

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. П.М. МАШЕРОВА»**

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

кафедра экологии и охраны природы

В.Л.Волков

ЭЛЕКТРОННЫЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«История биологии»

для специальности 1-33 01 01 – «Биоэкология»

Витебск 2012г

Составитель:

**Волков В.Л. Ст. преподаватель кафедры экологии и охраны природы
УО «ВГУ им. П.М. Машерова»**

Рецензенты:

**Литвенкова И.А. зав. кафедры экологии и охраны природы
УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат биологических наук**

Материальные и духовные ценности, а так же научные знания, накопленные трудом и гением многих поколений, составляют культурный капитал. Преемственность этого капитала является непреложным историческим фактом: новое коренится в старом, старое является основой нового, с проникновением в историю биологической науки, эта связь усиливается.

У каждой биологической проблемы и открытия существуют свои этапы развития, порою наполненные истинным драматизмом. Поэтому каждому биологу необходимо знать историю развития биологической науки и ее основные концепции.

УМК включает типовую и учебную программу курса, лекционный материал, задания для СКР студентов, вопросы к зачету, список основной и дополнительной литературы. Данный учебно-методический комплекс рекомендован для студентов дневной формы обучения (5 курс), обучающихся по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология».

Оглавление

1	Организационно-методический раздел	4
	Цели и задачи дисциплины.....	4
	Требования к уровню освоения содержания курса.....	4
	Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины.....	5
2	Содержание разделов и тем учебной дисциплины.....	6
	2.1. Типовая учебная программа курса.....	6
	2.2. Учебная программа курса.....	15
3	Теоретический раздел электронного учебно-методического комплекса «История биологии».....	29
4	Задания для самостоятельной контролируемой работы.....	188
5	Вопросы к зачету.....	190
6	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	192

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

На современном этапе развития биологическая наука включает в себя множество отраслей: физику, химию, биологию, биохимию, геохимию, астрономию, генетику, экологию и др. Предмет «История биологии» охватывает широкий спектр вопросов о разнообразных свойствах биологических объектов и явлений природы, которую необходимо рассматривать как целостную систему. Изучение природы всегда было естественным стремлением человека познать окружающий мир и стало основой его практической деятельности. Основные понятия, само представление о закономерностях изменения явлений, способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к биологии, понимание ее места в комплексе наук о мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время биологические знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

«История биологии» является обязательной дисциплиной в системе экологического образования.

Цели и задачи дисциплины:

Цель курса – сформировать у студентов систему опорных знаний об эволюции взглядов человека на мир и живую природу с древнейших времен до нашего времени, на биологию как науку о жизни и ее развитие в историческом аспекте, роль в прогрессивном развитии общества.

Задачи курса:

- ознакомить студентов с основными этапами развития биологии и экологии;
- сформулировать представление о закономерности и факторах определяющих развитие науки и в частности биологии;
- осветить основные научные открытия в области биологии и их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;
- осветить взаимодействие естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
- сформулировать у студентов реальное представление об истории экологических знаний, возникновении и развитии экологии, как науки, ее роли в оптимизации взаимодействия общества и природы;
- раскрыть историю развития биологии и экологии в Беларуси, ее современное состояние и роль в решении важнейших народно-хозяйственных задач;
- осветить основные концепции и проблемы современной биологии и экологии.

Требования к уровню освоения содержания курса

После изучения курса «История биологии» студенты биологического факультета должны **знать:**

- основные этапы развития биологии и экологии;
- представлять закономерности и факторы, определяющие развитие науки и в частности биологии;
- основные научные открытия в области биологии и их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;

- взаимодействие естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
- реально представлять истории развития экологических знаний, возникновения и развития экологии, как науки, ее роли в оптимизации взаимодействия общества и природы;
- историю развития биологии и экологии в Беларуси, ее современное состояние и роль в решении важнейших народно-хозяйственных задач;
- основные концепции и проблемы современной биологии и экологии.

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины

п/п	Наименование дисциплины	Раздел, тема
•	Ботаника	История развития ботаники
•	Зоология	История развития зоологии
•	Общая экология	История развития экологии
•	Философия	История развития экологии
•		Естественнонаучные взгляды античных философов

2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Министерство образования Республики Беларусь

Учебно-методическое объединение по естественнонаучному образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования

Республики Беларусь

_____ А.И. Жук

_____ 2011 г.

Регистрационный № ТД-Г. _____/тип.

История биологии

Типовая учебная программа

для высших учебных заведений по специальности

1-31 01 01 Биология (по направлениям)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по естественно-
научному образованию

_____ А.Л. Толстик

_____ 2011 г.

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего и
среднего специального образования
Министерства образования

Республики Беларусь

_____ Ю.И. Миксюк

_____ 2011 г.

Проректор по учебной и воспитательной
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ В.И. Шупляк

_____ 2011 г.

Эксперт-нормоконтролер

_____ С.М. Артемьева

_____ 2011 г.

Минск 2011

СОСТАВИТЕЛИ:

Наталья Павловна Максимова, заведующая кафедрой генетики Белорусского государственного университета, доктор биологических наук, профессор;

Сергей Витальевич Глушен, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Василий Викторович Гринев, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

Рецензенты:

Кафедра общей биологии Учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени М. Танка»;

Михаил Сергеевич Морозик, декан факультета экологической медицины Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой генетики Белорусского государственного университета
(протокол № 4 от 20 октября 2010 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 1 от 03 ноября 2010 г.);

Научно-методическим советом по специальности 1-31 01 01 Биология
Учебно-методического объединения по естественнонаучному образованию
(протокол № 8 от 16 ноября 2010 г.)

Ответственный за редакцию: Сергей Витальевич Глушен

Ответственный за выпуск: Василий Викторович Гринев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Предметом курса «История биологии» является обзор развития биологических наук с древнейших времен до наших дней. В нем, в частности, анализируются общие закономерности развития естественных наук, дается периодизация развития биологии, рассматриваются основные факторы, обеспечивающие прогресс как отдельных биологических наук, так и всей биологии в целом. В курсе последовательно рассматривается развитие биологических наук в исторические эпохи Древней Греции и Рима, Средневековья, Возрождения и Нового времени. Период классической биологии XIX и первой половины XX в. представлен историческими обзорами таких наук как сравнительная морфология, палеонтология и эмбриология животных, физиология человека и животных, теория биологической эволюции, микробиология, цитология, биохимия и генетика. Подробно рассматривается возникновение и развитие молекулярной биологии во второй половине XX в. Отдельный раздел программы посвящен истории биологических наук и высшего биологического образования в Республике Беларусь.

Цель курса – дать представление о закономерностях развития биологических знаний со времени зарождения рациональной науки в Древней Греции и до конца XX в.

Задачи:

- познакомить с современным научным подходом к изучению фактографического материала по истории биологии;
- рассмотреть основные закономерности развития биологии в различные исторические эпохи;
- показать становление философского, теоретико-гипотетического и эмпирического компонентов классической биологии;
- проследить условия возникновения и пути развития молекулярной биологии;
- обсудить тенденции развития биологических наук в настоящее время.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- историю основных биологических идей, традиций и научных направлений;
- методологические особенности биологии по сравнению с физикой, химией и другими науками;
- влияние философии, а также точных и естественных наук на развитие биологии;
- роль личности ученого на развитие науки на примерах из биологии;
- современную проблематику и перспективы развития биологии

уметь:

- использовать основные биологические понятия и категории;
- ориентироваться в современной проблематике биологии;

- отличать подлинно научные концепции от лже- и псевдонаучных;
- применять биологические знания в различных сферах деятельности человека.

При чтении лекций по курсу «История биологии» целесообразно применять наглядные материалы в виде рисунков и таблиц, а также технические средства обучения для демонстрации слайдов и компьютерных презентаций.

При организации самостоятельной работы студентов по курсу рекомендуется использовать современные информационные технологии – разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программу, рекомендуемые учебные пособия, список информационных ресурсов, вопросы для самоконтроля и др.).

Курс «История биологии» должен расширить кругозор студентов, дать им представления о тенденциях развития биологии в различные исторические эпохи, показать роль биологических наук в развитии современной цивилизации. Программа курса рассчитана на 28 часов, из них 20 аудиторных – лекционных.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы	
		Всего	Лекции
	Введение	1	1
	Биологические знания в Древнем мире и Средневековье	2	2
	Развитие биологических наук в Новое время	3	3
	Становление классической биологии в XIX в.	6	6
	Развитие биологии в XX в.	8	8
ИТОГО:		20	20

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, задачи и методы истории биологии. Научные школы в области истории и философии биологических наук. Роль научного метода в становлении и развитии биологии. Происхождение термина «биология». Периодизация истории биологии.

Закономерности развития естественных наук. Эволюционные и революционные периоды развития науки. Теория парадигмы Т. Куна. Роль парадигмы в науке и образовании. История биологии как взаимодействие и

смена парадигм. Познавательные модели биологии.

2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ В ДРЕВНЕМ МИРЕ И СРЕДНЕВЕКОВЬЕ

Возникновение наук в Древней Греции. Предпосылки появления рационального знания в Древней Греции. Биологические представления древнегреческих ученых – Фалеса Милетского, Анаксимандра, Анаксимена, Гераклита Эфесского, Пифагора, Гиппократ. Биологические труды Аристотеля и Теофраста. Развитие биологических знаний в период эллинизма и в Римской империи. Л. Кар и его поэма «О природе вещей». «Естественная история» Плиния. Работы Галена и Диоскорида. Значение начального периода развития биологических наук.

Символическая картина мира Средневековья. Особенности семиотической парадигмы. Реализм и номинализм. Вклад философов-схоластов в развитие науки. Биологические знания в трудах Авиценны, Альберта Великого, Венсана де Бове и других ученых. Проникновение естественнонаучного знания в Киевскую Русь в связи с принятием ею христианства.

3. РАЗВИТИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК В НОВОЕ ВРЕМЯ

Возрождение рациональной науки. Социально-экономические и культурные преобразования в Европе в XIV-XVI вв. Изобретение И. Гутенбергом печатной книги и основание национальных библиотек. Великие географические открытия, создание музеев естественной истории, ботанических и зоологических садов. История возникновения Лондонского Королевского Общества и Российской Академии наук. Роль Ф. Бэкона Г. Галилея, Р. Декарта, И. Ньютона и Г.В. Лейбница в формировании научной картины мира.

Развитие ботаники и зоологии в XV-XVIII вв. Начальный этап описания и систематизации растений (И. Бок, М. Лобелий, К. Баугин, А. Чезальпино, Д. Рэй, Ж. Турнефор). Открытие клетки (Р. Гук) и возникновение анатомии растений (М. Мальпиги, Н. Грю). Системы растений К. Линнея, М. Адансона, Б. и А.-Л. Жюссье, Ж.Б. Ламарка. Опыты по «водному» питанию растений, движению воды и транспирации (Я. Гельмонт, Р. Бойль, С. Гейлс). Развитие представлений о размножении растений (Р. Камерариус, Й-Г. Кельрейтер).

Первые сводки животных нового времени (К. Геснер, Т. Моуфет, У. Альдрованди, Э. Уоттон, Дж. Рэй). Система животных К. Линнея. «Естественная история» Ж. Бюффона. Исследования насекомых (Р. Реомюр), червей и тлей (Ш. Бонне), гидры (А. Трамбле), регенерации и оплодотворения низших позвоночных (Л. Спалланцани).

Развитие физиологии человека и животных в XV-XVIII вв. Работа А. Везалия «Семь книг о строении человеческого тела». Открытие

кровообращения У. Гарвеем, простейших А. Левенгуком, фолликулов в яичниках млекопитающих Р. де Граафом. Первая экспериментальная работа по биологии русского ученого М. Тереховского «О наливочном хаосе Линнея». Диссертация А. Шумлянского «О строении почек». А. Галлер и его работа «Элементы физиологии».

Теории развития живых организмов – преформизм (Сваммердам, Левенгук, Лейбниц, Бонне, Галлер) и эпигенез (Мопертюи, Дидро, Нидхэм, Бюффон). «Теория зарождения» К. Ф. Вольфа.

4. СТАНОВЛЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ В XIX В.

Морфология, палеонтология и эмбриология животных. Развитие сравнительной анатомии и морфологии животных. Вклад в науку Ж. Кювье и Э. Ж. Сент-Илера. Диспут Кювье и Сент-Илера в 1830 г. Открытие зародышевых листков Х. Пандером. Теория зародышевых листков К. М. Бэра. Открытие ядра Р. Броуном. Создание клеточной теории (Т. Шванн) и возникновение гистологии (Я. Э. Пуркине и И. Мюллер).

Теория биологической эволюции. Зарождение эволюционных идей (Ш. Нодэн, Л. Окен, Э. Эйхвальд, К.Ф. Рулье). Теория эволюции Ж.Б. Ламарка. Научная биография Ч. Дарвина. Гносеологические аспекты теории эволюции Дарвина. Перестройка палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии и систематики животных под влиянием дарвинизма (В.О. Ковалевский, Л. Долло, А.О. Ковалевский, И.И. Мечников, Ф. Мюллер, Э. Геккель и др.).

Физиология человека и животных. Развитие физиологии человека и животных. Работы Ф. Мажанди, К. Бернара, И. Мюллера, Э. дю Буа-Реймона, Г. Гельмгольца и К. Людвиг, Основоположники русской школы физиологии И.М. Сеченов и И.П. Павлов.

Микробиология. Формирование микробиологии. Исследования этиологии сибирской язвы и туберкулеза Р. Кохом. Научная деятельность Л. Пастера. Открытие вирусов Д.И. Ивановским и М. Бейеринком. Фагоцитарная (И.И.Мечников) и гуморальная (П. Эрлих) теории иммунитета.

Цитология. Выделение цитологии в самостоятельную науку. Создание теории микроскопа Э. Аббе. Открытие клеточного ядра (Р. Броун), клеточного центра (Т. Бовери), митохондрий (Р. Альтман, К. Бенда), пластинчатого комплекса (К. Гольджи). Описание митоза (Э. Страсбургер, В. Флемминг), мейоза (Э. ван Бенеден) и оплодотворения (О. Гертвиг, С.Г. Навашин).

5. РАЗВИТИЕ БИОЛОГИИ В XX В.

