам с уверенностью, что люди могут обогнуть всю Землю... и вернуться обратно в свою страну... И повсюду они найдут людей, острова и земли такие же, как и в этой стране. Ведь вы понимаете, что те, которые находятся у Антарктики, они будут ступнями прямо против ступней по отношению к тем, которые живут под Полярной звездой».

Марко Поло (ок. 1254–1323), венецианский купец и путешественник. Посетил Китай (1271–1275) и Персию (1292–1294). Его «Книга о разнообразии мира» (1298) – единственное на то время описание стран и народов Центральной и Юго-Восточной Азии – повлияла на мореплавателей эпохи Великих географических открытий.

В эпоху Средневековья были достигнуты и успехи в области химии. В трудах арабских ученых алхимия постепенно

превращалась в химию. А уже в позднем Средневековье возникает и европейская химия. Алхимия – донаучное направление в химии. Алхимики искали философский камень, эликсир молодости, но наряду с этими утопическими изысканиями проводили различные химические исследования, имеющие огромное значение для развития науки. Положительная роль алхимии: получение минеральных и растительных красок, стекла, эмали, сплавов металлов, кислот, щелочей, солей, лекарств. Кроме того, алхимики разработали такие приемы лабораторной техники, как возгонка, перегонка и др.

В период позднего Средневековья в Западной Европе организуются первые университеты: Кембридж, Оксфорд, Пражский и другие, что способствует развитию научных знаний о природе, формированию гипотез, теорий и появлению новых научных школ.

Активно развивается сельское хозяйство. Появляются трактаты в этой области, в которых высказываются оригинальные идеи, а не повторение идей античных ученых. Так, например, английский ученый *Вальтер Хенли* в своем трактате «О хозяйстве» (XIII в.) высказывает рекомендации по применению соломы, рекомендуя запахивать ее, а не удалять с поля. Автор был также хорошо знаком с различием почв по физическим свойствам. Однако его труд не содержит теоретических обобщений.

Накопление новых знаний о природных явлениях, возвращение античного наследия, путешествия в отдаленные страны привело, в конечном счете, к необходимости нового понимания окружающего мира. Ученых все больше занимает поиск причинно-следственных связей в природе, пока без отрицания роли Творца, предпринимаются первые попытки формирования географических теорий. Век схоластики подготовил почву перехода к Ренессансу, к периоду великих открытий в эпоху Возрождения.

3.3 Развитие наук о природе в эпоху Возрождения

Эпоха Возрождения – это переходный период от средневековых воззрений к культуре Нового времени. Идеиное развитие стран Западной Европы различалось: в Италии эпоха Возрождения относится к XIV–XVI вв., в других странах – к концу XV – началу XVI в.

Отличительной чертой эпохи Возрождения является гуманистическое мировоззрение. В центре внимания оказывается проблема человека. С этого времени изменяется отношение человека к природе. Природа рассматривалась как некая инертная сила, требующая покорения, установления над нею господства разума. В соответствии с этой позицией, которая сохранилась вплоть до середины XX в., природа рассматривалась лишь как источник ресурсов для человека и как место для его обитания. Ресурсы природы казались неисчерпаемыми, а, следовательно, человеку нечего было ждать милостей у природы – взять их у нее – историческая миссия. В этом смысле гуманизм породил антиэкологическое мировоззрение приоритета человеческих интересов и потребительского отношения к природе.

В Европе вновь получают распространение сочинения античных натуралистов (Платона, Аристотеля, Теофраста, Плиния и др.). В результате развития торговли и мореплавания быстро расширяются знания о многообразии органического мира, проводится инвентаризация флоры и фауны.

Эпоха Возрождения – это эпоха *великих географических открытий*. Открытие Америки, путешествия в Африку и Азию способствовали развитию научной мысли. Путешественники описывали новые земли с их растительным и животным миром, собирали коллекции и гербарии растений. В это же время закладывались первые ботанические сады, повышался интерес к явлениям природы.

Португалец *Бартоломеу Диаш* был первым европейцем, побывавшим в Индийском океане и обогнувшим Африку с юга (1487–1488 гг.). Южную оконечность Африки он назвал мыс Бурь, но впоследствии он был переименован в мыс Доброй надежды. *Джон Кабот* (Джованни Кабото, 1450–1499) – итальянский мореплаватель на английской службе, впервые исследовал побережье Канады и открыл в 1497 г. остров Ньюфаундленд, на котором обнаружил остатки норманнского поселения. *Христофор Колумб* (1451–1506) мореплаватель, открывший Америку (12 октября 1492 г.), многие острова в Вест-Индии, а также побережье Центральной Америки от Гондураса до Панамы, оставил дневники путешествий.

Васко да Гама (1460–1524) – португальский мореплаватель, открыл морской путь из Европы в Индию. В 1497–1499 гг. он совершил плавание из Лиссабона в Калькутту и обратно, обогнув южное побережье Африки. 20 мая 1498 года Васко да Гама достиг Индии.

Фернан Магеллан – португальский и испанский мореплаватель, совершил первое кругосветное путешествие в 1519–1522 гг. Из 5 кораблей Магеллана лишь один – «Виктория» обогнул земной шар за 1081 день и 8 октября 1522 г. бросил якорь в Севилье. Из 265 членов экипажа только 18 вернулись домой. Сам Магеллан погиб в бою на Филиппинских островах в 1521 г. Экспедиция Магеллана доказала правильность гипотезы о шарообразности земли, и установила наличие единого Мирового океана.

Русский путешественник *Афанасий Никитин* в 1466–1472 гг. совершил хождение за 3 моря – в Персию и Индию. Побывал он и в Африке, Аравии, Турции. *Ермак* известен походом 1581 г. по Сибири. *Ерофей Хабаров* в 1649–1653 гг. осуществил походы в Приамурье.

Результатом географических открытий были обширные знания, приобретенные в различных областях: ботанике, зоологии, геологии, этнографии. Европейцы познакомились с но-

выми сельскохозяйственными культурами: маисом, табаком, картофелем, томатами, перцем, которые впоследствии получили широкое распространение в Старом Свете. Фауна и флора вновь открытых стран и континентов не только значительно расширили эмпирический базис биологических наук, но и поставили вопрос о его систематизации.

В эпоху Возрождения была установлена связь между знаниями и технологиями, свойственная современному мировоззрению. Одним из выдающихся ученых-энциклопедистов этой эпохи был *Леонардо да Винчи* (1452–1519). Его работы охватывают все известные в то время научно-технические проблемы. Он занимался геологией, ботаникой, анатомией человека и животных, географией, гидравликой, оптикой. В механике Леонардо да Винчи был сторонником экспериментальных исследований. Путь к истине, по его мнению, пролегает через синтез теории и практики, метод индукции должен дополняться методом дедукции, анализ – синтезом. Но он не смог достичь уровня экспериментально математического естествознания. Это удалось сделать лишь на 100 лет позднее, так же, как и построить летательные и подводные аппараты, сделанные по его чертежам. Велики заслуги Леонардо да Винчи и в области биологии: он открыл щитовидную железу, изучал связь нервов и мускулов, доказал, что большое количество свойств и их разнообразие – признак совершенства, что потом развивалось Ч. Дарвином. Леонардо да Винчи рассматривал ботанику как самостоятельную дисциплину. Он дал описание листорасположения, гелиотропизма, геотропизма, корневого давления и движения соков растений. Он изучал также влияние воздуха, воды и минеральных частей почвы на жизнь растений, высказал мысль о круговороте веществ в природе.

К эпохе Возрождения относится и творчество выдающихся ученых-биологов, врачей *Андреаса Везалия* (1514–1564) и *Вильяма Гарвея* (1578–1657). Андреас Везалий был автором семи книг «О строении человеческого тела». Он коренным

образом реформировал анатомию, освободив ее от религиозных предрассудков, создал новую анатомическую терминологию. В своих работах ученый описал скелет, связки, мышцы, суставы и череп человека, измерил их и сопоставил с костями животных. Но в анатомии Везалия не было ни слова об «отсутствующем ребре» Адама, поэтому его преследовали теологи и вынудили оставить университет в Падуе и уничтожить часть рукописей.

Учение Везалия о системе кровообращения продолжил врач Вильям Гарвей, описавший большой и малый круги кровообращения. Он пытался объяснить не только строение, но и функции организма. Гарвей опровергает теорию античного врача Галена о том, что кровь образуется в печени, а сердце является местом, где обитает душа. По его мнению, сердце – это мышечный насос, перекачивающий кровь, которая течет только в одном направлении. За это он подвергался гонениям со стороны современных ему ученых и церкви. Вильям Гарвей считается основоположником современной физиологии и эмбриологии, его исследования можно считать революционными, меняющими установившийся веками взгляд на строение и функционирование организмов. Он был сторонником вновь развивающейся метафизики, натурфилософии, экспериментального метода в естествознании.