Предпосылки развития биологии в XX в. Этапы развития биологии в XX веке. Влияние физики и химии на биологию. Книга Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики» и принцип редукционизма. Разработка

методов ультрацентрифугирования (Сведберг), электрофореза (Тизелиус), хроматографии (Мартин, Синг) и рентгеноструктурного анализа (Лауэ, Брэгг). Создание электронного микроскопа (Кнолль и Руска).

Биохимия. Исследования строения углеводов и белков (Фишер), нуклеиновых кислот (Мишер, Коссель, Левин). Разработка теории катализа (Фишер, Анри, Михаэлис, Ментен). Открытие витаминов (Функ) и коферментов (Эйлер). Исследования гликолиза и дыхания Варбургом, Сент-Дьерди, Кребсом и др. Открытие антибиотиков (Флеминг, Флори, Чейн, Ваксман). Рентгеноструктурный анализ нуклеиновых кислот (Астбери, Уилкинс) и белков (Полинг, Перутц, Кендрью). Секвенирование белков (Сенгер, Стейн, Мур). Исследования окислительного фосфорилирования (Энгельгардт, Ленинджер, Митчел).

Генетика. Работа Менделя «Опыты над растительными гибридами» и подтверждение открытых им законов Корренсом, Чермаком и де Фризом. Разработка проблем генетики количественных признаков Гальтоном, Пирсоном и Иогансенем. Создание хромосомной теории наследственности (Сэттон, Бовери, Морган). Первые генетические карты дрозофилы (Стертевант) и кукурузы (Эмерсон, Бидл и Фрейзер). Исследования полиплоидии (Винклер, Карпеченко, Жебрак, Астауров). Открытие физического (Мёлер, Стадлер) и химического мутагенеза (Ауэрбах, Рапопорт), разработка теории мишени (Тимофеев-Ресовский и Дельбрюк). Возникновение популяционной генетики и синтетической теории эволюции (Четвериков, Райт, Фишер, Добжанский). Исследования тонкой структуры гена (Серебровский, Дубинин). Работы по цитогенетике Навашина, Левитского и Живаго.

Молекулярная биология. Исследование генетической роли нуклеиновых кислот (Гриффит, Эвери, Херши, Чейз, Френкель-Конрат). Открытие двойной спирали ДНК (Уотсон, Крик), исследования тонкой структуры гена (Бензер), репликации (Мезельсон, Сталь, Корнберг) и транскрипции (Темин, Балтимор и др). Расшифровка генетического кода и механизма трансляции (Гамов, Ниренберг, Маттеи, Спириг и др.). Изобретение полимеразной цепной реакции (Маллис, 1983). Исследования дифференциальной активности генов (Жакоб и Моно), открытие апоптоза (Керр, Бреннер, Хорвиц) и теломеразных часов (Оловников, Блэкберн, Грейдер). Проект «Геном человека» (1990–2003 гг.).

Современные тенденции развития биологии.

История биологии в Республике Беларусь. Ученые XVIII-XIX вв. (Жилибер, Снядецкий, Эйхвальд, братья Ковалевские и др.).

Основание Белорусского государственного университета и Национальной Академии наук. Исследования белорусских ученых-биологов до и после Великой Отечественной войны (А.В. Федюшин, И.Н. Сержанин, В.Ф. Купревич, Т.Н. Годнев, А.Р. Жебрак, П.Ф. Рокицкий и др). Формирование научных школ по геоботанике (И.Д. Юркевич, В.Д. Гельтман, Д.С. Голод), почвенной зоологии (Э.И. Хотько), гидробиологии

(Г.Г.Винберг), систематике насекомых (И.К. Лопатин), физиологии растений (Т.Н. Годнев), генетике (Н.В. Турбин), физиологии человека и животных (И.А.Булыгин) и другим биологическим наукам. Развитие исследований по биоразнообразию и охране растительного и животного мира (В.И. Парфенов, Н.В. Козловская, Г.Ф. Рыковский и др.).

Развитие биологических наук и высшего биологического образования в Республике Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

О с н о в н а я:

1. История биологии с древнейших времен до начала XX века / под ред. С. Р. Микулинского. – М.: Наука, 1972.
2. История биологии с начала XX века до наших дней / под ред. Л. Я. Бляхера. – М.: Наука, 1975.
3. Глушен С.В. История биологии / С.В. Глушен. – Мн.: БГУ, 2010.

Д о п о л н и т е л ь н а я:

4. Азимов А. Краткая история биологии. От алхимии до генетики / А. Азимов. М.: ЗАО Изд-во Центрполиграф, 2002.
5. Бабий Т. П. Биологи (биографический справочник) / Т. П. Бабий, Л. Л. Коханова, Г. Г. Костюк и др. Киев : Наукова думка, 1984.
6. Базилевская Н. А. Краткая история ботаники / Н. А. Базилевская, И. П. Белоконь, А. А. Щербакова. – М.: Наука, 1968.
7. Брызгалина Е. В. История биологии как смена парадигмального знания / Е.В.Брызгалина. – М.: МГУ, 1998.
8. Вермель Е. М. История учения о клетке / Е. М. Вермель. – М.: Наука, 1970.
9. Вернан Ж.-П. Происхождение древнегреческой мысли / Ж.-П. Вернан. М.: Прогресс, 1988.
10. Воронцов Н. Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н. Воронцов. – М.: Прогресс-Традиция, 1999.
11. Гайсинович А. Е. Зарождение и развитие генетики / А. Е. Гайсинович. – М.: Наука, 1988.
12. Кацнельсон З. С. Клеточная теория в ее историческом развитии / З. С. Кацнельсон. – Л.: Гос.изд-во мед. литературы, 1963.
13. Кун Т. Структура научных революций / Т. Кун. – М.: Прогресс, 1977.
14. Лункевич В. В. От Гераклита до Дарвина / В. В. Лункевич. – М.: Гос. уч.-пед. ид-во Министерства просвещения РСФСР, 1960. – Т. 1–2.
15. Нидэм Дж. История эмбриологии / Дж. Нидэм. – М.: Иностранная литература, 1947. – Т. 1–2.
16. Рьюз М. Философия биологии / М. Рьюз. – М.: Прогресс, 1977.
17. Уотсон Дж. Двойная спираль. Воспоминания об открытии структуры ДНК / Дж. Уотсон. – М.: Мир, 1969.

18. *Томпсон М.* Философия науки. / М.Томпсон. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2003.
Философия биологии. Вчера, сегодня, завтра / под ред И.К.Лисеева и Д.В.Локтионова. – М.: ИФРАН, 1996.
19. *Шредингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физики? / Э. Шредингер. – М.: Римис, 2009.

Репозиторий ВГУ

**Учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор УО «ВГУ им. П. М. Машерова»
проф. А. П. Солодков

«___» _____ 20__ г.

Регистрационный № УД [] /р.

История биологии

Учебная программа

для специальности 1-33-01-01 «Биоэкология»

Факультет - биологический

Кафедра - экологии и охраны природы

Курс - V

Семестр - 1X

Лекции – 16 час.

Практические (сем.) занятия – нет

Всего аудиторных часов - 16

СРК – 2 часа

Всего часов по дисциплине – 31

Экзамен – нет

Зачет – 9 сем.

Курсовая работа - нет

Форма получения
высшего образования -
очная

Автор-составитель: старший преподаватель кафедры экологии и охраны природы,
В.Л. Волков

Витебск 2011г.

Программа составлена на основе учебной программы курса «История биологии и экологии» для специальности 1-33 01 01 «Биоэкология», утвержденной УО ВГУ им. П.М. Машерова

Рег. № УД /баз.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры экологии и охраны природы « 25 » 2011 г. (протокол № 4).

Заведующий кафедрой
И.А.Литвенкова

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим Советом УО «ВГУ им. П.М. Машерова»

« » 20 г. (протокол №)

Председатель _____
(подпись)

1. Пояснительная записка

1.1. Цель преподавания дисциплины: сформировать у студентов систему опорных знаний об эволюции взглядов человека на мир и живую природу с древнейших времен до нашего времени, на биологию как науку о жизни и ее развитие в историческом аспекте, роль в прогрессивном развитии общества.

1.2. Построение и содержание курса «История биологии и экологии» предполагает при его изучении решение следующих задач:

- ознакомить студентов с основными этапами развития биологии и экологии;
- сформулировать представление о закономерности и факторах определяющих развитие науки и в частности биологии;
- осветить основные научные открытия в области биологии и их роль в социальном и научно-техническом прогрессе;
- осветить взаимодействие естественных и гуманитарных наук в историческом аспекте;
- сформулировать у студентов реальное представление об истории экологических знаний, возникновении и развитии экологии и как науки, ее роли в оптимизации взаимодействия общества и природы;
- раскрыть историю развития биологии и экологии в Беларуси, ее современное состояние и роль в решении важнейших народно-хозяйственных задач;
- осветить основные концепции и проблемы современной биологии и экологии.

1.3. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины.

№ п/п	Наименование дисциплины	Раздел, тема
1.	Ботаника	История развития ботаники
2.	Зоология	История развития зоологии
3.	Общая экология	История развития экологии
4.	Философия	Естественнонаучные взгляды античных философов

2. Содержание учебного материала.

2.1. Наименование тем, их содержание, объем в часах лекционных занятий.

№ п/п		Содержание	Час.
1.	Введение. Биология в античную эпоху	<p>Предмет истории биологии. Общие закономерности и факторы, определяющие развитие биологической науки. Роль личности в развитии науки. Понятие о парадигме.</p> <p>Основные периоды развития биологической науки. Методы научного познания в биологии. Соотношение эксперимента и теории в биологии. Научное открытие и доказательства. История термина «биология».</p> <p>Истоки биологических знаний. Первоначальное представление человека о живой природе и связях живых организмов со средой обитания. Основные формы взаимодействия с живой природой.</p> <p>Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья, древней Индии и Китае.</p> <p>Биологические воззрения древнегреческих натурфилософов – Анаксимандра, Анаксимена, Гераклита, Пифагора, Гиппократы, Платона, Демокрита, Аристотеля, Теофраста.</p> <p>Развитие биологических знаний в эпоху эллинизма и в Римской империи. Л. Кар и его поэма о природе вещей.</p> <p>«Естественная история» Плиния. Работы К. Галена по медицине, анатомии и физиологии.</p>	2
2.	Биология в средние века.	<p>Символическое видение мира в средневековье. Реализм и номинализм. Биологические представления в Византии, странах арабского Востока и Западной Европы. Биология в трудах Р. Бэкона, А. Великого и Ибн-Сины. Первые европейские университеты и их роль в развитии биологии.</p> <p>Особенности хозяйственной жизни славян и их взаимодействия с живой природой. Роль практического опыта в приобретении биологических знаний. Географические открытия,</p>	2

		<p>освоение Сибири, Севера и дальнего Востока и их роль в развитии биологии.</p> <p>Взгляды на живую природу и мир Ф. Скорины, М. Гусовского и других белорусских просветителей.</p> <p>Синтез эвристического и теоретического знания Р. Бэкона, Г. Галилея и Р. Декарта.</p>	
3.	Биология в эпоху Возрождения и Просвещения.	<p>Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании. Искусство как отражение видения мира и живой природы.</p> <p>Предпосылки бурного развития естествознания и биологии в эпоху Просвещения. Лейбниц и его идея «лестницы существ». И. Ньютон.</p> <p>Накопление биологических знаний, развитие описательной зоологии, первые классификации и систематизации растений и животных. Изобретение микроскопа. Возникновение анатомии и систематики растений. Первые сводки о животных. Система живой природы К. Линнея. Естественная история Ж. Бюффона. Исследования беспозвоночных животных, открытие регенерации и оплодотворения у низших позвоночных. Изучение ископаемых организмов.</p> <p>Анатомия человека в трудах А. Везалия, У. Гарвея, М. Мальпиги, А. Левенгука, Р. де Граафа. Первые экспериментальные работы по биологии русских ученых М. Тереховского и А. Шумлянского. Отец физиологии А. Галлер. Учение о рефлексах в работах И. Прохаска.</p> <p>Преформизм и эпигенез в эмбриологии животных. Микроскопические исследования зародышевого развития К.Ф. Вольфа.</p> <p>Креационизм и трансформизм, как первые гипотезы развития живой природы. Господство метафизического мировоззрения. Концепция постоянства видов и преформизм. Идеалистическая трактовка целесообразности в природе. Французский материализм XVIII в.</p> <p>Природа Беларуси в трудах иностранных и отечественных путешественников и ученых XVI – XVIII вв. Биологические и экологические представления в Беларуси XVIII в.</p>	2

		Основные биологические открытия XV – XVIII вв.	
4.	XIX век – век классической биологии	<p>Формирование естественных наук в I-ой пол. XIX в. Их роль в промышленной революции. Кризис метафизического мировоззрения.</p> <p>Развитие анатомии и морфологии животных. Вклад Ж. Кювье и Э.Ж. Сент-Илера.</p> <p>Открытие зародышевых листков М. Пандером, открытие яйцеклетки у млекопитающих и теория зародышевых листков К. Бэра.</p> <p>Клеточная теория Т. Шванна. Формирование гистологии в трудах Я. Пуркине и И. Мюллера.</p> <p>Теория эволюции Ж. Б. Ламарка, К. Ф. Рулье – первый русский эволюционист.</p> <p>Теория эволюции Ч. Дарвина. Ее значение в развитии биологии. Перестройка палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии и систематики животных. Последователи Ч. Дарвина в России (В.О. и А.О. Ковалевские, И.И. Мечников) и Западной Европе (Л. Долло, Ф. Мюллер, Э. Геккель, Т. Гексли и др.).</p> <p>Развитие физиологии человека и животных – научной основы медицины и ветеринарии.</p> <p>Формирование микробиологии. Исследования этиологии и возбудителей инфекционных болезней Р. Коха и Л. Пастера. Фагоцитарная теория иммунитета И.И. Мечникова и гуморальная теория П. Эрлиха. Открытие вирусов. Формирование почвенной микробиологии (С.Н. Виноградский).</p> <p>Выделение цитологии в самостоятельную науку. Создание светового микроскопа. Открытие митоза. Разработка проблемы мейоза и оплодотворения. Открытие двойного оплодотворения у растений (С.Г. Навашин).</p> <p>Формирование экологических понятий. Возникновение экологии. Экология в трудах Э. Геккеля, К. Ф. Рулье, Н. А. Северцова.</p>	2

5.	Развитие биологии и экологии в XX в.	<p>Основные этапы развития биологии в XX в.</p> <p>Развитие биохимии и молекулярной биологии. Исследования строения белков и углеводов, нуклеиновых кислот. Разработка теории катализа. Открытие антибиотиков. Рентгеноструктурный анализ нуклеиновых кислот и белка. Новые методы исследования: ультрацентрифугирование, хроматография, рентгеноструктурный анализ.</p> <p>Развитие зоологии. Теоретические работы А.Н. Северцова, Э. Майера, И. Шмальгаузена, В. Догеля. Разработка проблем систематики, зоогеографии, протистологии, паразитологии.</p> <p>Развитие ботаники. Теория строения растений. Новые методы систематики и системы растений. Разработка теории вида.</p> <p>Достижения физиологии человека и животных. Изучение процессов координации. Теория функциональных систем. Рефлекторная регуляция тонуса, функций коры и органов чувств, вегетативной нервной системы, кровообращения и дыхания. Открытие нейромедиаторов, адреналина, тироксина, паратгормона. Возникновение этологии.</p> <p>Развитие классической генетики. Создание хромосомной теории наследственности. Открытие искусственного и химического мутагенеза. Популяционная генетика. Исследование генетической роли нуклеиновых кислот. Открытие двойной спирали ДНК, репликации и обратной транскрипции. Генетический код и биосинтез белков. Дифференциальная активность генов. Методы генной инженерии.</p> <p>Жизнеобеспечение человека и продление его жизни.</p>	2
6.	Развитие представлений о происхождении и развитии жизни на Земле.	<p>Гипотезы о возникновении жизни.</p> <p>Устаревшие концепции: Самозарождение; Панспермия; Теория стационарного состояния.</p> <p>Современные представления о происхождении жизни: Генобиоз и голобиоз; Теория Опарина-Холдейна.</p> <p>Полицентрическая концепция жизни.</p> <p>Биологическое разнообразие как феномен Земли и проблемы его сохранения. Биотехнология, биоэнергетика, альтернативные источники энергии, обеспечение продовольственными ресурсами.</p>	2

		<p>Рациональное использование и воспроизводство биологических ресурсов. Утилизация отходов.</p> <p>Развитие экологии и ее роль в решении проблем устойчивого развития современного общества и охране биосферы.</p>	
7.	История биологии и экологии в Республике Беларусь.	<p>Биологические исследования в Беларуси в XX ст.</p> <p>Роль НАН Беларуси и высших учебных заведений. Основные научные центры и школы.</p> <p>Достижения ученых биологов и экологов Беларуси. Разработка теории и практики рационального использования биоресурсов, сельского, охотничьего и рыбного хозяйства, медицины и ветеринарии.</p> <p>Разработка научных основ охраны живой природы, Сети охраняемых природных территорий.</p>	2
8.	Концепции современной биологии.	<p>Оценка современного уровня состояния биологии, ее роли в жизни общества. Дальнейшее развитие биологии и экологии: классических и новых наук.</p> <p>Дальнейшая дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследований. Уровни биологических исследований. Теоретическая биология. Биология развития. Космическая биология. Разработка проблемы происхождения, эволюции и уровней жизни.</p> <p>Перспективы биологии и экологии в обеспечении устойчивого развития современного общества и охраны природы.</p>	2
9	Итого		16

2.2. Практические (семинарские) занятия, их тематика и объем в часах.

Учебным планом не предусмотрены.

2.4. Курсовая работа.

Учебным планом не предусмотрена.

2.5. Самостоятельная контролируемая работа студентов и ее объем

№ п/п	Наименование	Содержание	Объем в часах
1.	Написание реферата по заданной теме вопросов программы курса. Его защита.	Историческая периодизация развития биологических наук. Социально-экономические факторы. Основные научные школы и представители. Главнейшие научные открытия. Интеграция и дифференциация наук. Современные методы исследования. Роль естественных наук в обеспечении устойчивого развития общества.	1
2.	Биология и экология в Беларуси XIX-XX вв.	История биологии и экологии в Беларуси. Современное состояние. Основные научные центры и школы. Открытия белорусских ученых. Роль белорусской науки в решении народных хозяйственных проблем.	1

3. Учебно-методическая карта

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудит. часов				Матер. занятия (наглядные, обеспеч. (наглядные, занятия
		лекции	лакт. (сем.) занятия	лаб. занятия	упр. сам. раб.	
1	Введение. Биология в античную эпоху.	2	-	-	-	1,7,10,11,13
2	Биология в средние века.	2	-	-	-	1,13,14
3	Биология в эпоху Возрождения и Просвещения.	2	-	-	1	13, 14
4	XIX в. – век классической биологии.	2	-	-	-	2,4,5,13,14
5	Развитие биологии и экологии в XX в.	2	-	-	1	7,6,8,9,13,14

6	Развитие представлений о происхождении и развитии жизни на Земле.	2	-	-	-	13, 14
6	История биологии и экологии в Республике Беларусь	2	-	-	-	12,13, 4
6	Концепция современной биологии и экологии	2	-	-	-	1,6,8,9
Всего		16	-	-	2	

РЕПОЗИТОРИЙ ВГУ

4. Информационная (информационно-методическая часть)

4.1. Основная и дополнительная литература

№ п/п	Перечень литературы	Год издания
Основная		
1.	История биологии с древнейших времен до начала XX в. Под ред. С.Р. Микулинского. М.	1972
2.	История биологии с начала XX в. до наших дней. Под ред. Л.Л. Бляхера. М.	1975
3.	Бабий Т.П. и др. Биологи (биографический справочник). Киев.	1984
4.	Сорокина Т.С. История медицины. Мн.	1988
5.	Полянский Ю.И. Клеточная теория, современность, перспективы. М.	1989
6.	Сойфер В.Н. Очерки истории молекулярной генетики. М.	1970
7.	Петров К.М. Общая экология. СПб.	1998
Дополнительная		
8.	Рожанский И.Д. Античная наука. М.	1980
9.	Естественнонаучные представления древней Руси. М.	1978
10.	Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. М.	1998
11.	Вермель Е.М. История учения о клетке. М.	1970
12.	Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.	2002
13.	Соломатин В.А. История и концепции современного естествознания. М.	2002
14.	Академия наук Белорусской ССР. Мн.	1979
15.	Атлас науки Республики Беларусь. Мн.	2004
16.	О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2006 г. Мн.	2007

4.2.a Перечень наглядных и методических пособий, указаний, материалов

№	Перечень пособий
I. Таблицы и схемы	
1.	Схема развития науки.
2.	Доказательства эволюции.
3.	Палеонтологические ряды В.А. Ковалевского.
4.	Происхождение многоклеточных.
5.	Родословное древо.
6.	Схема космического корабля и его автономных систем жизнеобеспечения.
7.	Биосфера. Биогеохимические циклы.
8.	Схема генетического кода.

9.	Схема строения молекулы белка.
10	Схема социального (антропогенного) обмена веществ.
II. Карты	
11	Центры античной цивилизации
12	Охраняемые природные территории и объекты Беларуси.
13	Портреты выдающихся ученых биологов и деятелей естествознания
14	Коллекции и натуральные объекты по ботанике, зоологии и палеонтологии

4.2.б. Методические материалы с использованием компьютерных технологий (CD и DVD записями)

1. Жизнь древнего человека.
2. Эпоха Возрождения.
3. Хозяйство и культура восточных славян.
4. Чарльз Дарвин – страницы жизни.
5. Биологическое разнообразие Земли.
6. Биосфера.
7. Покорение Космоса.
8. Генетический код.
9. Охраняемые природные территории Беларуси.
10. Наука Беларуси – сельскому хозяйству.

Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности на 2009/2010 уч. год.

Дисциплина, опирающаяся на Историю биологии	Предложения об изменениях материала и т. д.	(прот. №, дата) каф., разработ. программу
Ботаника	Изложение истории развития ботанической науки вести с учетом освещения ее в соответствующих разделах ботанических дисциплин	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)
Зоология	Изложение истории развития зоологической науки вести с учетом освещения ее в соответствующих разделах зоологических дисциплин	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)

Философия	Изложение естественнонаучных взглядов античных философов и концепций современной биологии вести с учетом их изучения в курсе философии	Решение кафедры от 25.04. 2011 г. (протокол № 4)
-----------	--	--

**Дополнения и изменения в рабочей программе
на 20 - 20 уч. год**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
 Протокол № от «___» _____ 20 г.
 Заведующий кафедрой _____

 (Ф.И.О., подпись)

Внесенные изменения утверждаю
 Декан факультета _____

 (Ф.И.О., подпись)

«___» _____ 20 г.

Курс История биологии

Биология – наука о явлениях и законах природы. На современном этапе развития биология тесно взаимосвязана с множеством других наук: физикой, химией, геологией, астрономией, математикой и др. **История биологии** исследует широкий спектр вопросов о развитии биологической науки и может рассматриваться, как самостоятельная наука. Изучение природы всегда было естественным стремлением человека познать окружающий мир и стало основой практической деятельности. Основные понятия, само представление о закономерностях изменения явлений, способы применения законов природы были порождены ее исследованием. Отношение к природе, понимание ее места в мироздании, представление о явлениях, происходящих в ней, были и по сей день являются основой научных и философских систем в различных цивилизациях. В настоящее время биологические знания являются сферой активных действий и основанные на них современные технологии формируют новый образ жизни человека.

В пособии освещены основные этапы и тенденции развития биологической науки. УМК включает типовую и учебную программу курса, лекционный материал, задания для самостоятельной контролируемой работы студентов (СКР, вопросы к зачету, список основной и дополнительной литературы. Данный учебно-методический комплекс рекомендован для студентов дневной и заочной форм обучения (5 курс), обучающихся по специальности 1-33 01 01 «Биоэкология».

3. Теоретический курс электронного учебно-методического комплекса «История биологии»

Лекция 1

Тема: Введение. Биология в античную эпоху

План:

1 Предмет истории биологии. Общие закономерности и факторы, определяющие развитие биологической науки. Роль личности в развитии науки. Понятие о парадигме.

2. Основные периоды развития биологической науки. Методы научного познания в биологии. Соотношение эксперимента и теории в биологии. Научное открытие и доказательства. История термина «биология».

3. Истоки биологических знаний. Первоначальное представление человека о живой природе и связях живых организмов со средой обитания. Основные формы взаимодействия с живой природой.

4. Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья, древней Индии и Китае.

5. Биологические воззрения древнегреческих натурфилософов – Анаксимандра, Анаксимена, Гераклита, Пифагора, Гиппократ, Платона, Демокрита, Аристотеля, Теофраста.

6. Развитие биологических знаний в эпоху эллинизма и в Римской империи. Л. Кар и его поэма о природе вещей.

6. «Естественная история» Плиния. Работы К. Галена по медицине, анатомии и физиологии.

1. Биология (от греч. *bios* - жизнь и *logos* - учение) - это совокупность наук о живой природе. Об огромном многообразии вымерших и ныне населяющих Землю живых существ, их строении и функциях, происхождении, распространении и развитии, связях друг с другом и с неживой природой. Классическая биология - это биология по преимуществу наблюдательная. В классической биологии эксперимент еще не рассматривался как важный метод эмпирического познания органических объектов.

Зарождение научной биологии

Стихийно-эмпирическое накопление знаний (под стихийно-эмпирическим познанием понимается такой метод получения знаний, при котором данный процесс еще не отделен от общественно-практической деятельности людей). Поэтому, основным методом разработки новых производственных технологий, при сохранении стихийно-эмпирического познания, являются практические действия людей, непосредственно направленные на объекты или предметы производственного процесса) о мире органических явлений длилось тысячелетиями. Но долгое время знания о биологических явлениях не выделялись из общей совокупности знаний о природе в самостоятельную отрасль. Биологические знания излагались вперемешку со знаниями о химических, физических, географических, климатических, метеорологических, социально-исторических явлениях. Специфика биологического объекта просто не фиксировалась, стихийно-эмпирически накапливаясь в основном как побочный продукт деятельности ремесленников, крестьян, путешественников, алхимиков, паломников, купцов, фармацевтов, врачей и др. Природа выступала как нерасчлененное целое.

В эпоху Возрождения ситуация в сфере познания живого изменилась. Здесь особое место принадлежит XVI в. В истории биологии этот период выделяется как начало глубокого перелома в способах познания живого. Ренессансный гуманизм, пересмотрев представление о месте человека в природе, возвысил роль человека в мире, вплоть до того, что божественность стали рассматривать как один из атрибутов человечности. В человеке видели венец, светоч природы, полагая, что уже в силу одного этого он достоин самого

тщательного изучения, внимания и заботы. Отражением главной ориентации той эпохи — ориентации на человека, на совокупность его ближайших потребностей и прежде всего на решение наиболее близких ему медицинских проблем — было быстрое развитие биологического познания. Известный историк естествознания П. Таннери, характеризуя данный период развития биологии, писал: “...История науки в первой половине XVI столетия была в сущности только историей медицины”. В сторону человека развернулась даже алхимия; результатом слияния алхимии с медициной стала ядохимия. Основоположник ядохимии Парацельс утверждал, что “настоящие цели алхимии заключаются не в изготовлении золота, а в приготовлении лекарств”.

Особенности развития биологии в XVI—XVII вв. во многом определялись практическими потребностями развивавшегося капиталистического хозяйства, прежде всего его аграрного сектора, социально-классовыми потрясениями, ростом влияния материалистической философии на естествознание в целом и биологию в частности, институционализацией научной деятельности. На смену средневековой феодальной упрощенной культурно-бытовой сфере жизнедеятельности приходит буржуазный образ жизни, сформировавшийся в среде городской бюргерской культуры. Его важнейшими атрибутами были, в частности, цветоводство и садоводство. В XV—XVI вв. потребности медицины обусловили появление разного рода травников, а затем и создание “аптекарских садов”, которые впоследствии превратились в ботанические сады; широко развивалась практика сбора гербариев. Мир животных тоже становится объектом интереса. В эпоху Возрождения значительно совершенствуется организация коневодства и конных заводов. А при дворах многих европейских правителей создаются даже настоящие зоопарки. На таком фоне повышается интерес к растению и животному как таковому. Как совершенно справедливо отмечал первооткрыватель итальянского Возрождения Я. Буркхард, “всем этим была создана благоприятная почва для развития научной зоологии, как и ботаники”.