По сравнению с эпохой Средневековья эпоха Возрождения отличалась существенным прогрессом науки и радикальным изменением миропонимания, получившим развитие в науке Нового времени.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие знания о природе и представления о мире сформировались в древних цивилизациях?
2. Когда и где возникает наука и научная деятельность? Какие вам известны первые научные школы?

3. Какие открытия в области естественных наук в античный период способствовали формированию экологического мышления и использовались в практической деятельности?

4. Как развивалась наука география от античных времен до Великих географических открытий эпохи Возрождения? Кто из ученых внес вклад в развитие этой науки?

5. Охарактеризуйте состояние научных исследований в эпоху Средневековья в Западной Европе и на арабском Востоке. Что ограничивало развитие науки в этот период?

6. Каким образом гуманистическое мировоззрение, сформировавшееся в эпоху Возрождения, повлияло на отношение человека к природе?

Тестовые задания:

1. В Древнем мире идеи о влиянии факторов среды на здоровье людей выдвинул:

- а) Аристотель;
- б) Гиппократ;
- в) Платон;
- г) Теофраст.

2. Создателем первой классификации животных по образу жизни и способу питания является:

- а) Аристотель;
- б) Платон;
- в) Фалес;
- г) Гиппократ.

3. Установите соответствие между научными школами и учениями, которые они предложили:

- 1) Милетская школа;
- 2) Лицей Аристотеля;
- 3) школа Гиппократа.

- а) теория самопроизвольного зарождения жизни;
- б) учение о темпераменте;
- в) учение о стихиях.

4. Кто из ученых ввел термин «география» для названия новой естественной науки о Земле?

- а) Страбон;
- б) Эратосфен;
- в) ибн Баттута
- г) Магеллан;

5. Псевдонаука эпохи Средневековья, которая занимается поиском философского камня и эликсира вечной жизни, – это:

- а) алхимия;
- б) астрология;
- в) астрономия;
- г) парапсихология.

6. Кто из арабских ученых обладал энциклопедическими познаниями во многих областях науки и был сторонником гелиоцентризма?

- а) Ибн Рушд;
- б) Абу аль Бируни
- в) Ибн Сина;
- г) Ар-Рази (Разес).

7. В эпоху Возрождения толчком к развитию наук о природе послужили:

- а) совершенствование научной методологии;
- б) технический прогресс;
- в) открытие новых земель;
- г) развитие схоластики.

8. Расположите Великие географические открытия в хронологическом порядке:

- а) открытие Америки (Х. Колумб);
- б) открытие пути в Индию (В. да Гама);
- в) кругосветное плавание (Ф. Магеллан);
- г) хождение за 3 моря – в Персию и Индию (А. Никитин).

9. Когда в Западной Европе открываются первые университеты?

- а) в Античную эпоху;
- б) в эпоху Средневековья;
- в) в эпоху Возрождения.

10. Установите соответствие между научным открытием и его автором:

- 1) анатомия человека: описание скелета, суставов;
- 2) круги кровообращения;
- 3) щитовидная железа.

- а) В. Гарвей;
- б) Л. да Винчи;
- в) А. Везалий.

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В НАУКЕ НОВОГО ВРЕМЕНИ (сер. XVI в. – нач. XIX в.)

В эпоху Возрождения Великие географические открытия послужили отправной точкой для развития систематики и описания растений и животных в местах их обитания. Путешественники и исследователи новых земель собирали коллекции и гербарии, которые способствовали накоплению естественнонаучного материала. В это время повышается интерес к явлениям и объектам природы, в европейских городах закладываются ботанические сады, вводятся в культуру растения разных стран, в том числе и с других континентов. Знаний, полученных из трудов ученых античной эпохи и их последователей, уже не хватало. Нужны были новые исследования с использованием новых методологических подходов. Научные изыскания в XVI–XVIII вв. создали прочный фундамент для последующих великих открытий в области естественных наук.

Наука Нового времени – это период, когда начинает активно развиваться капиталистический способ производства, и поэтому наука становится тесно связанной с экономическими, социальными и политическими условиями. Отличительной чертой науки Нового времени является натурализм – признание объективности существования природы, управляемой естественными, объективными закономерностями, т.е. материальный мир признается единственной подлинной реальностью, существующий независимо от человеческого сознания.

4.1 Вклад зарубежных ученых в развитие методологии и естественных наук в XVI–XVIII вв.

Огромный вклад в развитие методологии естественных наук вносит английский философ *Френсис Бэкон* (1561–1626). В трактате «Новый органон» (1620) он провозгласил целью

науки увеличение власти человека над природой (лозунг, характерный для эпохи Возрождения), предложил реформу научного метода – обращение к опыту и обработка его посредством индукции, основа которой – эксперимент. Ф. Бэкон утверждал, что наука, опираясь на эксперимент, должна вооружить человека властью над природой. Проводя и собственные эксперименты, Бэкон описал способ опреснения морской воды, изучал поглотительную способность почв.

Начало научной химии связывают с работами английского ученого XVII в. *Роберта Бойля* (1627–1691). Он предложил понятие «химический элемент», ввел в химию экспериментальный метод, положил начало химическому анализу, способствовал становлению химии как самостоятельной науки. Он же является одним из авторов одного из газовых законов – закона Бойля-Мариотта: «Произведение объема данной массы идеального газа на его давление постоянно при постоянной температуре». В 1660 г. Бойль получил ацетон, перегоняя ацетат калия, в 1680 г. разработал новый способ получения фосфора из костей, получил ортофосфорную кислоту и фосфин.

Р. Бойль поставил первый экологический эксперимент по влиянию низкого атмосферного давления на развитие животных. Он также попытался доказать, что кровь, как и любые другие вещества, поддается химическому анализу. Кроме того, в 1663 г. он обнаружил и применил в исследованиях кислотно-основной индикатор лакмус в лакмусовом лишайнике, произрастающем в горах Шотландии. Бойль предположил, что вещества, полученные из организмов, отличаются от неживой природы.

Р. Бойль способствовал также развитию науки и научной деятельности. В Оксфорде он принял деятельное участие в основании научного общества, которое в 1662 г. было преобразовано в Лондонское Королевское общество (фактически это английская Академия наук).

Еще одним выдающимся химиком эпохи Нового времени был французский ученый *Антуан Лавуазье* (1743–1794), один из авторов закона сохранения вещества. Он разработал кислородную теорию горения и впервые попытался систематизировать химические элементы в соответствии с их атомной массой. По мнению ученого для горения, дыхания, коррозии и образования кислоты требуется кислород. Это предположение опровергло существующую гипотезу «флогистона», выдвинутую ранее *Дж. Бехером* (1635–1682). Благодаря научным методам и принципам, разработанным Лавуазье, химия переходит на новый этап развития, освобождаясь от рецептурного характера алхимии.

А. Лавуазье стоял и у истоков экосистемного методологического подхода в изучении явлений природы. В докладе «Круговорот элементов на поверхности земного шара» (1792) Лавуазье обосновал суть биологического круговорота главного элемента органического вещества – углерода, который растения поглощают из воздуха, а при минерализации органического вещества он вновь возвращается в атмосферу. Лавуазье первым предположил наличие в природе группы организмов, которые разлагают мертвое органическое вещество, тогда как другие естествоиспытатели этого времени считали процесс деструкции физическим. По существу он впервые сформулировал представление о трех функциональных группах организмов – продуцентах, консументах и редуцентах (без использования этих терминов).

В эпоху Нового времени большое внимание уделяется изучению химических процессов в живых организмах. Так, итальянский врач *Санторио Санторио* (1561–1636) заложил основы для изучения метаболизма и физико-химических процессов в организме человека. Он, так же как и В. Гарвей, проводил опыты на себе, стремился выразить количественно физиологические процессы в организме. Ему принадлежит ряд оригинальных и полезных изобретений: ртутного термометра

для измерения температуры тела, весов для измерения массы тела человека и др.

Английский ученый *Роберт Гук* (1635–1703) впервые использует в биологических исследованиях двухлинзовый микроскоп. Развивая эмпирический метод опосредованного наблюдения, Гук дает первое описание и изображение клеточного строения растений, изучив срез пробки и сердцевины бузины. Это исследование положило начало расширению границ познания природы, выводя его на новый, клеточный уровень организации живой материи.

В это же время противоречивость и борьба мнений в развитии науки находит отражение в стремлении доказать или опровергнуть теорию самопроизвольного зарождения жизни, которой придерживался Аристотель. Одним из сторонников этой теории был фламандский врач и ятрохимик *Ян ван Гельмонт* (1580–1644). Он считал, что моллюски, лягушки, мыши способны зарождаться из неживой природы, и даже составил несколько дошедших до наших дней рецептов самозарождения. Наряду с этими заблуждениями, этот ученый высказывал и прогрессивные суждения. Он показал, что в желудке при переваривании пищи выделяется кислота, ввел термины «газ» и «водяной пар». Гельмонт провел интересный опыт с выращиванием ивы в предварительно взвешенном объеме почвы, добавляя только воду. За 5 лет дерево выросло, вес его увеличился на 74 кг, тогда как масса почвы осталась неизменной – около 100 г. Этот эксперимент заставил ученых задуматься об источнике поступления материала, называемого биомассой, что через 200 лет было обосновано открытием явления фотосинтеза и осознанием космической роли растений.

Теория же самопроизвольного зарождения была подвергнута сомнению после экспериментов итальянского ученого *Франческо Реди* (1626–1697). Он доказал невозможность самозарождения мух в гнилом мясе, воспрепятствовав их прямому доступу к субстрату, на который они откладывали яйца.

В науке появляется новая концепция биогенеза: «все живое родится только из живого». Впоследствии аристотелевская теория самозарождения была окончательно опровергнута в XIX в. французским микробиологом *Луи Пастером* (1822–1895). Он экспериментально доказал невозможность самопроизвольного зарождения микроорганизмов, взяв термически стерилизованную питательную среду и поместив ее в изобретенный им открытый сосуд с длинным изогнутым горлышком (колбу Пастера). Сколько бы сосуд ни стоял на открытом воздухе, микроорганизмы в нем не появлялись, так как содержащиеся в воздухе споры бактерий оседали на изгибах горлышка. За решение вопроса о невозможности самозарождения жизни, бывшего объектом дискуссии ученых с IV в. до н. э., Л. Пастеру в 1862 г. была присуждена премия Французской академии наук.

Главным результатом развития ботаники в эпоху Нового времени было описание и классификация большого числа видов растений. Ученые разработали основные понятия ботанической морфологии, выработали методы и принципы классификации растений, предприняли первые попытки создания системы растительного царства.

Итальянский врач, естествоиспытатель и философ *Андреа Чезальпино* (Цезальпино) (1519–1603) предложил первую систему классификации растительного мира, основываясь на различии растений по питанию, росту и размножению. В его главном сочинении «16 книг о растениях» (1583), кроме описания многочисленных растений, изложена принципиально новая система, основанная на дедуктивном подходе Аристотеля – на строении семян, цветков и плодов. Она основана на разбиении множества по пути от общего к частному, и на знании огромного фактического материала из области морфологии растений. А. Чезальпино использовал 4 категории жизненных форм Теофраста, но он объединил их в 2: древесные (деревья и кустарники) и травянистые (полукустарники и тра-

вы). Однако его система оказалась искусственной, т. е. классификацией не столько растений, сколько признаков и их вариаций.

Голландский ученый *Карл Клузий* (1525–1609) изучал европейскую флору и растения, завезенные из других стран. Он открыл и описал новые, не известные до него растения Европы и Индии. Его фундаментальные труды: «История редких растений Испании», «История редких растений Австрии», «Десять книг о населении экзотических стран».

Английский биолог *Джон Рей* (1627–1705), описывая свыше 18 600 видов растений в «Истории растений», впервые ввел понятия «вид» и «род». Он допускал образование разновидностей под влиянием внешних условий, но, отражая общепринятые взгляды времени, был убежден в невозможности изменения видов.

Французский ботаник *Жозеф Турнефор* (1656–1708) изучил и описал около 500 родов растений, в его трудах есть и фитогеографические сведения. Одним из его нововведений было систематическое распределение растений. Растения были разделены на крупные группы – классы, которые делились далее на секции, роды и виды. Каждая группа была снабжена морфологической характеристикой. Кроме того, Турнефор одним из первых отметил четкое различие между категориями рода и вида и ввел в употребление прием наименования видов при помощи имени рода и видового отличия, строго придерживаясь правила: один род – одно название. Система растений Турнефора была одной из наиболее популярных в ботанических работах первой трети XVIII в. Все эти нововведения (ранги, различение рода и вида и принцип один род – одно название) положили начало реформированию систематики.

Шведский ученый *Карл Линней* (1707–1778) предложил классификацию живых организмов на научной основе. Однако она была искусственной и содержала изначальный посту-

лат о Творении и неизменности всего живого. Он использовал метафизический подход в изучении природы.

Основные научные труды Линнея: «Система природы» (1740) и «Философия ботаники» (1751). В предложенную ученым систему растительного и животного мира вошли 10 тыс. видов растений и 4 тыс. видов животных. Линней расположил растения и животных в порядке усложнения их строения. Он отвергал эволюционные преобразования в живой природе, хотя и наблюдал измененные формы организмов после скрещивания, объясняя гибридизацией появление новых видов. Оригинальной идеей Линнея было введение бинарной номенклатуры для обозначения растений и животных. Созданная Карлом Линнеем систематика органического мира стала краеугольным камнем в развитии естествознания. При описании видов Линней указывал их связь с условиями среды и сведения о распространении, т. е. был одним из первых ученых-экологов, изучавших взаимосвязь организмов со средой их обитания. В работах Линнея упоминаются также растительные сообщества, которые позднее будут использоваться как маркеры границ экосистем.

Современник Линнея французский ученый *Жорж Луи Бюффон* (1707–1788) в своих работах (36 томов «Естественной истории» вышли при жизни автора и 8 томов посмертно) высказал представления о развитии земного шара и его поверхности, о едином плане строения органического мира. В противоположность К. Линнею он отстаивал идею об изменяемости видов под влиянием условий среды. По мнению Бюффона, организмы, имеющие общих предков, претерпевают длительные изменения под действием окружающей среды и становятся все менее похожими друг на друга. Он уделял много внимания влиянию погодно-климатических факторов на организм, влиянию внешних факторов на строение животных. Бюффон впервые утверждал, что влияние условий (пищи,

климата, гнета одомашнивания и т.п.) может стать причиной изменения («вырождения») самих видов.

4.2 Развитие экологических направлений в науке Нового времени российскими учеными

Некоторые ученые-естествоиспытатели XVIII в. использовали компромиссный подход в осмыслении явлений природы, были сторонниками деизма. Бог признавался как Великий конструктор всего сущего на Земле, но не вмешивался в самодвижение природы. Одним из таких ученых был русский ученый-энциклопедист, основатель Московского университета *Михаил Васильевич Ломоносов* (1711–1765). Он сформулировал закон сохранения материи и движения, развивал атомно-кинетическое учение, учение о цвете, заложил основы физической химии, исследовал атмосферное электричество и силу тяжести, открыл атмосферу на планете Венера, как геолог описал строение Земли, объяснил происхождение многих полезных ископаемых и минералов.

М. В. Ломоносов оказал значительное влияние на развитие географии в России, руководил работами по составлению географического атласа, по его инициативе организовывались экспедиции И. И. Лепехина, П. С. Палласа и других ученых, способствовавших становлению экологии как науки.

У М. В. Ломоносова есть работы о зональности природных областей. Он описывает степи, тундру, зону лиственных и хвойных лесов и отмечает различия этих зон по климату, растительности и почвам. Он дал правильное объяснение происхождения торфяников верховых болот. Известны и работы Ломоносова в области ботаники: он описывал флору в окрестностях г. Санкт-Петербурга, открыл несколько новых видов растений, установил химический состав некоторых лекарственных растений, для изучения растений впервые применил микроскоп.

Выдающуюся роль М. В. Ломоносов сыграл и в развитии почвоведения. В трактате «О слоях земных» он сформулировал тезис об образовании почвы в результате воздействия мира организмов на горные породы. Он увязывает формирование различных почв не только с горными породами, но и объясняет это влиянием различных типов растительности. Ученый обращает внимание на различие свойств почвы под разными типами растительности. Эти различия он правильно объясняет разницей в количестве и качестве растительного опада, неодинаковыми условиями разложения растительных остатков. Это было блестящим предвосхищением учения о биотическом круговороте веществ в природе.

Ломоносов также высказывал экологическую по сути идею о влиянии среды на организмы, считал, что все явления природы носят эволюционный характер.

Последователем и комментатором трудов М. В. Ломоносова был русский ученый *Александр Николаевич Радищев* (1749–1802). В его работах есть описание недр России, почвенного покрова, растительности. Он также считал, что в образовании почвы принимают участие живые организмы, а в основе плодородия лежит круговорот веществ. В «Записках путешествия в Сибирь» А. Н. Радищева содержится много ценных сведений об особенностях рельефа и растительности, о почвах и земледелии Урала, Западной и Восточной Сибири. Ученому были известны способы борьбы с эрозией почвы, он рассматривал вопросы рационального использования природных ресурсов.