Значительные изменения происходят в способе биологического познания — вырабатываются стандарты, критерии и нормы исследования органического мира. На смену стихийности, спекулятивным домыслам, фантазиям и суевериям постепенно приходит установка на объективное, доказательное, эмпирически обоснованное знание. Благодаря коллективным усилиям ученых многих европейских стран такая установка обеспечила постепенное накопление колоссального фактического материала. Значительную роль в этом процессе сыграли Великие географические открытия, эпоха которых раздвинула мировоззренческий горизонт европейцев — они узнали множество новых биологических, геологических, географических и других явлений. Фауна и флора вновь открытых стран и континентов не только значительно расширили эмпирический базис биологии, но и поставили вопрос о его систематизации.

Огромная описательная накопительная работа, проведенная в XVI—XVII вв. в биологии, имела важные последствия. Во-первых, она вскрыла реальное многообразие растительных и животных форм и наметила общие пути их систематизации. Если в ранних ботанических описаниях (О. Брунфельса, И. Бока, К. Клузиуса и др.) еще отмечается множество непоследовательностей и отсутствуют четкие принципы систематизации и классификации, то уже М. Лобеллий, К. Баугин и особенно А. Цезальпино закладывают программу создания искусственной систематики (получившую свое развитие в работах Ж.Л. Турнефора, искусственная система которого была общепринятой в конце XVII — первой половине XVIII в.), а И. Юнг дает теоретический ориентир на развитие естественной систематики растений, получивший развитие в трудах Р. Моррисона и Дж. Рэя.

В это же время осуществляется и систематизация зоологического материала, прежде всего такими учеными-энциклопедистами, как К. Геснер и У. Альдрованди. Закладываются основы частных отраслей зоологии — энтомологии (Т. Моуфет), орнитологии (П. Белон), ихтиологии (Г. Рондель). Сильнейший импульс развитию зоологии был дан изобретением микроскопа. Обнаружение мира микроорганизмов А. ван Левенгуком оказало поистине

революционизирующее влияние на развитие биологии, а Ф. Стелутти одним из первых применил микроскоп для изучения анатомии животных, в частности насекомых.

Во-вторых, накопительная биологическая работа в XVI— XVII вв. значительно расширила сведения о морфологических и анатомических характеристиках организмов. В трудах Р. Гука, Н. Грю, Я. Гельмонта, М. Мальпиги и др. получила развитие анатомия растений, были открыты клеточный и тканевый уровни организации растений, сформулированы первые догадки о роли листьев и солнечного света в питании растений. Установление пола у растений и внедрение экспериментального метода в ботанику — заслуга Р.Я. Камерариуса; садовод Т. Ферчайльд (не позже 1717 г.) создал первый искусственный растительный гибрид (двух видов гвоздики). На основе искусственной гибридизации совершенствовались методы искусственного опыления, закладывались отдаленные предпосылки генетики.

Важной вехой в развитии анатомии стало творчество А. Везалия, исправившего ряд крупных ошибок, укоренившихся в биологии и медицине со времен античности. М. Сервет, павший жертвой протестантского религиозного фанатизма, и У. Гарвей исследовали проблему кровообращения. У. Альдрованди обратился к традиции античной эмбриологии, а его ученик В. Койтер, систематически изучая развитие куриного зародыша, заложил основы методологии экспериментального эмбриологического исследования. Г. Фаллопий и Б. Евстахий проводят сравнение структуры человеческого зародыша и взрослого человека, соединяя тем самым анатомию с эмбриологией. На аристотелевско-телеологической основе формировались первые теоретические концепции в эмбриологии (Фабриций из Аквапенденге). В XVII в. складывается синтез анатомии и физиологии, возникает предпосылка структурно-функционального подхода (Г. Азелли, Ж. Покэ, Ф. Глиссон, Р. де Грааф и др.)

В-третьих, важным следствием развития биологии явилось формирование научной методологии и методики исследования живого. Поиски рациональной, эффективной методологии привели к стремлению использовать в биологии методы точных наук — математики, механики, физики и химии. Сформировались даже целые направления в биологии — иатромеханика, иатрофизика и иатрохимия. В русле этих направлений были получены отдельные конструктивные результаты. Так, например, Дж. Борелли подчеркивал важную роль нервов в осуществлении движения, а Дж. Майов одним из первых провел аналогию между дыханием и горением. Значительный вклад в совершенствование тонкой методики анатомического исследования внес Я. Сваммердам.

В-четвертых, следствием накопительной работы является развитие теоретического компонента биологического познания — выработка понятий, категорий, методологических установок, создание первых теоретических концепций, призванных объяснить фундаментальные характеристики живого. Прежде всего это касалось природы индивидуального развития организма, в объяснении которой сложилось два противоположных направления — преформизм и эпигенез.

Преформисты (Дж. Ароматари, Я.Сваммердам, А. ван Левенгук, Г.В. Лейбниц, Н. Мальбранш и др.) исходили из того, что в зародышевой клетке уже содержатся все структуры взрослого многоклеточного организма, потому процесс онтогенеза сводится лишь к количественному росту всех преобразованных зачатков органов и тканей. Преформизм существовал в двух разновидностях: овистической, в соответствии с которой будущий взрослый организм преобразован в яйце (Я. Сваммердам, А. Валлисниери и др.), и анималькулистской, сторонники которой полагали, что будущий взрослый организм преобразован в сперматозоидах (А. ван Левенгук, Н. Гартсекер, И. Либеркюн и др.).

Уходящая своими корнями в аристотелизм, теория эпигенеза (У. Гарвей, Р. Декарт, пытавшийся построить эмбриологию, изложенную и доказанную геометрическим путем, и др.) полностью отрицала какую бы то ни было predeterminedность развития организма и отстаивала точку зрения, в соответствии с которой развитие структур и функций организма определяется воздействием внешних факторов на неперформированную зародышевую

клетку. Борьба между этими направлениями была острой, длительной, велась с переменным успехом. Каждое направление обосновывало свою позицию не только эмпирическими, но и философскими соображениями (так, преформизм хорошо согласовывался с креационизмом: Бог создал мир со всеми населяющими его существами, как теми, которые были и есть, так и теми, которые еще только появятся в будущем).

В целом же биология в XVI—XVII вв. была в зачаточном состоянии; растительный и животный миры были исследованы лишь в самых грубых чертах, биологические объяснения носили чисто механический и поверхностный характер. Биологическое познание, еще не выработало в это время своей собственной системы методологических установок.

2. Накопление сведений о растениях и животных в первобытном обществе

Первая попытка систематизировать, критически осмыслить и обобщить накопленные знания о растениях и животных и их жизнедеятельности была осуществлена Аристотелем (IV в. до н. э.), но еще задолго до него в литературных памятниках различных народов древности (египтян, вавилонян, индийцев и китайцев) излагалось много интересных, правда, по большей части отрывочных, сведений о растениях, о строении, развитии, образе жизни животных, об устройстве и жизнедеятельности человеческого тела главным образом в связи с агрономией, животноводством и медициной. Что же касается самих биологических знаний, то их корни уходят в глубокую древность, а их источником была непосредственная практическая деятельность людей. По наскальным и пещерным рисункам и резным изображениям эпохи кроманьонского человека (верхний палеолит: приблизительно 13 тыс. лет до н. э.) можно установить, что уже в то время люди хорошо различали большое число животных, служивших объектом их охоты. Встречаются удивительно точные, динамические изображения мамонта, северного оленя, древнего слона, шерстистого носорога, большеротого и благородного оленя, лося, сайги, косули, бизона, первобытного и мускусного быков, кабана, пещерного медведя, россомахи, пещерного льва и гиены, волка, лисицы, песца, зайца, сурка; из птиц — белой и тундряной куропаток, утки, гуся, лебедя, орла; из рыб — лосося, форели, карпа, леща, щуки, голавля; из беспозвоночных — краба, моллюсков (устрицы, морские блюдечки и др.). Известен верхне-палеолитический рисунок, который изображает женщину, собирающую мед диких пчел.

Некоторые из сохранившихся изображений позволяют судить об анатомических познаниях кроманьонцев. Обнаружены, например, рисунок головы быка с отходящим от нее позвоночным столбом, верхне-палеолитические рисунки, на которых в контурах тела животного показаны на надлежащих местах те или иные внутренние органы. На стене одной из пещер в Астурии изображен слон, у которого в области груди отчетливо нарисовано сердце.

Древнему человеку были известны сезонные кочевки оленьих стад, сезонность появления в районе его обитания перелетных птиц, миграции некоторых морских рыб и время их появления в реках.

Человек тогда не противопоставлял себя остальной природе: все предметы и явления казались ему "живыми". Так возник первобытный антропоморфизм и, как его следствие, религиозные верования в форме анимизма, для которого характерно представление о "душе", обладающей способностью выходить из тела и вести самостоятельное существование. Именно в этот период истории человечества возникает представление о "живом" и "мертвом". Все становится мертвым (человек, животное, растение, камень, вода и т. д.), после того как "выходит" душа из тела.

В эпоху неолита, бронзы и железа окончательно сформировалось представление о "душе" как о самостоятельной сущности, которая при жизни находится в какой-либо жизненно важной части тела — в голове, груди, сердце, крови. Возникло представление и о множественности душ, каждая из которых, находясь в том или ином органе, выполняет присущую данному органу функцию.

С самого начала своего возникновения анимизм как религиозное верование противостоял вырабатываемому практикой рациональному и материалистическому в своей основе пониманию природы, которое только и может рассматриваться как зачаток будущей науки.

Значительной вехой в истории отношений человека к животному миру было одомашнение собаки, что способствовало возникновению идеи приручения животных и указывало путь к ее осуществлению. Одомашнение животных, положившее начало развитию скотоводства, и возникшее одновременно земледелие означали переход человека от использования готовых продуктов к их производству.

В позднем неолите уже было широко распространено возделывание достаточно большого числа культурных растений. Так, в VI—V тысячелетиях до н. э. в Передней и Западной Азии и Северной Африке культивировали пшеницу и ячмень. В неолите появились рожь, кукуруза и многие огородные культуры, плодовые деревья и технические культуры (лен, конопля). В период неолита в Китае, Индонезии и Индии начали разводить также рис, чай и хлопок, в Абиссинии — кофе, в Америке — какао, помидоры, картофель, подсолнечник.

В период неолита (VI—II тысячелетия до н. э.) были одомашнены овца, коза, свинья, крупный рогатый скот, осел, а затем лошадь и верблюд. Все эти животные произошли, подобно собаке, от различных диких форм.

Можно думать, что уже на самой ранней стадии одомашнения растений и животных человек начал осуществлять их улучшение и изменение. Чарлз Дарвин очень убедительно показал, что искусственный отбор лучших особей на племя должен был возникнуть стихийно на самых начальных стадиях скотоводства. И действительно, в результате так называемого бессознательного отбора в разных направлениях в эпоху ранних рабовладельческих цивилизаций уже появились разнообразные породы собак, лошадей и рогатого скота.

Развитие ботанических исследований

Главным результатом развития ботаники на протяжении XV—XVIII вв. было описание и классификация большого числа растительных видов. Поэтому этот период часто называют периодом "первоначальной инвентаризации" растений. В это время были разработаны основные понятия ботанической морфологии, заложены начала научной терминологии, выработаны принципы и методы классификации растений и, наконец, были созданы первые системы растительного царства.

Понятие «сродства» и учение о метоморфозе

В течение первой половины XIX в. наряду с дальнейшим развитием: описательной морфологии растений в ботанике наблюдалась тенденция к сравнительно-морфологическому подходу. Накопленные данные наводили на мысль, что морфологическое сходство между отдельными организмами и группами организмов бывает двоякого рода: во-первых, случайные совпадения и функциональные аналогии; во-вторых, более глубокая морфологическая общность ("сродство"), которая не может быть объяснена, одним влиянием внешних условий и указывает на родственные связи соответствующих организмов.

Принципы естественной систематики

К началу XIX в. стало совершенно очевидно, что искусственные системы отжили свой век и не могут удовлетворять растущих требований науки. Если искусственные системы и были по-прежнему полезны для определения растений (в форме "ключей" искусственные системы сохранились и до наших дней), то достигнутому уровню теоретических знаний они уже не соответствовали. К тому времени выкристаллизовывались такие группы, как сложноцветные, крестоцветные, зонтичные и т. д., а это вело к тенденции располагать и остальные группы по их взаимному "сродству".

4. Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья, древней Индии и Китае.

В период цивилизации Древнего Востока человечество сделало значительный шаг вперед в познании природы. Накопленные здесь знания оказали впоследствии воздействие на науку античной Греции и Рима.

Хотя элементы древних представлений об организмах часто облекались в религиозную форму, а медицина развивалась в основном как система магических воздействий и оставалась в руках жрецов, все же медико-биологические воззрения начинали постепенно обособляться от религии и магии и приобретать характер натурфилософских систем.

4. Древнейшие (IV тысячелетие до н. э.) сведения о биологических объектах в Месопотамии содержатся в клинописных табличках. Во многих из них приводятся списки животных и растений. Народы Месопотамии делили животный мир на "рыб", т. е. водных животных вообще, членистых, змей, птиц и четвероногих. Среди последних различали плотоядных (собаки, гиены, львы) и травоядных (ослы, лошади, верблюды). Растения подразделялись на деревья, овощи, пряности, лекарственные травы. В вавилонских и ассирийских медицинских табличках описаны различные болезни и способы их лечения, однако сведения о строении и деятельности органов человека отсутствуют. По мнению вавилонян, жизнь связана с кровью, а печень — главный орган жизни, содержащий запас крови. Органом мышления считали сердце.

Значительные успехи были достигнуты народами Месопотамии при выведении новых пород домашних животных, в частности верховых лошадей. Под влиянием Ассирии-Вавилонии в Хеттском государстве в середине XIV в. до н. э. появился трактат о коневодстве — одна из наиболее древних рукописей, целиком посвященных специальной биологической теме, и вероятно, одно из самых первых сочинений по биологии, сохранивших имя автора — Киккули из Митаннии (область в Малой Азии в верховьях Евфрата).

В Месопотамии же были выведены крупные породы ослов, рабочих лошадей, овец и крупного рогатого скота. Здесь, а также в некоторых других странах Азии и Европы скрещивали домашний рогатый скот с диким туром. Путем спаривания осла с кобылой впервые был получен мул.

Важным практическим открытием народов древней Месопотамии было искусственное опыление финиковой пальмы, что привело к широкому применению гибридизации ее разновидностей и получению большого сортового разнообразия этого дерева.