Большой вклад в развитие экологических направлений в науке Нового времени XVIII в. внесли русские естествоиспытатели П. С. Паллас, И. И. Лепехин, С. П. Крашенинников и многие другие. В их трудах, созданных на основе экспедиционных исследований, описывается животный и растительный мир Сибири, Дальнего Востока, Урала, Казахстана, проводятся широкие обобщения с экологической точки зрения.

Петр Симон Паллас (1741–1811) прославился научными зоологическими экспедициями по территории России во второй половине XVIII в. В ходе этих экспедиций он открыл и описал много новых видов млекопитающих, птиц, рыб, насекомых. При описании животных он использовал метод точных измерений их размеров и обращал внимание на их географическое распространение.

В труде «Российско-азиатская зоология» ученый впервые дал систематическое описание фауны России. Для современной науки ценен тот факт, что Паллас описывает области России, ее поля, степи, леса, реки, озера и горы, когда они еще не испытали антропогенного воздействия и были обильно населены видами животных, многие из которых исчезли уже через несколько лет (например, дикая лошадь тарпан). Проводя палеонтологические исследования, П. С. Паллас изучил ископаемые останки мамонта, буйвола, шерстистого носорога.

Русский ботаник, географ, путешественник *Иван Иванович Лепехин* (1740–1802) известен тем, что впервые дал сравнительную характеристику природных зон земного шара, указал на зависимость распространения растений от климата, описал растительность ландшафтов, свойственных различным географическим поясам (растительность пустынь, тропиков, умеренных и северных широт). Путешествуя по России как самостоятельно, так и с П. С. Палласом, он собирал ботанические коллекции, описал и назвал новые для науки растения, отметил своеобразие растительных группировок в разных топографических условиях. И. И. Лепехина считают одним из первых русских исследователей лекарственных растений.

Еще один знаменитый русский географ, этнограф и путешественник – *Степан Петрович Крашенинников* (1711–1755) изучал природу Сибири и Камчатки. Используя эмпирические методы наблюдения и описания результатов наблюдений, он составил представление о природе России до ее ко-

ренного преобразования человеком. Основной научный труд С. П. Крашенинникова – «Описание земли Камчатки».

Русский ученый-эволюционист *Афанасий Аввакумович Каверзнев* (1748–?) в книге «О перерождении животных» (1775) с экологических позиций рассматривал вопрос об изменемости видов. Еще в XVIII в., до появления работ Ж.-Б. Ламарка и Ч. Дарвина, изучая проблему развития животных, А. А. Каверзнев выступил с прогрессивными взглядами на явление изменчивости организмов. Он рассуждал об изменении животных с экологической точки зрения. Каверзнев считал, что единственным источником изменчивости животных является прямое влияние на них условий внешней среды. По его мнению, организмы всегда связаны с земной поверхностью. Главное значение он придавал прямому влиянию «образа питания», климатических факторов, одомашнивания, скрещивания, а также приручения животных. Свои выводы А. А. Каверзнев подтверждал наблюдениями за домашними животными, учитывая способы выведения их пород. Ученый был сторонником диалектического метода познания природы, отрицая роль Творца в процессе видообразования. Он утверждал, что виды произошли один от другого и находятся в родстве друг с другом. К сожалению, этот трактат об эволюции животного мира не оказал должного влияния на развитие эволюционных идей современников, так как до 40-х гг. XX в. оставался забытым, а сам автор умер в неизвестности.

Одним из основоположников российской сельскохозяйственной науки в эпоху Нового времени был *Андрей Тимофеевич Болотов* (1738–1833). Он отмечал изменчивость и многообразие форм организмов, описал связь флоры с почвенно-климатическими условиями, а также связь между растительными группами. В его трудах разрабатывается направление, которое впоследствии назвали экологией растений.

В книге «Примечания о травах вообще и о различии их» ученый предложил классификацию местообитаний растений, не потерявшую своего значения и в настоящее время.

А. Т. Болотов изучал динамику растительного покрова, установил закономерную смену растительности при изменении почвенных условий. Он также разработал научные принципы лесоиспользования и лесоразведения, применяемые в лесном хозяйстве.

В области защиты и охраны почв А. Т. Болотов предлагает меры по борьбе с эрозией почв, прежде всего с овражной эрозией, разрабатывает метод компостирования с использованием отходов и растительных остатков для улучшения плодородия почв.

Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте период развития науки Нового времени. Какие отличительные особенности ей присущи?

2. Перечислите новые методологические подходы, разработанные учеными в эпоху Нового времени.

3. Какие исследования последовательно опровергают аристотелевскую теорию самопроизвольного зарождения жизни? Кто их авторы?

4. В трудах каких ученых отмечалось действие среды на организмы и как это связано с развитием гипотезы об изменчивости видов?

5. Расскажите об организации в России первых научных экспедиций, результатом которых стало развитие экологического направления в науке.

6. Какие методы биоэкологических исследований применялись в науке Нового времени? Что было предложено учеными этой эпохи для защиты и охраны окружающей среды?

ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ В XIX В.

5.1 Становление аутэкологии как науки о взаимоотношениях организмов с окружающей средой

В XIX в. происходит дальнейшая дифференциация биологических наук. Выделяются в самостоятельные дисциплины география растений и география животных, что имело особое значение для развития экологии. Начало этого периода связано с деятельностью немецкого естествоиспытателя *Александра Гумбольдта* (1769–1859). Он исследовал природу различных стран Европы, Центральной и Южной Америки, Урала и Сибири. Гумбольдт – основоположник физической географии, ботанической географии, ландшафтоведения и учения о жизненных формах. Он обосновал идею вертикальной зональности, заложил основы общего землеведения, геомагнетизма, климатологии. Работы А. Гумбольдта оказали большое влияние на развитие эволюционных идей и становление сравнительного метода в естествознании.

А. Гумбольдт много путешествовал. Изучая климат разных регионов мира, он разработал метод изотерм, составил карту их распределения и обосновал климатологию как науку. Ученый подробно описал континентальный и приморский климат, установил природу их различий.

Во время путешествия по Южной Америке он собрал ботанические и зоологические коллекции – около 4 000 видов растений, в том числе 1800 новых для науки видов. А. Гумбольдт – автор наименований ряда ботанических и зоологических таксонов. Он предпринял первую попытку разделить земной шар на ботанические области.

В основу ботанической географии А. Гумбольдт положил климатический принцип; указал аналогию между постепенным изменением растительности от экватора к полюсу и от

подошвы гор к вершине; охарактеризовал растительные пояса, чередующиеся по мере подъема на вершину горы или при переходе от экватора в северную широту.

В 1807 г. он издает книгу «Идеи о географии растений», где разрабатывает положения об изолиниях, ассоциациях, физиономических формах растений и ряде других экологических понятий. Его считают одним из первых приверженцев охраны природы.

В 1809 г. выходит книга «Философия зоологии» французского ученого *Жана Батиста Ламарка*, в которой содержатся основные положения первой эволюционной теории. В основе ее лежит изменяемость организмов под действием условий окружающей среды. Учение Ламарка содержит качественно новые моменты понимания роли среды в развитии органического мира. Если до Ламарка господствовало представление о том, что среда – это вредный или нейтральный фактор для организма, то в его учении среда является необходимым условием для эволюции органических форм. В соответствии с теорией Ламарка, все ныне существующие виды организмов произошли от ранее живших существ путем приспособления, обусловленного стремлением достичь гармонии с окружающей средой. Во Франции эти идеи не получили своевременного признания в научных кругах. Однако ламаркизм и разработка эволюционных взглядов на теорию происхождения и развития органического мира нашли поддержку среди ученых-биологов в других странах мира, в том числе и в России.

Особое место в развитии прогрессивных биологических взглядов в это время занимает деятельность профессора Московского университета *Карла Францевича Рулье* (1814–1858). Он ввел в науку сравнительно-исторический метод исследования органического мира.

К. Ф. Рулье создал первую научную школу зоологов-эволюционистов и по праву считается одним из предшественников Ч. Дарвина. Основоположник эволюционной палеонто-

логии, экологии животных и палеоэкологии, он написал более 160 работ по современной и ископаемой фауне России. Через все эти работы проходит мысль, что развитие органического мира обуславливается воздействием изменяющейся внешней среды. Он развивал идеи о зависимости организма от условий его существования, считал, что наследственность определяется исторически сложившимися условиями, а изменчивость есть процесс приспособления организма к условиям окружающей среды. В своей статье «Сомнения в зоологии как в науке» Рулье писал: «Организмы и среда неразрывно связаны, причем под средой следует понимать не только абиотические факторы, но и других особей того же и других видов».

В 1852 г. К. Ф. Рулье заложил экологическое направление в зоогеографии, изучая законы географического распространения животных, периодические странствования птиц, ход рыбы против течения во время нереста, вопросы зоэтики и зоопсихологии. Он рассматривал организм не взятым отдельно, а в связи с миром, предшествовавшим его появлению, влияние на организм среды, в которой проходит его жизнь, а также ряд тех изменений и приспособлений в органах, которые вызывает эта среда. Таким образом, К. Ф. Рулье заложил основы новой науки – экологии животных (сам термин тогда еще не употреблялся), вызвавшей значительный интерес у последователей.

Ученик К. Ф. Рулье – *Николай Александрович Северцов* (1827-1885) – русский зоолог, зоогеограф и путешественник, которого по праву считают одним из первых экологов и эволюционистов в России. В 1855 г. он опубликовал магистерскую диссертацию под названием «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гадов Воронежской губернии». Эта классическая работа в 1950 г. была переиздана. В предисловии к новому изданию отмечается, что данная книга – «первое детальное экологическое исследование в мировой зоологической литературе, многие годы не имевшее себе равных

и не утратившее своего значения до наших дней». Согласно взглядам Н. А. Северцова основной задачей изучения мира животных является исследование преимущественно образа жизни животных и их отношение к внешним условиям.

Н. А. Северцов в 1857–1879 гг. исследовал Среднюю Азию, создал первые комплексно-географические характеристики ее природы. Ему также принадлежат первые труды по зоогеографическому районированию Палеарктики.

И К. Ф. Рулье, и Н. А. Северцов были, несомненно, первыми экологами, уже понимавшими задачи и значение биоценологических исследований. К сожалению, как это часто случается, работы их не были поняты современниками.

Последователем А. Гумбольдта, развивающим его исследования в области фитогеографии стал один из основоположников аутэкологической школы А. Декандоль.

Альфонс Декандоль (1806–1893) – швейцарский ботаник, один из основоположников исторической географии растений и учения о происхождении культурных растений. В «Ботанической географии» (1855) он описывает влияние абиотических факторов на растительные организмы.

А. Декандоль выводит закон выравнивания среды, согласно которому решающее значение в распределении видов играет микроклимат конкретных местообитаний.

Еще одним представителем европейской аутэкологической школы XIX в. наряду с А. Гумбольдтом и А. Декандолем был и немецкий химик *Юстус фон Либих* (1803–1873). Он известен также как один из основоположников современной агрохимии, предложивший теорию минерального питания растений. Ю. Либих сформулировал закон минимума, известный также как «бочка Либиха», который считается в настоящее время одним из основополагающих законов экологии. Согласно этому закону при совокупном воздействии нескольких факторов решающее влияние на биологические процессы оказывает тот из них, который находится в минимуме. Следова-

тельно, выносливость экосистемы лимитируется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей. Лимитирующими факторами, как правило, являются температура, свет, вода, содержание химических элементов.

Позднее, в 1912 г., взяв за основу закон минимума Ю. Либиха, американский зоолог и эколог *Виктор Эрнест Шелфорд* (1877-1968) вводит в экологию закон толерантности, согласно которому существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися не только в минимуме, но и в максимуме. Ученый считал, что у каждого организма есть собственная зона толерантности, или «экологической валентности». Если организм превысит пределы собственной выносливости, то он погибает.

В. Шелфорд ввел в биогеографию ландшафтно-биономическую трактовку понятия «*биом*», обозначающего природную зону со специфическими растительным и животным населением. Этот термин используется в современной экологии для описания крупных наземных экосистем. Кроме того, он впервые описал природу Северной Америки с экологической точки зрения.

Создание экологического направления в границах ботанической географии и зоогеографии, трансформировавшихся в экологию растений и экологию животных, углубление экологических исследований послужило началом изучения взаимосвязей в природе и формирования экологических теорий в первой половине XIX в.

5.2 Развитие экологии как самостоятельной общебиологической науки

В середине XIX в. на новый виток развития выходит эволюционная теория. Исследования, базирующиеся на представлении о взаимной связи всех событий и явлений природы, единстве органического мира, основанные на диалектическом

подходе в изучении явлений природы появляются во многих естественных науках: биологии, химии, физике, географии.

В 1859 г. *Чарльз Дарвин* (1809–1888) публикует основы своего эволюционного учения в книге «Происхождение видов путем естественного отбора». Ведущим принципом дарвиновской теории был тезис о естественном отборе. В нем отразилась одна из фундаментальных черт живого – диалектика взаимодействия организмов и окружающей среды. Это явилось мощным толчком для развития всех биологических наук на качественно новой основе.

Во второй половине XIX в. содержание экологии заключалось только в изучении образа жизни животных и растений и их адаптации к климатическим условиям. Выдающийся немецкий дарвинист и естествоиспытатель *Эрнст Геккель* (1834–1919) в 1866 г. издает книгу «Общая морфология организмов», где в главе «Экология и хорология» вводит термин «экология» и раскрывает его содержание. По определению Э. Геккеля «Под экологией следует понимать комплексную науку о взаимоотношениях организмов с окружающей их внешней средой, под которой мы подразумеваем все условия существования организма. Они имеют частично органическую, частично неорганическую природу; как те, так и другие имеют важнейшее значение при формообразовании организма, так как он должен к ним приспособливаться». С этого момента начинается новый этап в развитии науки экологии.

В 1877 г. немецкий гидробиолог *Карл Мебиус* (1825–1908) обосновал представление о биоценозе как о закономерном сочетании организмов в определенных условиях. Он изучал экологию среды обитания устриц для выяснения возможности их разведения в прибрежных зонах Северной Германии. В работах, посвященных этой теме, Мебиус описывает взаимодействия различных организмов, обитающих на побережье и вводит один из ключевых терминов синэкологии «биоценоз». Как ботаник он занимался еще и изучением водорослей.

Немецкий зоолог *Виктор Гензен* (1835–1924) также занимался гидробиологией и разработал количественные методы определения производительности моря. Это было одно из новых экологических направлений – изучение биопродуктивности экосистем. В 1887 г. В. Гензен вводит в науку термин «планктон» для обозначения сообщества водных организмов со специфическим образом жизни в толще воды.

В 1895 г. датский ботаник *Йоханнес Эугениус Варминг* (1841–1924) вводит термин «экология» в ботанику. Он издает первую книгу по экологии растений «Экологическая география растений», в которой разрабатывает основы экологической морфологии растений и развивает учение о жизненных формах. Он считал, что объектами ботанико-экологического исследования должны быть жизненные формы, сообщества и классы сообществ. Кроме того, Й. Варминг связывал распространение растений с определенными условиями их существования.

Учение о жизненных формах растений развивает и дополняет датский ботаник *Христен Раункиер* (1860–1938). Он создает наиболее распространенную и широко применяемую до настоящего времени систему жизненных форм, лежащую в основе ландшафтно-биономической географии растительности. В основу этой системы положены признаки размещения и зимней защиты от холода и засухи органов возобновления.

В 1903–1905 гг. Х. Раункиер классифицировал пять основных типов жизненных форм, которые отражают разнообразие экологических условий, в которых сформировалась растительность. Подсчитывая процент видов, относящихся к той или иной жизненной форме, получают так называемые спектры жизненных форм в различных областях земного шара или в различных типах растительности планеты.

Таким образом, в XIX в. на основе исследований о взаимоотношениях организмов с окружающей средой сформировалась новая наука экология. Однако экология не была бы са-

мостоятельной наукой, если бы ее теоретическая основа была ограничена локальными исследованиями и гипотезами. Поэтому, как писал в статье «Экология, обретающая статус науки» А. М. Гиляров (1998), «С самого начала те, кто называл себя экологами, пытались осознать предмет своей деятельности как целостную дисциплину, призванную свести множество разнообразных фактов в стройную систему, вскрыть достаточно общие закономерности, а главное – объяснить и по возможности составить прогноз тех или иных явлений». Это стремление разработать универсальную теоретическую основу новой науки, открыть ее общие законы особенно четко проявилось в начале XX в.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие естественные науки, сформировавшиеся в XIX в. в результате процесса дифференциации, имели важное значение для развития экологического направления?

2. Кто из ученых развивает учение о жизненных формах растений? Какая классификация жизненных форм актуальна и в настоящее время?

3. Как эволюционные теории в биологии повлияли на развитие экологического направления в науке?

4. Назовите русских ученых, которые, занимаясь вопросами зоогеографии и ботанической географии, положили начало развитию таких направлений как экология животных и экология растений?

5. Какой вклад в развитие экологии внесли исследования ученых-гидробиологов? Перечислите объекты их изучения и выводы, к которым они пришли.

6. Кто и когда ввел в науку термин «экология»? Сформулируйте определение экологии как науки.

7. Какие постулаты известны как законы экологии? Кто из ученых их предложил?

Тестовые задания:

1. На основе какой естественной науки сформировалась экология растений:

- а) физическая география;
- б) ботаническая география;
- в) ландшафтоведение;
- г) ботаника.

2. Кто из ученых является основоположником ботанической географии:

- а) А. Гумбольдт;
- б) К. Рулье;
- в) К. Мебиус;
- г) В. Гензен.