Биологические знания и воззрения древнего Египта очень близки к упомянутым представлениям ассирийцев-вавилонян. В так называемом папирусе Эберса, датированном XVI столетием до н. э., содержится уже довольно дифференцированная анатомическая терминология, связанная с описанием заболеваний различных органов. Египетский автор говорит, что сердце является важнейшим органом тела, а биение пульса показывает, что "голос сердца может быть услышан во всех членах". В папирусе Эберса перечислено большое число лекарственных растений, простой перечень которых показывает, как много культурных растений было освоено в древнем Египте.

Больших успехов достигло земледелие: египтяне культивировали в то время несколько видов хлебных злаков, множество различных овощей, фруктовых деревьев, лен и маслину.

В Египте разводили крупный рогатый скот, лошадей, ослов, овец, коз, свиней. Были одомашнены одnogорбый верблюд, несколько видов антилоп, кошка, гуси, утки, лбоды, голуби. Из Индии были завезены куры. Подобно китайцам, египтяне практиковали инкубацию куриных яиц в особого рода почвах.

Биологические представления в древней Индии и Китае

Древние обитатели Индии уже в середине III тысячелетия до н. э. выращивали много культурных растений и разводили рогатый скот, собак и голубей. В Индии впервые были одомашнены куры и уже в глубокой древности был приручен слон.

Анатомия, физиология и эмбриология вызывали к себе интерес в Индии только в связи с медициной, которая в течение очень долгого времени носила магико-религиозный характер. Однако уже с VIII в. до н. э. начинает проявляться тенденция к обособлению медицины от религии и магии. Она получила широкое выражение в одной из редакций главного медицинского сочинения индийцев "Аюр-веды" (VI в. до н. э.).

Древние индийцы считали, что в природе существует пять стихий, или элементов: огонь, земля, вода, воздух и эфир. Сочетаясь с ними, три вещества организма — слизь, желчь, воздух — образуют хилус, кровь, мясо, жир, кости и мозг.

Развитие зародыша, по древне-индийским представлениям, начинается с соединения мужского воспроизводительного вещества (понятие, соответствующее понятию семени), которое берет начало от всех членов тела, с женским воспроизводительным веществом, которое, по-видимому, идентифицировалось с менструальной кровью. Возникновение зародыша связывали с особой сущностью, которую, впрочем, не относили к сверхъестественным явлениям. Позднее некоторые комментаторы приравнивали ее к "душе", что, вероятно, является необоснованной модернизацией древне-индийских представлений. Относительно определения пола плода наряду с совершенно фантастическими взглядами допускали значение относительного количества "семени" и "крови" при зачатии. Избыток первого приводит к рождению мальчика, избыток последней — к рождению девочки; при равном их количестве рождается разнополая двойня. О порядке возникновения органов и частей тела плода разные авторы, по свидетельству хирургического трактата Сушрута-Самхита, высказывали различные суждения. Одни полагали, что прежде всего образуется голова, поскольку с нею связаны чувства; другие первым органом считали сердце — "седалище" сознания и мышления; третьи за исходную часть принимали пупок; высказывались также мнения, что первыми формируются руки и ноги, как органы движения, или же туловище. Было широко распространено представление, что впечатления и иные воздействия (в частности, пища) во время беременности отражаются на физических и духовных признаках рождающегося ребенка. В индийских медицинских сочинениях VI—I вв. до н. э. проводилась мысль о наличии у живых существ неизменных наследственных качеств, которыми объясняется сходство детей с родителями. Великие памятники индийского народного эпоса "Махабхарата" и "Рамаяна", восходящие к VI—V вв. до н. э., донесли до нас яркие образцы точных описаний явлений природы. Они содержат многие сведения по экологии животных и растений, тонкие описания их образа жизни.

Уже в I тысячелетии до н. э. в индийской философии возникли материалистические течения, согласно которым единственным источником познания мира является восприятие органами чувств предметов внешнего мира, помимо которых в природе ничего не существует. Из комбинаций четырех материальных элементов (земли, воды, воздуха и огня) образуются все тела природы, в том числе и живые организмы — растения и животные. После смерти они распадаются на те же элементы.

Одним из крупнейших очагов возникновения многих важных видов культурных растений и домашних животных был древний Китай. В течение почти всего II тысячелетия до н. э. в Китае существовало очень интенсивное земледельческое и скотоводческое хозяйство. Разведение шелковичного червя началось здесь, видимо, еще раньше.

Биологические представления в Китае, как и в других странах Древнего Востока, развивались в тесной связи с медициной под воздействием натурфилософских учений. В древнейших китайских натурфилософских сочинениях, созданных в IX—VII вв. до н. э., развивались представления о том, что все вещи состоят из полярных по своей природе материальных частиц. При их взаимодействии возникают пять основных стихий, или

элементов — вода, дерево, огонь, земля и металл,— которые дают начало всему многообразию мира, включая растения, животных и человека.

Анатомия в Китае вследствие действовавшего на протяжении тысячелетий строгого запрета касаться ножом как живого, так и мертвого тела была до крайности примитивной: расположение и форму внутренних органов знали лишь в самых общих чертах.

Стихийно-материалистические воззрения древнего Китая были обобщены в учении китайского философа-материалиста I в. н. э. Ван Чуна. Ван Чун учил, что природа материальна и развивается в силу слепой естественной необходимости, извечно присущей материальному миру. Учение о естественной необходимости привело Ван Чуна к решительному отрицанию телеологического понимания явлений природы, характерного для религиозного мышления.

5. Биологические знания в древней Греции до начала V века до н. э.

В древнейшем, крито-микенском периоде истории древней Греции биологические знания были примерно на том же уровне, что и на Востоке. Главной предпосылкой к знакомству с анатомией человека была медицина и хирургия. У Гомера мы встречаем весьма разнообразные медицинские и анатомические термины. "В Илиаде" и "Одиссее" можно найти много данных о домашних животных. Гомеру было известно значение целебных и ядовитых растений.

В VIII—VI вв. до н. э., в так называемый "архаический" период истории древней Греции в недрах целостной философии природы возникали первые зачатки античной науки. Основоположников греческой философии **Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена и Гераклита** объединяли поиски материального первоначала, из которого в силу естественного саморазвития возник мир. Для Фалеса (VII—VI вв. до н. э.) этим первоначалом была вода. Анаксимандр (610—546 до н. э.) также считал, что мир возник из единого и вечного материального первоначала. Это первоначало он назвал "апейрон", что значит "беспредельное"; он считал его материей неопределенной, находящейся в вечном движении.

Живые существа, согласно учению Анаксимандра, образуются из апейрона по тем же законам, что и предметы неживой природы. Животные, по мысли Анаксимандра, родились первоначально из влаги и земли, нагретых солнцем. Первые животные были покрыты чешуей, но, достигнув зрелости, они вышли на сушу; чешуя их лопнула, и, освободившись от нее, животные начали вести свойственный каждому из них образ жизни. Все виды животных возникли независимо друг от друга, так что в учении Анаксимандра нет и намек на генетическую связь между видами, на мысль об историческом развитии животного мира. Только в отношении человека Анаксимандр допускал возможность его происхождения от организмов другого вида. Он считал, что зародыши первых людей образовались в чреве существ, похожих на рыб. Лишь достигнув возмужалости, они скинули рыбью оболочку и вышли на землю в виде мужчин и женщин.

Третий ионийский философ Анаксимен (ок. 588—525 до н. э.) считал материальным первоначалом мира воздух, из которого все возникает и в который все возвращается обратно. Душу он также отождествлял с воздухом. Учение о всеобщей одушевленности материи было выражено у Анаксимена ярче, чем у других ионийцев.

Величайшим из ионийских натурфилософов был Гераклит Эфесский (544—483 до н. э.). Его учение не содержит каких-либо специальных положений о живой природе, тем не менее оно имело огромное значение как в истории биологии, так и в истории естествознания и философии в целом, ибо в нем был выражен стихийно-диалектический подход к пониманию природы. Гераклит впервые ввел в философию и в науку о природе четкое представление о постоянном изменении.

Гераклит считал, что материальным первоначалом мира является огонь, который в силу необходимости закономерно воспламеняется и снова закономерно угасает. Он учил, что всякое изменение есть результат борьбы: "Все возникает через борьбу и по необходимости".

И далее: "Расходящееся сходится, из различия образуется прекраснейшая гармония и все возникает через борьбу". Приведенные суждения Гераклита отражают стихийную диалектику древнегреческих философов-материалистов. "Этот первоначальный, наивный, но по сути дела правильный взгляд на мир был присущ древнегреческой философии и впервые ясно выражен Гераклитом: все существует и в то же время не существует, так как все течет, все постоянно изменяется, все находится в постоянном процессе возникновения и исчезновения".

Отсюда, разумеется, нельзя вывести заключение, как это делали некоторые историки биологии, о предвосхищении Гераклитом, а равно и другими античными мыслителями подлинной идеи эволюции органического мира, которая в законченном виде была сформулирована и обоснована только в XIX в. В понимании Гераклита это постоянное изменение природы представляет вечно повторяющийся, замкнутый круговорот. Идея же исторического развития природы осталась Гераклиту чуждой.

Во второй половине VI в. до н. э. в Южной Италии возникла философская школа, основанная полупоэтическим Пифагором и имевшая по сравнению с ионийцами совсем иную направленность. Пифагорейцы стремились прежде всего установить господствующие в мире числовые закономерности; в связи с этим они много занимались арифметикой, геометрией, астрономией; им принадлежат также первые важные открытия в области музыкальной акустики. Большим уважением у пифагорейцев пользовалась медицина.

Близко к пифагорейцам стоял врач, астроном и философ Алкмеон Кротонский, живший предположительно в конце VI — начале V в. до н. э. Его по справедливости считают основоположником анатомии и физиологии в древней Греции. Сообщают, что он первый начал анатомировать трупы животных для научных целей, что позволило ему сделать ряд важных заключений о роли отдельных органов. Алкмеон признал мозг средоточием ощущений и мышления и уяснил роль нервов, идущих от органов чувств (глаз и ушей) к мозгу. На основе своих физиологических наблюдений он развил обстоятельную теорию ощущений. Различие между животными и человеком он усматривал в том, что животные обладают только ощущениями, человек же не только ощущает, но и мыслит. Условием нормального функционирования организма является, по мнению Алкмеона, равновесие заключенных в нем "сил" — влажного и сухого, теплого и холодного, горького и сладкого и других. Нарушение этого равновесия (например, избышек теплоты) ведет к заболеванию. Это учение оказало большое значение на дальнейшее развитие греческой медицины. Как и пифагорейцы, Алкмеон признавал бессмертие души.

Лекция 2

Тема: Биология в средние века.

План:

1. Символическое видение мира в средневековье. Реализм и номинализм. Биологические представления в Византии, странах арабского Востока и Западной Европы. Биология в трудах Р. Бэкона, А. Великого и Ибн-Сины. Первые европейские университеты и их роль в развитии биологии.
2. Особенности хозяйственной жизни славян и их взаимодействия с живой природой. Роль практического опыта в приобретении биологических знаний. Географические открытия, освоение Сибири, Севера и дальнего Востока и их роль в развитии биологии.
3. Взгляды на живую природу и мир Ф. Скорины, М. Гусовского и других белорусских просветителей.
4. Синтез эвристического и теоретического знания Р. Бэкона, Г. Галилея и Р. Декарта.

1. Биология в средние века

Период с V по XV в., именуемый "средними веками", или "средневековьем", даже применительно к европейскому культурно-историческому региону понятие весьма расплывчатое и условное. Это было время возникновения и развития феодализма со свойственной ему политической и идеологической надстройкой.

Переход к феодализму сопровождался в Западной Европе разрушением хозяйственных и культурных связей, разобщением и изоляцией отдельных районов, глубоким упадком городской культуры, утратой многих достижений науки и техники и установлением безраздельного господства церковной идеологии. Вместе с тем тысячелетие, которое мы условно называем "средневековьем", было далеко не однородно. Период с V по X в., когда складывались и упрочивались феодальные отношения, и время с XI по XV в., на которое падает расцвет феодализма в Европе, весьма различаются по своим социально-экономическим и культурно-историческим условиям. Однако можно все же выделить некоторые общие черты, характерные для средневекового мышления и естественнонаучной картины мира, свойственной тому времени.

Особенности средневековых воззрений на природу

Представление о природе в этот период опиралось прежде всего на ветхозаветное сказание о сотворении мира: мир создан богом, он — реальное воплощение его идей; во всех явлениях природы видели проявление божественного промысла. Вера считалась необходимой предпосылкой познания природы, физика — лишь вспомогательной наукой религиозной метафизики, а природа — иллюстрацией истины божественного откровения. Средневековое воззрение на природу хорошо выражено в словах Фомы Аквинокского — "созерцание творения должно иметь целью не удовлетворение суетной и преходящей жажды знания, но приближение к бессмертному и вечному". Если для человека античности природа — действительность, то для человека средневековья — лишь символ божества.

Биологические знания в средние века

В средневековых текстах, имевших в известной мере естественнонаучный характер, естественнонаучное и образное видение мира как бы сливаются. Это не позволяет выделить в них собственно биологические знания. Поэтому о биологии в средние века можно говорить очень условно.

Представление о природе в этот период опиралось прежде всего на ветхозаветное сказание о сотворении мира: мир создан богом, он — реальное воплощение его идей; во всех явлениях природы видели проявление божественного промысла. Вера считалась необходимой предпосылкой познания природы, физика — лишь вспомогательной наукой религиозной метафизики, а природа — иллюстрацией истины божественного откровения. Средневековое воззрение на природу хорошо выражено в словах Фомы Аквинокского — "созерцание творения должно иметь целью не удовлетворение суетной и преходящей жажды

знания, но приближение к бессмертному и вечному". Если для человека античности природа — действительность, то для человека средневековья — лишь символ божества.

Учение о природе опиралось на идею миропорядка, выражающего божественный замысел. Образ мира — единое, логически стройное целое. В нем познается замысел творца, создавшего природу для человека. Утверждая, что "все вещи в мире созданы для человека, и день, и ночь работают на человека, и постоянно служат ему", что "вселенная устроена столь чудесно для человека и ради человека, и на пользу ему" Раймунд Сабундский только сформулировал представление, общее для того времени.