3. Назовите основоположника школы российских зоогеографов:

- а) В. В. Докучаев;
- б) В. Н. Сукачев;
- в) К. Рулье;
- г) В. Гензен.

4. В развитии какого научного направления принимал активное участие А. Декандоль:

- а) синэкология;
- б) демэкология;
- в) аутэкология;
- г) ландшафтоведение.

5. Кто является автором закона минимума?

- а) Ю. Либих;
- б) А. Декандоль;
- в) К. Мебиус;
- г) В. Шелфорд.

6. Кто является автором закона толерантности?

- а) Ю. Либих;

- б) А. Декандоль;
- в) К. Мебиус;
- г) В. Шелфорд.

7. Экология – это наука, изучающая...

- а) совокупность живых организмов;
- б) взаимоотношения организмов между собой;
- в) взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой;
- г) ландшафты.

8. Что является основным объектом науки аутэкологии?

- а) организмы;
- б) популяции;
- в) экосистемы;
- г) биосфера.

9. Кто из ученых предложил учение о жизненных формах растений?

- а) А. Гумбольдт;
- б) А. Декандоль;
- в) В. Гензен;
- г) Х. Раункиер.

10. Термин «экология» был предложен Э. Геккелем в...

- а) 1801 г.;
- б) 1859 г.;
- в) 1866 г.;
- г) 1895 г.

ГЛАВА 6. СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ ОБ ЭКОСИСТЕМАХ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX В.

6.1 Формирование зарубежной синэкологической научной школы

Экология второй половины XIX в. базировалась в основном на изучении взаимоотношений отдельных организмов с окружающей средой (аутэкология). Но с развитием экологических представлений все больше внимания уделялось описанию биологических систем разных уровней организации и их отношениям с средой обитания. Это привело к появлению нового синэкологического направления.

Синэкология – это раздел экологии, изучающий многовидовые сообщества организмов во взаимодействии между собой и с окружающей средой. В конце XIX – начале XX в. синэкологическая школа развивается в основном за рубежом. Формируются основные концепции синэкологии, вводятся новые термины. В исследованиях этой школы упор делался в основном на изучение взаимодействий между организмами. Важнейшую роль в становлении этого направления сыграла книга английского ученого *Чарльза Элтона* (1900–1991) «Экология животных», опубликованная в 1927 г. В ней была сформулирована проблема изучения структуры сообществ, описывались цепи питания и закономерности соотношения численности организмов разных трофических уровней. Ч. Элтон описал структуру и распределение сообществ животных, колебания численности, экологические сукцессии.

Впоследствии Ч. Элтон развивает эволюционное учение с позиций экологии и становится одним из первых ученых, осуществивших синтез теории естественного отбора с экологией. Его по праву можно считать основоположником нового направления в экологии – эволюционной экологии.

Ч. Элтон сформулировал такое важнейшее понятие синэкологии как «*пирамида чисел*» и уточнил понятие «*экологическая ниша*», предложенное еще в 1917 г. американским экологом *Джозефом Гринеллом* (1877–1939). Ч. Элтон дополняет пространственное понимание ниши, придавая ему смысл функционального статуса организма в сообществе.

Позднее, развивая учение Элтона, американский биолог *Юджин Одум* (1913–2002) выделил три аспекта экологической ниши: *пространственную нишу* (нишу места), или занимаемое организмом фактическое пространство; *трофическую нишу* – (комплекс пищевых взаимоотношений, или «кого я ем, а кто ест меня»); *многомерную нишу* (нишу как гиперобъем). Все вместе это задает *потенциальную*, или фундаментальную, нишу вида – «мог бы взлететь, да сегодня что-то не хочется или не может». В реальности же вид всегда занимает лишь фактическую, или постконкурентную, *реализованную* нишу – то «пространство», которое ему позволяют занять конкуренты, биотические ограничения и различные абиотические факторы.

Ю. Одум известен своими работами в области синэкологии и ему принадлежит фундаментальный труд «*Основы экологии*», изданный в 1953 г. и считающийся лучшим классическим учебником по экологии.

Американский ботаник *Фредерик Клементс* (1874–1945) в 1916 г. вводит в экологию понятия «*экотон*», «*биом*», «*сукцессия*». Под экотоном он подразумевает относительно резкую переходную зону между сообществами. Термин сукцессия был введен Ф. Клементсом для обозначения сменяющих друг друга во времени сообществ, образующих сукцессионный ряд (серию), где каждая предыдущая стадия формирует условия для развития последующего. Если при этом не происходят события, вызывающие новую сукцессию, то ряд может быть завершен относительно устойчивым сообществом при данных факторах среды. Для названия такого сообщества

Клементс вводит термин «климакс», основным признаком которого считает отсутствие у него внутренних причин для изменений.

Важным событием на данном этапе развития экологии можно считать появление основного термина синэкологии – «экосистема». Он был предложен в 1935 г. английским ботаником и экологом *Артуром Тенсли* (1871–1955) в его работе «Правильное и неправильное использование ботанических терминов». Под экосистемой А. Тенсли понимал совокупность организмов, обитающих в данном биотопе. Экосистема представляет собой систему, которая имеет свою структуру, единую историю и обладает способностью к согласованному развитию.

6.2 Формирование российской синэкологической научной школы

К концу XIX – началу XX в. в России также сформировалось экологическое направление в науке, и была создана отечественная экологическая школа.

Ученик и последователь К. Ф. Рулье – *Андрей Николаевич Бекетов* (1825–1902) возглавлял школу русских фитогеографов. Он изучал закономерности строения вегетативных органов растений, проблемы зональности растительного покрова и целесообразности в живой природе. В 1896 г. А. Н. Бекетов издал первый русский учебник «География растений», в которой были изложены основы фитогеографии и зарождающегося нового направления – экологии растений.

К этому же периоду относится деятельность русского ученого-почвоведа *Василия Васильевича Докучаева* (1846–1903). Он был основателем современного научного генетического почвоведения. Его учение о природных зонах имело важное значение для развития экологии. В. В. Докучаев также

считается основоположником геоботанических исследований, учения о ландшафтах.

В. В. Докучаев не использовал в своих трудах термин «экология», но подход ученого, предполагающий познание природы во взаимной связи с деятельностью человека, в полной мере соответствует современному пониманию экологии как учении об окружающей среде. Поэтому его считают одним из основоположников науки экологии. Впоследствии работы В. В. Докучаева оказали существенное влияние на формирование научных взглядов Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого, В. И. Вернадского и др.

В это же время ряд русских ученых закладывают основы экспериментальной геоботаники, изучают вопрос о роли растительности в изменении условий среды, изучают растительные сообщества на территории России.

Русский ботаник *Сергей Иванович Коржинский* (1861–1900) изучал взаимоотношения лесной и степной растительности, особенности формирования растительности заливных лугов. Он разработал классификацию типов почв на основе изучения произрастающей на них растительности.

С. И. Коржинский предложил общее ботанико-географическое районирование России, дал первое описание растительности Средней Азии. Его считают одним из основоположников науки фитоценологии.

Иосиф Конрадович Пачосский (1864–1942) был одним из основателей природоохранного движения. Изучал флору заповедных территорий Беловежской пуши и Аскании-Новой. В 1915 г. предложил понятие «*фитоценоз*» для обозначения так называемых «чистых зарослей».

И. К. Пачосский изучал изменения растительного покрова Днепропетровского уезда Херсонской губернии под влиянием выпаса овец и крупного рогатого скота. Он пришел к выводу, что выпас играет регулирующую роль: чрезмерный выпас ведет к разрушению степной растительности, а его отсутствие – при-

водит к необратимым изменениям растительных сообществ, целина превращается в неопределенный растительный комплекс. Эти наблюдения способствовали пониманию и объяснению процессов пастбищной дигрессии.

Георгий Николаевич Высоцкий (1865–1940) – русский почвовед, лесовод и геоботаник. В 1915 г. он издает монографию «Ергеня», в которой излагает описание лесной растительности и ее эволюции под влиянием человека.

Г. Н. Высоцкий впервые рассчитал баланс влаги над лесом и полем, изучал влияние леса на среду обитания и причины безлесья степей. Внес существенный вклад в степное лесоразведение и разработал древесно-кустарниковый тип насаждений.

Еще одним известным ученым-лесоводом и почвоведом этого времени был *Георгий Федорович Морозов* (1867–1920). Автор классического труда «Учение о лесе» (1920), в котором он рассматривает лес как биогеоценологическое, географическое и историческое явление. Он выявил сложные взаимосвязи живых и косных компонентов леса, которые образуют единый природный комплекс. Ученый показал, что разные формы леса образуются в зависимости от природной среды: климата, почвы, животного мира.

Г. Ф. Морозов впервые в мире создал единое, цельное учение о лесе, основанное на теории Ч. Дарвина о наследственности и изменчивости, борьбе за существование и естественном отборе, а также на учении В. В. Докучаева о почвах.

Исследования ученых русской школы фитоценологов, лесоводов, почвоведов, географов привели к формированию нового экологического направления в науке начала XX в. – *биогеоценологии*, основоположником которой стал выдающийся ученый *Владимир Николаевич Сукачев* (1880–1967).

В начале своей научной деятельности он внес вклад в развитие болотоведения, исследуя в 1906 г. торфяники и ботанический состав торфов разных горизонтов. Первым из россий-

ских ученых В. Н. Сукачев применяет метод споропыльцевого анализа, что впоследствии способствовало реконструкции ландшафтов плейстоцена, развивая научные направления палеоботаники.

В 1915 г. В. Н. Сукачев издает работу «Введение в учение о растительных сообществах», где излагает основы науки фитоценологии.

Исходя из идей В. В. Докучаева о взаимодействии живой и неживой природы и концепции Г. Ф. Морозова о лесе как о сложном природном явлении, он формирует основы новой науки биогеоценологии. В 40-е гг. XX в. В. Н. Сукачев вводит в науку термин «*биогеоценоз*», связавший в единое целое земную поверхность с ее обитателями и абиотические факторы среды. Этот термин фактически был идентичен термину «экосистема», предложенному А. Тенсли, и использовался в научных трудах по экологии XX в. наряду с ним как в России, так и в трудах зарубежных ученых.

6.3 Создание глобальной экологии и основных экологических концепций в XX в.

Познание специфических закономерностей взаимоотношений организмов со средой на уровне особи, популяции, биоценоза создало предпосылку для объединения знаний на всех уровнях организации живого и позволило построить концепцию *глобальной экологии*. Научной основой глобальной экологии послужил труд «Биосфера» *Владимира Ивановича Вернадского* (1863–1945), вышедший в свет в 1926 г. В нём были развиты представления о планетарной геохимической роли живого вещества. Живое вещество представляет собой совокупность живых организмов и связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим питанием, дыханием и размножением.

В. И. Вернадский формулирует ряд важнейших законов

экологии и природопользования: закон внутреннего динамического равновесия, закон биогенной миграции атомов, закон единства.

Развивая учение о биосфере, ученый приходит к выводу, что воздействие человека на окружающую среду растет так быстро, что скоро он превратится в основную геотформирующую силу и должен будет взять на себя ответственность за будущее развитие природы. Биосфера под влиянием разумной деятельности человека трансформируется в ноосферу. Под *ноосферой* понимается сфера разума – новый эволюционный этап развития биосферы, когда человек становится главной геологически преобразующей силой на Земле.

Экологи сразу же воспользовались идеями В. И. Вернадского. Уже в конце 1920-х гг. *Владимир Николаевич Беклемишев* (1890–1962) предложил *концепцию Геомериды*, в которой всё живое вещество биосферы рассматривалось как некоторое системное единство. Ученый дополняет и развивает идеи В. И. Вернадского, вводя в его теорию биогеоэкологические и экологические характеристики. Концепция Геомериды, впервые опубликованная в 1928 г., является биологической основой глобальной экологии, она позволила сформировать биосферно-экологическую картину мира.

В 30–40-е гг. XX в. *Даниил Николаевич Кашкаров* (1878–1941) развивает российскую экологию. Он включает биоэкологию в экологию. Признавая деление экологии на аутоэкологию (взаимоотношения отдельного организма с окружающей средой) и синэкологию (взаимоотношения сообщества организмов с окружающей средой), Д. Н. Кашкаров, в отличие от многих других, указывал на неразрывную связь этих двух направлений. Он является одним из первых российских авторов монографии по экологии «Основы экологии животных».

В целом первую половину XX в. заслуженно считают «золотым веком теоретической экологии». Экология становится

количественной наукой. Именно в это время американский эколог *Альфред Лотка* (1880–1949) предпринял смелую попытку упорядочить биологию в соответствии с физическими принципами, рассматривая эволюцию не как эволюцию отдельных видов, но как эволюцию всей биосферы. Согласно сформулированному А. Лотка правилу, «направление эволюции таково, что суммарный поток энергии, проходящей через систему, достигает максимальной величины, возможной для этой системы».

В это же время итальянский математик *Вито Вольтерра* (1868–1940) разрабатывает математические модели роста популяций, в том числе связанных отношениями конкуренции и хищничества. Появляются первые математические модели экологических явлений, среди которых особое место занимает модель конкурентного вытеснения Лотки-Вольтерра.

Эти идеи нашли благодатную почву в России. *Георгий Францевич Гаузе* (1910–1986) изложил принципы конкурентного исключения. В 30-е гг. XX в. он провел первые экспериментальные исследования взаимоотношения видов на примере популяций двух видов инфузорий. В результате он сделал вывод, который известен как закон (принцип) Гаузе: два вида не могут устойчиво существовать в ограниченном пространстве, если они конкурируют за один и тот же ресурс. Ограниченность этого ресурса является непосредственным и единственным фактором, лимитирующим обе видовые популяции.

В начале 1930-х годов российский ученый, ихтиолог и эколог *Виктор Сергеевич Ивлев* (1907–1964), используя экспериментальные и математические методы, создал концепцию *трофологии*. Изучая взаимоотношения хищник-жертва, он разработал балансовый подход к изучению роста и развития животных и применил его к экосистемам. В. С. Ивлев предложил авторскую формулу (уравнение) взаимоотношения хищных рыб и их жертв. Согласно этому уравнению, индивидуальный рацион хищника при увеличении плотности попу-

ляции жертвы первоначально также увеличивается, а затем стабилизируется на примерно постоянном уровне. В. С. Ивлев рассматривал исследование баланса веществ и энергии в изучении водоёмов как мощное орудие для решения теоретических задач и достижения практических целей.

Автор биоценологической концепции *Владимир Владимирович Станчинский* (1882–1942) заложил основы экосистемного, эволюционного и исторического подхода в методологии экологии. Констатируя разрушительное воздействие человека на природу, В. В. Станчинский разработал научную программу биоценологии, разделом которой явилась проблема формирования вторичных биоценозов в связи с хозяйственной деятельностью человека и в связи с эволюцией биоценозов и ландшафтных комплексов. Он развил также представления о трофических уровнях и «пирамиде энергии», учение о биосфере и ее эволюции.

Леонтий Григорьевич Раменский (1884–1953) предлагает оригинальную эколого-геоботаническую концепцию, синтезирующую подходы, принятые в экологии, геоботанике, ландшафтоведении, почвоведении и теории эволюции. Широко трактуя понятие синэкологии, еще в 1910 г. он утверждал, что «предметом синэкологии является выяснение зависимости растительного покрова от наличных условий обитания». Считается, что это была одна из первых попыток экологического моделирования синэкологических процессов. В основе предложенного ученым подхода лежал сравнительный метод. Полное и всестороннее познание растительности Л. Г. Раменский связывал с участием всех направлений экологии – от аутэкологии и синэкологии до глобальной экологии. Он объединяет биоценологический подход с понятием биосфера.

В 1942 г. американский эколог *Раймонд Линдeman* (1915–1942) публикует статью «Трофодинамический аспект экологии» (она вышла уже после смерти молодого ученого). В этой статье экосистема определяется как совокупность физико-

химических и биологических процессов, протекающих в любых масштабах пространства-времени. Эта характеристика опережала время, и вызвала отрицательные отзывы современников ученого. Тем не менее, он совершенно верно указал на функциональную, а не структурную основу экосистемы, подчеркивая взаимосвязь всех протекающих в ней процессов.

Опираясь на теоретические построения и экспериментальные данные, Р. Линдеман описал закон «пирамиды энергий» и рассчитал, что при переходе энергии с одного трофического уровня на другой экологическая эффективность составляет примерно 10 %. Этот постулат сейчас известен как «правило десяти процентов». Соответственно, около 90 % от ассимилированной энергии необратимо рассеивается в окружающей среде в виде тепла. Это правило впоследствии было убедительно подтверждено разными учёными, в том числе и российскими исследователями.

Для осуществления экосистемного подхода характерен высокий уровень эмпиризма, выражающийся в стремлении выявить количественно формулируемые законы и числовые константы. Используемые константы отражают единообразие физиологической и биохимической организации жизни. По мнению выдающегося российского эколога *Алексея Меркурьевича Гилярова* (1943–2013), «экосистемный подход возможен только благодаря тому, что число основных функций, осуществляемых организмами (иначе говоря, число «биогеохимических ролей»), очень невелико по сравнению с колоссальным разнообразием форм, свойственных органическому миру».

Таким образом, к середине XX в. была подготовлена основа для широкомасштабного изучения водных и наземных экосистем на основе сравнения количественных обобщающих характеристик, и, в первую очередь, первичной продукции и биомассы растений.