Признание реальности мира во времени и пространстве сочеталось с уверенностью, что за этим несовершенным миром вещей существует мир трансцендентный, и именно он составляет предмет и цель изучения природы". "Поскольку начало всех вещей,— писал Фома Аквинский,— находится вне мира — в Боге,—то и последней целью всех вещей должно быть благо, находящееся также вне мира" Поэтому мир символов для средневекового человека представлялся более реальным, чем земной, осязаемый. Таким выступает он в сочинениях средневековых авторов.

Символическое видение мира — одна из характерных черт средневекового мышления, для которого природа есть не что иное, как аллегория религиозной идеи, отражающей и защищающей авторитарно-иерархическую систему общественного устройства того времени. Природа, по Венсану де Бове, "как бы книга, написанная перстом Божиим".

В эпоху, когда в Западной Европе распространились учения Аристотеля и Платона (XII—XIV вв.), в значительной степени искаженные в интересах богословия, центральным в средневековой схоластике стал спор между номиналистами и реалистами. Реализм зрелого средневековья признавал подлинное существование универсалий; номиналисты считали, что сущность вещей выражают только индивиды, универсалии же являются лишь словесным обозначением этой сущности. Номиналисты нередко вступали в противоречие с догматами церковного вероучения. В номинализме — начало рационального взгляда на природу. Спор между реалистами и номиналистами нашел отражение и в естественнонаучных сочинениях средневековых авторов.

Средневековая мысль еще скована страхом перед церковной ортодоксией, мистической верой, но в то же время вера иногда отступает перед мощью реального опыта, имеющего дело с фактами, составляющими содержание повседневного бытия. Это противоречие средневекового сознания порой выступало в остродраматической форме, как, например, в сочинениях и самой личной судьбе выдающегося мыслителя XIII в. Роджера Бэкона.

Роджер Бэкон подверг решительной критике схоластику и веру в авторитеты, темпераментно и язвительно обличал он пороки духовенства и феодальной знати, невежество. Церковь не могла простить ему этого. Он был лишен кафедры в Оксфорде и поставлен под строгий надзор монахов ордена францисканцев, а затем брошен в монастырскую темницу, откуда вышел дряхлым, больным стариком только накануне смерти. В своем главном сочинении "Opus Majus" он утверждал, что не авторитеты, а наблюдения и опыт являются надежными источниками и мерилami подлинного научного знания. Посягая на непререкаемый авторитет Аристотеля, он писал, что "простой опыт учит лучше всякого силлогизма". Философия, по Роджеру Бэкону, — общая теория познания, дающая направление другим наукам, но сама она должна основываться на данных других наук. Наиболее существенны физико-математические знания, к которым Бэкон помимо математики относил все известные в то время разделы физики, астрономию, алхимию, земледелие, знания о растениях и животных. Ценность науки — в практической пользе, которую она может принести. От развития науки "зависит благосостояние всего мира", писал он в "Письмах о могуществе и тайных действиях искусства и о ничтожестве магии" и стремился раскрыть возможные практические применения научных знаний для совершенствования механизмов и машин, и способов строительства, возделывания растений,

разведения животных, сохранения здоровья. Он мечтал о летательных машинах, повозках, движущихся без помощи животных, кораблях, плывущих без парусов и т. п. Надежда на всеисилие магии, утверждал он, нелепа и бесплодна.

Критикуя схоластику, отвлеченные рассуждения, он настаивал на том, что описания явлений природы должны быть не только математически точными, но приближаться к математическому выражению. Стремление к точному мышлению, к математической обработке результатов наблюдения и опыта выразилось и в выборе тех биологических явлений, которыми интересовался Бэкон. Считая оптику важнейшей из физических наук, он занимался изучением строения и функционирования глаза.

Несмотря на различие между живыми и неживыми телами, и те, и другие, по Бэкону, построены из одних и тех же материальных частиц. Живые существа, по мысли Бэкона, находятся в тесной зависимости от окружающей среды, солнечного света, тепла и т. д.

Взгляды, которые развивал Роджер Бэкон, и, сама его жизнь были героическим подвигом. Роджер Бэкон, безусловно, намного опередил свое время, но даже гениям не дано целиком вырваться из своей эпохи.

В историко-философской литературе стало почти традицией непомерно сближать и даже отождествлять взгляды Роджера Бэкона с взглядами его великого однофамильца — Фрэнсиса Бэкона, творившего в XVI—XVII вв., т. е. на рубеже науки нового времени. Для такого отождествления нет оснований. Как бы ни был велик тот или иной исторический деятель, как бы далеко он ни заглянул вперед, он остается, и не может не оставаться, сыном своего времени. Таков был и Роджер Бэкон. Хотя он и выступал в защиту рационального начала против мистической веры средневековья, но порвать с ней он не смог. Говоря о наблюдении и опыте как источнике знаний, он отводит им все же подчиненное место по сравнению с "внутренним опытом", озарением, исходящим от божественного начала, мистического трансцендентального разума. Вечные истины и подлинная сущность вещей постигаются лишь в божественном откровении. Запальчиво и остро критикуя схоластический метод, Р. Бэкон не мог полностью отбросить его. Для этого в то время еще не хватало знаний, и Бэкону нужно было приложить большие усилия и огромную изощренность ума, чтобы раскрыть несовершенство этого метода и очистить его, по крайней мере, от веры в магические начала, предрассудков, слепого следования за авторитетами.

Церковь позаботилась о том, чтобы труды Бэкона не увидели света, и его главное сочинение впервые было опубликовано только в 1733 г. Поэтому его идеи, естественно, не могли оказать влияния на современников. Но они свидетельствуют о том, что уже в XIII в. зарождались принципы эмпирической науки. Бэкон намного опередил свое время, однако время опытного естествознания еще не пришло. В это время наука вообще, и биология в частности, еще не выделились в самостоятельные области, не отделились от целостного религиозно-философского, искаженного восприятия мира. Средневековая биология — скорее отражение средневековой культуры, нежели отрасль естествознания с собственным предметом изучения.

Источниками сведений о биологических предприятиях в период раннего средневековья служат сочинения типа "Физиолога", "Бестиария" и т. п. В этих книгах содержались описания упоминаемых в Библии животных и фантастических чудовищ, а также рассказы по мотивам (весьма вольно истолковываемым) из жизни животных, целью которых были религиозно-нравственные поучения. "Физиолог" в рукописном виде имел хождение на многих европейских и восточных языках; в X—XI вв. он был переведен на славянский язык в Болгарии, откуда распространился и на Руси.

От сочинений этого типа мало отличаются и так называемые "Шестодневы", излагавшие библейскую легенду о шести днях творения. Они возникли в первые века христианства. На Руси в X—XI вв. был распространен "Шестоднев" экзарха Иоанна болгарского, представлявший компиляцию из ранее созданных "Шестодневов" с привлечением сведений, взятых у античных авторов. В упомянутом сочинении приведена классификация животных, взятая у Аристотеля, но сильно упрощенная и искаженная. Так, в

один "образ" (т. е. группу) животных, именно птиц, отнесены летучие мыши и летающие насекомые.

Сведения о животных и растениях содержались в "Поучении Владимира Мономаха" (XI в.), ходившем в списках на Руси, и других источниках.

Альберт Великий

Наиболее фундаментальными источниками сведений о биологических знаниях средневековья являются многотомные сочинения энциклопедического характера Альберта Великого и Венсана де Бове, относящиеся к XIII в. В энциклопедии Альберта Великого есть специальные разделы "О растениях" и "О животных". Детальные описания известных в то время видов растительного и животного царств во многом заимствованы у древних, главным образом у Аристотеля. Следуя за Аристотелем, Альберт связывал жизнедеятельность растений с "вегетативной душой".

Развивая учение о функциях отдельных частей растений (ствол, ветви, корни, листва, плоды), Альберт Великий отмечал их функциональное подобие с отдельными органами у животных. В частности, корень он считал тождественным рту животного. В средние века было обнаружено наличие растительных масел и ядовитых веществ в плодах некоторых растений. Были описаны разнообразные факты по селекции культурных растений. Идея изменчивости растений под воздействием среды выражалась в довольно фантастических утверждениях, будто бук превращается в березу, пшеница — в ячмень, а дубовые ветви — в виноградные лозы. Растения в сочинениях Альберта располагались в алфавитном порядке. Зоологические сведения у него, представлены также весьма подробно. Они даются, как и ботанические, в чисто описательном плане со ссылками на Аристотеля, Плиния, Галена как на высшие авторитеты. Деление животных на бескровных и обладающих кровью заимствовано у Аристотеля. Физиология сводится исключительно к описанию, нередко весьма выразительному, поведения и нравов животных. В духе средневековых антропоморфных воззрений говорилось об уме, глупости, осторожности, хитрости животных. Механизм размножения у животных излагался по Гиппократу: семя возникает во всех частях тела, но собирается в органах размножения. У Аристотеля было заимствовано представление о том, что женское семя содержит материю будущего плода, а мужское, кроме того, побуждает эту материю к развитию.

На энциклопедию Альберта во многом похож свод средневековых знаний — "Зеркало природы", принадлежавший Венсану де Бове.

В естественнонаучной части энциклопедии де Бове речь идет о растениях и животных. Сведения о растениях заимствованы из средневековой поэмы "О силах трав". Описания животных у де Бове подробны и образны. Кювье отмечал, что рыбы и птицы у де Бове описаны точнее, чем у Альберта Великого, хотя источники и у того, и у другого были, по-видимому, общими — сочинения Плиния и энциклопедические "Начала" епископа VI в. Исидора Севильского. Во многих случаях описания де Бове содержат сведения о практической пользе тех или иных растений или животных. Млекопитающие подразделены на домашних и диких. Отдельная книга посвящена пресмыкающимся и насекомым, особое внимание уделено описанию поведения пчел. Специально выделены рассуждения о принципах зоологии. Психологии, анатомии и физиологии отведено несколько книг. В них говорится о пяти чувствах, о так называемом "общем чувстве", о бодрствовании, сне и сновидениях, содержатся характерные для средневековья рассуждения о видениях ангелов и бесов, об экстазе, восхищении и пророческом даре. Анатомическая часть содержит подробное описание человеческого тела, составленное по данным античных и частично арабских авторов.

В сочинениях средневековых авторов многое носит символический характер. Растение или животное часто интересуют автора не столько сами по себе, сколько как символы, обозначающие и выражающие идею творца.

Уши, по словам Венсана де Бове, предназначены воспринимать слова людей, глаза же, зрящие творения,— воспринимать слово Божие. Соответственно этим задачам, глаза

расположены спереди, а уши по бокам, как бы обозначая то, что наше внимание должно быть прежде всего обращено на Бога, и лишь потом на ближнего.

За животными, равно как и за растениями, закреплялись символические знаки, толкуемые в строго определенном, не терпящем разночтений, смысле. Это во многом определяло их собственно биологическое описание. В мире животных агнец и единорог — символы Христа; голубь — символ Святого Духа; дракон, змей и медведь — символы дьявола и т. п. В мире растений, виноградная лоза — знак Христа; лилия — невинность; кедр — стойкость и т. п.

В этой связи интересен особенный принцип классификации растений и животных в трактате "О поучениях и сходствах вещей" доминиканского монаха Иоанна де Санто Жеминиано из Сиены (первая четверть XIV столетия). Расположение и здесь алфавитное, но не по объекту природы, а по символам, которыми служили те или иные растения или животные. Так, сведения о Льве — символе мужества, надо было искать на слово "мужество".

Источниками сведений не только о химических, но и о биологических знаниях могут служить алхимические трактаты. Алхимики оперировали не только с объектами минерального царства, но и с растительными и животными объектами. "Книга растений" знаменитого алхимика XV столетия Иоанна Исаака Голланда представляет значительный интерес как своеобразный алхимический свод биологических знаний. Изучая процессы гниения, брожения, алхимики знакомились с химическим составом растительного вещества.

В связи с врачеванием к изучению животных и растений допускалось иное, порой чисто практическое отношение. Лечебные действия трав и минеральных веществ становились предметом специального интереса врачующих монахов позднего средневековья.

Вопрос об инстинктах и поведении животных и человека рассматривал Роджер Бэкон. Сравнивая поведение животных с сознательной деятельностью человека, он считал, что животным свойственны только восприятия, возникающие независимо от опыта, тогда как человек обладает разумом.

В "Учении о перспективе" он пытался подойти к объяснению душевных явлений, исходя из оптико-геометрических представлений. "Перспектива", в понимании Р. Бэкона, имела широкое толкование, оно включало объяснение зрительных ощущений. Но и Р. Бэкон при всей оригинальности оставался в своих оптико-геометрических изысканиях в пределах традиции арабской физики (Вителло, Альгазен).

Венсан де Бове также довольно широко пользовался античной и арабской литературой. Арабо-язычная литература X—XII вв. стояла на более высоком уровне, чем западноевропейская литература того же времени. Сочинения Ибн-Рошда (Аверроэса), "Канон медицины" Ибн-Сины (Авиценны) — ярчайшие тому подтверждения.

Ибн-Сина

Субстратом любых жизненных и психических явлений Ибн-Сина считал пневму — летучую субстанцию, зарождающуюся из четырех парообразных соков организма. Пневма, согласно Ибн-Сине, может быть носителем различных, в том числе и душевных сил, но они не присущи ей изначально. Развивая эту точку зрения, Ибн-Рошд в противоположность учению Фомы Аквинского допускал смертность души.

"Канон медицины", "Книга исцелений" Ибн-Сины наряду с изложением и комментированием античных авторов, содержали оригинальные данные и мысли в области медицины и биологии. Особенно обширны и интересны в них сведения по физиологии.

Назовем еще три сочинения, посвященные частным областям практической описательной биологии: "Травник из Гланстобери" (первая половина X в.), содержащий подробное описание лекарственных растений, груд лондонского врача и натуралиста Эдварда Уоттона "О различии животных" (первая половина XVI в.) и, наконец, один из первых трудов по описательной энтомологии (XVI в.) лондонского врача Моуфета. Эти сочинения не содержат сколько-нибудь существенных теоретических обобщений.

В пору зрелого средневековья пробудился заметный интерес к природе. Этот поворот к реальному миру, быть может, раньше, чем в других сферах, нашел отражение в поэзии.

"Весенние песни средневековой лирики воспринимали как непосредственные чувственные жизненные ценности те же самые предметы, которым призрачная абстракция религиозной символики придавала значение лишь в силу их косвенного сверхчувственного отношения". Это был, правда, еще слабый, противовес теологическим воззрениям на природу. Знамением нового мироощущения было появление таких высокохудожественных повествований, как "Божественная комедия" Данте, "Витязь в тигровой шкуре" Руставели, "Искандер-Намэ" Низами.