Экология сформировалась как наука, со своей терминологией, законами и основными направлениями развития. Были выдвинуты основные концепции экологии – биоценологическая, эволюционно-экологическая, эколого-геоботаническая, биогеографическая, эколого-ландшафтная и др. Значительный вклад в развитие этих концепций и новой науки в целом внесли российские ученые. Дальнейшее развитие экологии осуществлялось на строго научной методологической основе с применением инновационных методов экологических исследований.

Во второй половине XX в. экология переходит на новую стадию развития, для которой характерен быстрый рост объема знаний, числа специалистов, и, как следствие, активизируется процесс дифференциации науки экологии и выделение отдельных научных дисциплин экологической направленности. С другой стороны, экология интегрируется с другими науками, как естественными, так и техническими. Этот этап развития экологии характеризуется появлением большого числа научных теорий, новых методологических подходов, в том числе гипотетико-дедуктивного, и рассматривается уже с точки зрения современных взглядов на науку как отрасль культуры.

Вопросы для самоконтроля

1. Что изучает наука синэкология?
2. В чем состоит сущность экосистемного методологического подхода?
3. Какие термины и понятия вводит в экологию Фредерик Клементс? В чем сущность его учения?
4. Расскажите о процессе формирования синэкологической зарубежной школы в конце XIX – начале XX в.
5. Обсудите два близких по значению термина синэкологии: «экосистема» и «биогеоценоз», их сходство и различие,

широту применимости в российской и зарубежной науке в начале XX в.

6. В чем заключается инновационный взгляд Р. Линдемана на представление об экосистеме? Сформулируйте его правило 10 %.

7. Расскажите о российской синэкологической школе и этапах ее развития.

8. Изложите сущность основных экологических концепций, в формировании которых принимали непосредственное участие российские ученые.

9. Какие исследования и обобщения привели к развитию глобальной экологии?

10. Охарактеризуйте развитие методологии экологии на современном этапе.

Тестовые задания:

1. Что является объектом науки синэкологии?

- а) экосистема;
- б) биоценоз;
- в) популяция;
- г) особь.

2. Установите соответствие между терминами и их авторами:

- 1) экология;
 - 2) экосистема;
 - 3) сукцессия.
- а) А. Тенсли;
 - б) Ф. Клементс;
 - в) Э. Геккель.

3. Автор классического труда «О лесе» – это...

- а) Г. Ф. Морозов;
- б) В. Н. Сукачев;
- в) В. И. Вернадский;

г) Г. Н. Высоцкий.

4. Какие термины ввел в науку Ф. Клементс:

- а) экотон;
- б) биоценоз;
- в) сукцессия;
- г) климакс.

5. Назовите ученого, сформировавшего представление об энергетических процессах в экосистемах:

- а) Ч. Элтон;
- б) К. Мебиус;
- в) И. К. Пачосский;
- г) А. Н. Бекетов.

6. Установите соответствие между научными направлениями и их основоположниками:

- 1) биогеоценология;
- 2) аутэкология;
- 3) почвоведение и геоботаника.

- а) В. В. Докучаев;
- б) В. Н. Сукачев;
- в) А. Гумбольдт.

7. Наука, изучающая экологию экосистем, называется:

- а) аутэкология;
- б) демэкология;
- в) синэкология;
- г) фитоценология.

8. Какой из методологических подходов в экологии формируется во второй половине XX в.?

- а) эволюционный;
- б) экосистемный;
- в) исторический;
- г) гипотетико-дедуктивный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

История и методология науки является важной составляющей в процессе образовательной деятельности при подготовке магистрантов и аспирантов. По каждому направлению необходимо изучить исторические вопросы формирования научного познания и освоить методологические подходы к пониманию и решению проблем научных исследований в конкретной области знания. Вклад результатов научной работы в общее развитие науки возрастает с увеличением их доступности для широкого круга исследователей.

Экология – фундаментальная биологическая наука, исследующая системы надорганизменного уровня, их структуру и функционирование в пространстве и во времени в естественных и нарушенных человеком условиях. Экология занимает вполне определенное место в системе биологических наук, изучающих разные уровни биологических систем.

Экология, опираясь на весь комплекс биологических и смежных наук, создает фундаментальную научную базу для гармоничного сочетания возрастающего воздействия человеческого общества с законами природы, управляющими биосферой.

Специалисты в области экологии и охраны окружающей среды должны обладать знаниями об исторических этапах развития науки экологии, основных научных концепциях, теориях и законах, отражающих взаимоотношения организмов с окружающей средой. Это требует определенного уровня экологического образования и умения применять знания различных наук экологической направленности, современных методов познания природы, в том числе методов моделирования экологических систем и прогнозирования их развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А. Ф. Еще раз об экологии. – М.; СПб. : Т-во научных изданий КМК, 2016. – 62 с.
2. Белюченко И. С. Экология Краснодарского края (региональная экология) : учебное пособие / И. С. Белюченко. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 360 с.
3. Вернадский В. И. Труды по истории науки в России / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1988. – 467 с.
4. Гиляров А. М. Экология, обретающая статус науки / А. М. Гиляров // Природа. – 1998. – № 2. – С. 89–99.
5. Зеленский Г. Л. Десять лет, которые изменили биологический мир (к вопросу истории генетики) / Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – № 09 (63). – С. 155–161. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/11.pdf>
6. Кашкаров Д. Н. Среда и сообщество (основы синэкологии) / Д. Н. Кашкаров. – М. : Медгиз, 1933. – 244 с.
7. Концепции современного естествознания: учебное пособие / О. В. Зеленская, В. В. Корунчикова, А. Ф. Кудинова, Ю. Н. Помазанова, Н. В. Швыдка. – Краснодар : КубГАУ, 2002. – 149 с.
8. Методология биологии: новые идеи (синергетика, семиотика, коэволюция) / отв. ред. О. Е. Баксанский. – М. : Эдиториал УРСС, 2001. – 264 с.
9. Мирзоян Э. Н. Становление экологических концепций в СССР: семь выдающихся теорий / Э. Н. Мирзоян. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 632 с.
10. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М. : Мир, 1975. – 740 с.
11. Радкевич В. А. Экология : учебник / В. А. Радкевич. – Минск : Выш. Школа, 1997. – 159 с.

12. Раменский Л. Г. Об экологии / Л. Г. Раменский // Советская ботаника. – 1934. – № 3. – С. 68–71.

13. Цаценко Л. В. Методология научной агрономии / Л. В. Цаценко, Н. А. Щербаков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 105 с.

14. Шеуджен А. Х. Агрохимия. История и методология агрохимии / А. Х. Шеуджен. – Краснодар : КубГАУ, 2011. – 624 с.

15. Шкундина Ф. Б. История и методология биологии : учебное пособие / Ф. Б. Шкундина. – М. : «КДУ», «Университетская книга», 2017. – 168 с.

16. Элтон Ч. Экология животных / Ч. Элтон. – М.; Л. : Биомедгиз, 1934. – 93 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. НАУКА И НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ.....	5
1.1 Понятие о науке и научной деятельности....	5
1.2 Научный метод познания природы.....	10
ГЛАВА 2. МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИИ.....	21
ГЛАВА 3. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУК О ПРИРОДЕ.....	31
3.1 Античный период развития естественно- научного знания.....	31
3.2 Развитие наук о природе в эпоху Средневековья.....	40
3.3 Развитие наук о природе в эпоху Возрождения.....	47
ГЛАВА 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В НАУКЕ НОВОГО ВРЕМЕНИ (сер. XVI в. – начало XIX в.).....	54
4.1 Вклад зарубежных ученых в развитие методологии и естественных наук в XVI– XVIII вв.....	54
4.2 Развитие экологических направлений в науке Нового времени российскими учеными.....	61
ГЛАВА 5. ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ В XIX В.....	66
5.1 Становление аутэкологии как науки О взаимоотношениях организмов с окружающей средой.....	66
5.2 Развитие экологии как самостоятельной общебиологической науки.....	70
ГЛАВА 6. СТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИИ КАК НАУКИ ОБ ЭКОСИСТЕМАХ В ПЕРВОЙ	

ПОЛОВИНЕ XX В.....	76
6.1 Формирование зарубежной синэкологической научной школы.....	76
6.2 Формирование российской синэкологической научной школы.....	78
6.3 Создание глобальной экологии и основных экологических концепций в XX в.....	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

Учебное издание

Зеленская Ольга Всеволодовна

ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

В авторской редакции

Дизайн обложки – Н. П. Лиханская

Подписано в печать 8.08.2018. Формат 60 x 84 ¹/₁₆

Усл. печ. л. – 5,4. Уч.-изд.л. – 4,2.

Тираж 500 экз. Заказ № 528

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.