Круг тогдашних представлений о животных и растительности дальних стран расширяли поэтические описания путешествий в заморские края. Так, например, византийский поэт Мануил Фил (XIII—XIV вв.) побывал в Персии, Аравии, Индии. Его перу принадлежат три стихотворных сочинения, содержащих большой познавательный биологический материал. Это поэмы "О свойствах животных", "Краткое описание слона" и "О растениях". Фил любил рассказывать об экзотических, иногда фантастических, зверях. Однако и фантастические образы животных сложены у него из вполне реальных, хорошо известных и точно переданных элементов, отражавших уровень зоологических знаний XIV в.

Изучение истории биологических знаний в средние века убеждает в том, что и в этой области продвижение вперед достигалось в напряженной борьбе между рациональным и теолого-мистическим взглядами на природу. Господство феодальных отношений, раздробленность и изоляция, низкий уровень техники и всемогущество церкви, характерные для феодализма, задержали прогресс человеческих знаний, но не смогли его остановить. Рост городов, ремесленного производства и товарных отношений подточили устои феодализма. После тысячелетнего существования наступил период его быстрого разложения, ускорилось развитие производительных сил, а вместе с ними и развитие науки и техники; начал изменяться и сам тип мышления. Религиозно-догматическое мышление и сопровождавшее его символично-мистическое восприятие мира начало вытесняться рационалистическим мировоззрением, верой в опыт как главный инструмент познания.

Первые Европейские университеты и их роль в развитии биологии.

Новым словом в истории образования стали университеты. Возникновение таких светских учебных заведений стало возможным только в эпоху развитого средневековья, когда, благодаря успехам агрономии и ряду изобретений возросло сельскохозяйственное производство (трехпольная система, колесный плуг), расширились ремесло и торговля, начали поощряться облегчающие физический труд изобретательства (кривошип, маховик) и инженерное дело. В каждом из них было четыре факультета: подготовительный или философский (факультет свободных искусств, где обучали основам грамматике, риторике, диалектике, математике, астрономии и музыке), медицинский, юридический и высший, но непопулярный - теологический.

Мы видели, что в XII веке существовали школы, привлекавшие студентов не только из близлежащих местностей или из той страны, где располагалась школа, но и из-за границы. Кроме того, в школах часто преподавали люди разных национальностей. Такого рода центры образованности были известны в средние века как *studium generale*. Некоторые из этих школ, организованных на более или менее интернациональной основе, приходили в упадок и прекращали свое существование.

Другие стали университетами. Термин "университет" (*universitas*) поначалу означал совокупность профессоров и студентов, учащихся и учащихся в определенном центре. Исходное употребление этого термина, следовательно, не соответствовало его современному смыслу. Мог быть "университет" преподавателей, или "университет" студентов, или же тех и других, объединенных в сообщество. С течением времени, однако, некоторые центры учености, имевшие факультеты теологии, права или медицины, стали университетами в другом смысле: они имели хартии, уставы и устоявшиеся формы управления, а их профессора имели право учить повсеместно. Например, профессора права в Болонье присягали в том, что не оставят университета ради более удобных или лучше оплачиваемых постов. Однако это местное ограничение не распространилось на общее право.

Если говорить о старейших средневековых университетах, то дарование грамоты папской, императорской или королевской властью не всегда означало, конечно, что здесь раньше не было учреждения, которое с полным на то правом можно было назвать университетом. И в таких случаях, безусловно, трудно установить точную дату основания университета.

В XI в. был открыт Болонский университет, первоначально представлявший собой школу, где на основе римского права разрабатывались юридические нормы. **Парижский университет** вырос из кафедральной школы собора Парижской Богоматери, и хотя датой его основания часто называют 1215 год, когда его уставы были утверждены папским легатом Робертом де Курконом, ясно, эти уставы существовали и прежде. Университет Оксфорда обрел своего канцлера, видимо, в 1214 году, **университет Кембриджа** - несколько позднее. Говорят, что университет Кембриджа образовался в результате исхода студентов из **Оксфорда** в 1209 году. Однако не исключено, что здесь и прежде существовала школа или школы. Процветающая медицинская **школа в Монпелье** стала университетом в начале XIII века, тогда как **университет в Тулузе** был учрежден папской властью в 1220 году. В Испании в 1220 году властью короля был основан **университет в Саламанке**. Первым православным высшим учебным заведением в Восточной Европе стала **Киево-Могилянская академия**, датой основания которой считается 1615 год.

В таких университетах, как Парижский и Оксфордский, сложилась система коллегий, контролируемых докторами или преподавателями. К югу от Альп, а именно в правовом университете в Болонье, мы видим другую ситуацию. В Болонье был ректор из студентов и осуществлялся студенческий контроль. Отчасти это объясняется, видимо, тем, что назначение и оплата преподавателей оказались в руках городских властей, тогда как большинство членов студенческого сообщества прибыло не из города и было заинтересовано в защите своих прав против муниципалитета.

В XIII веке Парижский университет, несомненно, занимал передовые позиции в области теологии и спекулятивной философии. Важным событием в жизни этого университета (да и других университетов) было устройство учебных заведений, создаваемых новыми монашескими орденами. Орден проповедников, широко известный как доминиканский (по имени его основателя св. Доминика), проявил вполне понятный интерес к изучению теологии. Но св. Франциск Ассизский с его приверженностью буквальному следованию Христу и апостолам по поту бедности даже не помышлял, чтобы его последователи владели учебными заведениями и библиотеками и преподавали в университетах. Однако, превращение первоначальной общины последователей, или собратьев, этого святого в организованное сообщество, членами которого были священники, естественно, сделала необходимой заботу об учебе. Кроме того, Святейший Престол быстро оценил потенциальные возможности новых пылких нищенствующих орденов. В частности, Григорий IX, который в бытность свою кардиналом заботился о развитии образованности среди францисканцев, делал все возможное, чтобы внедрить доминиканцев и францисканцев в жизнь Парижского университета и укрепить там их позиции. В 1227 году доминиканцы обосновались в Парижском университете, а в 1229 году получили здесь кафедру теологии. В том же году францисканцы, обосновавшиеся в Париже несколько позднее доминиканцев, также получили кафедру, а их первым профессором был англичанин Александр из Гельса. Оба ордена быстро учредили *studiagenerale* и в других университетах - таких, как Оксфордский. Вскоре их примеру последовали другие монашеские ордена.

Проникновение монашеских орденов в Парижский университет происходило не без серьезного противодействия со стороны секулярного духовенства. Термином "секулярное духовенство" обозначаются представители духовенства, не принадлежащие к монашескому ордену. Чуть позже середины века был основан коллеж Сорбонна (по имени Роберта де Сорбонна), целью которого было теологическое образование для секулярного духовенства. С точки зрения орденов это противодействие, несомненно, являлось выражением предрассудка и желания защитить свои узаконенные имущественные права. С точки же зрения их

оппонентов, монахи претендовали на неоправданные льготы и привилегии. Противодействие монашеским орденам длилось довольно долго, переходя иногда в нападки на саму монашескую жизнь. (В этом контексте термин "монашеская (religious) жизнь" означает не религию, а принадлежность к монашескому ордену). Но доминиканцы и францисканцы пользовались поддержкой Святейшего Престола, и хотя противодействие, с которым они столкнулись, было сильным, оно все же было преодолено. Знаменитые философы XIII века в подавляющем большинстве были членами монашеских орденов.

Развитию науки в Западной Европе XVI-XVII вв. способствовали и великие географические открытия конца XV - XVI вв. Они впервые на опыте показали человеку, что земля имеет шарообразную форму, дали громадный запас новых фактов по многим научным дисциплинам (астрономия, геология, ботаника, зоология и т. д.) и оказали величайшее революционизирующее влияние на научную мысль вообще. Следовавшие одно за другим открытия новых морских путей, океанов, неведомых до сих пор земель обнаружили, как неполны, а подчас и прямо ошибочны были знания представителей схоластической учёности, как много старых мнений и представлений должно быть отвергнуто и заменено новыми.

В средневековой науке можно выделить три традиции познания:

Схоластическую традицию, опирающуюся на простейшую логику, предание и умозрение, и ставившую основным вопросом соответствие реального бытия понятиям разума. В основу традиции легли принципы античного платонизма, истолкованные в духе христианства. Главные ее достижения лежат в областях теологии и космологии, в которых предмет познания реально не представлен и разум остается единственным средством анализа предмета на основе умозаключений;

Герметическую традицию (от имени легендарной «полубожественной» личности из Египта первых веков н.э. Гермеса Трисмегиста - то есть Трижды Величайшего, заложившего основы герметизма), опирающуюся на ритуал, магию, рецептурно - манипуляторное и предметно-преобразовательное начала, сверхъестественные силы. Ритуалы сопровождали почти все действия не только в ремесленно-мануфактурном производстве (отсюда, кстати, берут начало «вольные каменщики» - масоны) и других отраслях хозяйства, но и в политике, юриспруденции, познании мира. Самые яркие воплощения герметизма - средневековые алхимия, астрология, медицина.

Опытно-эмпирическую традицию, в которой критерием истинности и точкой отсчета был личный опыт. Эта традиция развивалась под влиянием античных естественнонаучных идей Аристотеля. Представители этой традиции видели в научном знании средство расширения практического могущества, улучшения реальной жизни людей.

Несомненной заслугой схоластов было то, что в их трактатах предвосхищались идеи математической логики. Среди средневековых ученых схоластического направления можно назвать немало ярких имен, обладатели которых зачастую непримиримо противостояли друг другу:

Иоанн Дуне Скот (1266-1308) - шотландский философ-схоласт, профессор Оксфордского университета, францисканец, автор «Оксфордского сочинения», в котором он утверждал первенство воли над интеллектом и единично-конкретного над абстрактно-всеобщим. Противостоял доминиканской схоластической школе Фомы Аквината.

Джабир ибн Хайям (721-815) - прославившийся в Европе под именем Гебер наиболее известен среди раннесредневековых арабских алхимиков. Он, в частности, описал нашатырь, способ перегонки уксуса для получения уксусной кислоты, технологию получения свинцовых белил. Но главной его целью была все та же трансмутация металлов. По мнению Гебера, жидкая ртуть, была наиболее чистым металлом. Другой необычный элемент - сера, способная самовоспламеняться. Семь основных металлов, таким образом, по Геберу представляли собой смесь ртути и серы: чем меньше серы, тем они более прочны, блестящи и ковки. Для превращения одного металла в другой необходимо иметь некое вещество -

эликсир или философский камень, обладающий целым набором чудесных свойств: исцелять от всех болезней, давать бессмертие, превращать неблагородные металлы в серебро и золото.

Гроссетест Роберт (1175-1253) - профессор Оксфордского университета, а затем епископ Линкольнский. Он одним из первых в средневековой науке Англии уделил должное внимание естествознанию. Наряду с богословскими сочинениями и комментариями к трудам Аристотеля, Гроссетест написал ряд трактатов по математике, оптике, астрономии, о природе звуковых колебаний и морских приливов и отливов. Важны и интересны его методологические разработки. По его мнению, изучение явлений должно начинаться с опыта, затем в результате его анализа происходит обобщение, приводящее к созданию некоего общего положения — гипотезы. Ее следствия, полученные методом дедукции, вновь подвергаются опытной проверке уже на новом уровне.

Бэкон Роджер (1214-1294) - магистр Оксфордского университета, ученик и близкий друг Роберта Гроссетеста, философ и естествоиспытатель. Прослыл одним из самых смелых и передовых умов средневековья. Из трех источников познания (авторитет, разум и опыт) Бэкон отвергал авторитет, считая его недостаточным без доводов разума. Разум же в свою очередь, может отличить истинное от ложного лишь базируясь на опыте. Таким образом, опыт - основа науки. Следуя этому постулату, Роджер Бэкон стремился к практическому применению знаний. Он предвидел создание в будущем быстроходного судна без гребцов (с мощным двигателем), самодвижущейся повозки, летательных машин. Изучая законы оптики, Бэкон предсказал изобретение очков, телескопа и микроскопа. Первым из европейцев Бэкон составил рецепт пороха. Такое опережение эпохи не прошло даром: клерикалы обвинили ученого в черной магии, выслали из Оксфорда в Париж лишив права преподавать, а затем заключили на 14 лет в тюрьму, откуда он вышел нищим дряхлым стариком.

Отдельно необходимо остановиться на вопросе становления и развития естествознания в средневековый период на нашей Родине. Как утверждал Б.А. Рыбаков, «Познание природы и мира в целом может быть вполне достоверно определено по данным праславянского языка: многие названия деревьев, трав, зверей, птиц, рыб, элементов ландшафта, имена звезд восходят к отдаленной праславянской поре, а это означает, что на протяжении многих сотен лет происходил непрерывный педагогический процесс». Постоянное общение с иноземцами, открытие диковинных вещей и животных порождало в языке неологизмы, такие как «вельблуд», т.е. «многоходящий», примененное к главному животному пустынных купеческих караванов. Повсеместное, необычайно широкое, по сравнению с Западной Европой, распространение грамотности (даже на территории древнего Дебрянска найдены железные писала), знание основ математики способствовало активному проявлению интереса к познанию мира. Первые русские энциклопедии-«Изборники», созданные в 1073 и 1076 гг., несут в себе статьи по философии, грамматике и другим дисциплинам. Летописец Нестор создал выдающееся историко-географическое произведение «Повесть временных лет», в котором описаны не только земли славян, но и другие территории вплоть до Индии, Британии, Китая и даже островной Индонезии. Зодчие древней Руси прекрасно владели не только арифметикой, но и премудростями геометрии, включая «золотое сечение». Известен математический и астрономический трактат Кирика Новгородца «Учение», излагающий основы счета времени, теории лунного и солнечного календаря датированный 1136 г.

Роль эпохи средневековья в истории естествознания состоит в умножении связей чувственных образов. Чтобы перейти от них к научному знанию, необходимо было научиться отбирать из этого множества связей те, которые носят существенный, рациональный характер. Такой качественный переход в сознательной деятельности и несла эпоха Ренессанса - Возрождения.

2. Мифологические представления славян

До конца X века наши предки — славяне были язычниками: боготворили разные силы и явления природы. Люди по-особому воспринимали то, что происходит вокруг них в

природе; всюду чудились им могучие существа, благие и злые. Благодетельным существом считали они солнце, потому что оно своим светом прогоняло ночную тьму, своим теплом согревало землю. Предки наши думали, что солнце, как живое существо, ведет постоянную борьбу с холодом и тьмою. Зимой, по древним верованиям, мороз брал верх над солнцем — вся природа замирает. С приходом весны входит в силу — просыпается "мать-сыра-земля": показывается трава, реки взламывают лед, появляются птицы. Люди радостными песнями встречали ясное солнце, радовались его победе — победе жизни над смертью, молили его, чтобы оно дало побольше тепла и света. Черные тучи представлялись первобытным людям страшными чудовищами, драконами, громадными птицами — врагами солнца. В ударах грома видели люди небесную борьбу бога-громовника с чудовищем-тучей: огненные стрелы-молнии пронизывают тучу, вызывая потоки дождя, капли живой воды льются с неба, и земля расцветает, входит в еще большую силу. Наши предки молились и приносили благодарность небесному воителю и могучему ветру, помогающему в борьбе.

Не всегда эти боги благодетельны для человека: иногда солнце выжигает землю, ветер дует с такой яростью, что выворачивает с корнем деревья, удары молнии убивают людей и скот. Тогда в ужасе молили первобытные люди грозных богов о пощаде, готовы были принести жертвы, чтобы умиловать богов, показать им полную свою покорность.

Мало дошло до нас сведений о языческой вере славян, но из отрывочных известий мы знаем, что наши предки чтили Перуна — бога грома, Стрибога — бога ветра, божество солнца называли Дажь-богом, Хоросом, чтили Велеса (Волоса), который считался покровителем скота, и некоторых других богов. Все эти божества считались детьми одного бога — бога неба Сварога, и потому их всех называли иногда Сварожичами. Известно женское божество по имени Мокошь. Она представлялась в виде женщины с большой головой и длинными руками, прядущей по ночам в избе, поэтому древние поверья запрещали оставлять на ночь кудель. (Кудель — пучок льна или шерсти, приготовленный для пряжи). Возможно, Мокошь близка богиням-пряхам других народов, прядущим нить человеческой судьбы (греческим мойрам, германским норнам). Ей приносили в жертву кудель или готовую пряжу, бросая ее в колодец; этот обряд держался на Украине очень долго и назывался "мокрида". Некоторые считают, что Мокошь — это относительно позднее название древнего таинственного божества, оторое называли Мать Сыра Земля, — жены громовержца Перуна в славянской мифологии. Кроме главных богов верили еще и во многих других: лешего, водяного, русалок, домового.

У древних славян отчетливо выделяются два культа — культ природы и культ предков.

Славяне, как и другие родственные народы, думали, что души умерших предков не покидают родного очага, что они заботятся о своем потомстве, хранят его от всяких бед, если оно чтит их память; если же нет, тогда эти домашние боги становятся беспокойными, часто производят тревогу в доме, наводят беду. Души предков чтились под именем "домовых", называли их также "чурами", или "щурами". В случае какой-нибудь беды в старину говорили: "Чур, меня защити".

Много древних языческих праздников в честь бога-солнца до сих пор удержалось у нашего народа. Накануне Рождества под окнами односельчан дети и молодежь поет и величает Коляду (одно из названий солнца). Этот обычай сохранился с тех пор, когда язычники радовались прибавлению дня, считая, что солнце одерживает верх над тьмой и холодом. Обычай на Святках (от Рождества до Крещения) гадать, переряживаться — тоже языческий. Весну (во время теперешней масленицы), когда солнце уже заметно входило в силу, предки наши встречали опять радостными песнями и празднествами. В разгар лета, в конце июня, совершается праздник Купалы (еще одно из названий солнца). Солнце в эту пору в полной силе, но с этого времени наступает поворот к осени. В ночь праздника Купалы принято было совершать такой обряд: колесо, обернутое соломой, зажигали и спускали с горы. Катящееся огненное колесо знаменует солнце, сходящее с прежней своей высоты.

Кроме того, зажигали костры, прыгали через огонь, купались в реке, поскольку почитали огонь и воду, рили, что они имеют очистительную силу.

Особых языческих храмов у наших предков не было; они молились своим богам в лесной глуши, у озер, у рек, а потом и в городах. Они устраивали открытые святилища, имевшие обыкновенно форму круга (Открытая круглая площадка в открытой природе — самая древняя форма святилища, общая для всех индоевропейских народов. Только одно из восточнославянских языческих капищ, найденных археологами (киевское), имело, по-видимому, четырехугольные стены, но вряд ли имело крышу: ведь в центре его должен был гореть жертвенный костер.) — курганы и капища (от старославянского слова "капь" — изображение, идол); делали идолов, то есть изображения своих богов в виде людей из дерева или камня. В жертву приносили животных, молились, гадали по разным приметам. Особенных жрецов у славян не было, а совершали жертвы старцы, старшины родов. Веровали славяне и в загробную жизнь. Покойников своих они зарывали в землю, а иногда сжигали; с умершим зарывали в могилу или клали на костер пожитки его, утварь, оружие и боевого коня, если умирал воин. Предки наши верили, что загробная жизнь походит на земную и умершим понадобится их имущество. После погребения совершали на могилах тризны (поминки), которые сопровождалась песнями, плясками, военными играми, жертвоприношениями и пирами.

Верили славяне и в предзнаменования — думали, что боги разными приметами дают людям возможность узнавать будущее. Те люди, которые умели объяснять знамения и гадать, назывались волхвами, кудесниками, ведунами. Люди считали, что заклинаниями, волхованиями можно отвратить или накликать беду. За предзнаменования принимали не только затмения солнца, появление молодой луны, но вой собаки, карканье вороны, кукование кукушки и тому подобное.

Язычники-славяне почитали души предков, которые назывались Род и Рожаницы. Род считался творцом вселенной. Рожаницы — Хозяйки мира, Прародительницы. Их изображали в виде двух фигур со сросшимися туловищами и головами. Им тоже приносили жертвы, почитая как своих берегинь.

Славяне делили год на две половины — зиму и лето. И поскольку природа оживает весной, то и началом нового года считался день первого марта — первый день весны. Названия времен года, месяцев у наших предков связывались с особенностями жизни природы в тот или иной сезон. Наблюдения за погодой велись на протяжении столетий. Этот опыт был важен и для земледельца, и для охотника. Постепенно сложился народный календарь природы, в который наряду с погодными приметами вошли пословицы и поговорки, относящиеся как к году в целом, так и к отдельным месяцам, дням, явлениям природы, животным, растениям, птицам. Например, известно, что если кошка во сне закрывает нос хвостом или лапой — это к большим морозам. Природные приметы показывают замечательную точность, особую наблюдательность и поэтичность народного взгляда на мир.

(По книге В.Д. Сиповского "Родная старина".)

Особенности дохристианского язычества древних славян

На Руси с древнейших времён каждое существенное событие, будь то праздник или беда, сопровождалось и усваивалось определенным порядком действий, временем, песнями и т.д. Происхождение обрядов лежит в глубине веков, когда люди, посредством каких-то движений, заклинаний, пытались определить будущее, изменить его, спросить совета у богов, воздействовать на природу и т.д. В языческое время обряды вместе с мифологией, мировоззрением, верой составляли сложный синтез духовных сил народа, с помощью которых они определяли для себя наиболее оптимальный вариант существования. Содержания языческих ритуалов, где были молитвы богам, совещания в делах, советы жрецов, не остались бесследно забытыми, как серьёзно лежащие в основе жизни народа и крепко утвердившиеся в его памяти. Многие обычаи сохранились и после принятия

христианства в форме увеселений, в виде празднеств. Бесспорно, что к языческим обрядам принадлежат: гадания, игры, ряженья, которые выражают изобретательную сторону торжества, связанного с событием религиозного или природного порядка. Многообразие языческой обрядности, связанное с повседневной жизнью, пронизывает всю языческую культуру, доходя в своём временном пространстве даже до нынешнего времени. Это хорошо отражено в археологических и, особенно, в этнографических наблюдениях.

Восточнославянская обрядность зрелищна. Это не только ритуал, но одновременно и праздник. Там использовались музыка, пляска, пантомима, костюм. Участники театральных представлений разыгрывали сцены из мифологии. Этнография располагает подробными описаниями пережиточных форм ритуала с использованием ряженья и личин. Так, например, в Воронеже до 1763 года ежегодно отправлялся народный праздник или игрище Ярило - остаток древнего языческого торжества. В эти дни на бывшую площадь в городе стекались горожане и местные жители и составляли род ярмарки. На месте, избранном для удовольствия, появлялся человек, избранный обществом. Его украшали цветами, лентами, обвешивали колокольчиками, на голову надевали колпак. В этом наряде, под именем Ярилы, ходил он по городу, сопровождаемый молодёжью обоего пола. Это празднество сопровождалось играми и плясками, лакомством и пьянством, особенно кулачным боем.

Множество ритуалов и обрядов у славян связано с праздниками и развлечениями: это и земледельческие традиции, и свадебное творчество, которое было самой яркой и насыщенной забавой. Заключение брака сопровождалось самыми затейливыми обрядами, и никогда семейная жизнь не облекалась таким блеском, как в те торжественные минуты.

Широко встречали русские смену времён года, праздники, связанные с погодой и календарём. В конце декабря, начале января у русских - это время сильных морозов и безмятежных гуляний. Тоже происходило и в масленицу: люди надевали на себя маски, переряжались, катались с гор, пекли блины, пели и плясали. Заканчивалось всё это проводами масленицы и сжиганием её соломенного чучела. Праздник масленицы представляет собой как бы символическое сожжение зимы, а само слово появилось потому, что церковь в это время разрешала есть молочные продукты и масло.

1 марта славяне ходили на кладбища и приносили жертвы усопшим.

В Русальную неделю, а также в ночь под Ивана Купала, русалки, по народным поверьям, делаются опасными для человека. В четверг на Троицкой неделе, девушки, боясь прогневить русалок, чтобы они не испортили скотины, не работают, называя этот четверг «велик день для русалок». Взрослые девушки в этот день плетут венки и бросают их в лесу русалкам, чтобы они добыли им суженых и ряженных, после чего тотчас убегают. По их мнению, в этих венках русалки рыскают во ржи.

На летние праздники приходится день Ивана Купала. Праздновали его 7 июля и приносили жертвы из некоторых трав, костёр из которых зажигали и плясали вокруг него все, без различия пола и возраста, причём, припевали песни.

Человеку, для которого вера являлась олицетворением жизни прошлого и будущего, природу самого человека, богов, воспевать и одушевлять предметы почитания радостью и праздником, было естественным. В праздниках он находил выражение будущности на основании воспоминаний прошлого.

В народном духе настолько укоренилось языческое мировосприятие, что оно проявилось, даже, в христианских торжествах как, например, масленица, Купала, Радуница. Наиболее важные и ощутимые явления природы, такие как поворот солнца, разделявший год на две части, были сильным поворотом к тому, чтобы учредить Коляду и Купалу, как праздники столь важные к нуждам человека.

Многогранности языческого мировоззрения, сложившегося из наслоений многих эпох, соответствовало и многообразие форм культа и мест обращения к потусторонним силам, родившимся в сознании человека. Моления об урожае, различные заклинательные действия, обращения к силам природы и к духам добра и зла, рассеянным в природе, производились повсеместно. Пунктам обращения к этим силам и принесения им жертв могло

быть и отдельное жилище, и срединная площадь селения, и ключ-родник, и луг за околицей, и берег реки, и лесная поляна.

Помимо веры в богов и духов у славян, самое распространённое верование было в могущество человеческой воли и выражающего её слова. Всё, собственно, так называемое наше старое чародейство основывалось, главным образом, на убеждении в силе воли и слова. Именно, волшебник или чародей, в широком смысле, был человек, который силой своего слова мог производить желаемое, знать и помнить многие приметы, уметь предсказывать будущее, изменять направления обстоятельств, властвовать над судьбою других людей и даже повелевать силами природы. Сила, при этих действиях, исходила не из природы, а из человека, из его души. Даже лечение или отравы людей посредством трав приписывались не целебному или вредоносному свойству самих растений по их природе, а человеку, который сообщал им это свойство своей волей.

Окружающий мир, в котором суеверный человек видел источник всеобъемлющей силы, заставлял его искать непосредственный контакт с ней, и в среде этого поиска возникла роль посредника между человеком и богами. Человек, удостоенный посредничества, является жрецом. Его признавали ближе всего к всемогуществу, всё устроившему и всё обладающему и часто давали ему первые права и всевозможные преимущества. Ведь сама структура язычества очень многопланова, в составе племенной знати должны были быть люди, разрабатывавшие и совершенствовавшие систему обрядов, знавшие тексты молитв, формы обращения к богам.

Особенно важным разделом деятельности высшего разряда жреческого сословия было хранение в памяти и передача современникам и потомкам всего словесного ритуального творчества, накопленного за тысячи лет. По всей вероятности, жрецы всех времён содействовали сохранению, а в ряде случаев, и созданию религиозного и полурелигиозного фольклора. Так, долго хранились древние мифы и очень древние мифо-эпические сказания о победе над Змеем, о золотом царстве Царя-Солнца и т.д.

Жреческое сословие у наших далёких предков существовало, но критерии его возникновения и формирования закрыты тайною тех обстоятельств, которые ограничивают наши искания, в связи с отсутствием каких-либо точных сведений о жречестве. Только по косвенным данным мы можем догадаться о наличии волхвов, кудесников в славянском язычестве, как непосредственных людей, составлявших статус верований. Но если бы даже собственное славянское жречество не было чётко создано к моменту принятия христианства, то влияние окружающих стран и народов дало бы стремление к становлению и наличию жреческого сословия. А предпосылки к этому были всегда: в Восточную Европу постоянно ездили путешественники, они несли не только хозяйственный обмен, но и культурно-религиозное воздействие. Другое дело, если жрецы не достигли того уровня социального статуса, как в других странах. Но это был вопрос времени и, христианство видимо помешало этому воплотиться. Но еще не одно столетие, даже самые верные христиане для узнавания своей судьбы, или из других корыстных целей, чего, разумеется, не могли добиться от христианских пастырей церкви, обращались к волхвам, и те не отказываясь, открывали тайну будущего и вообще старались удовлетворить их, чтобы только поддержать уважение в языческой вере.

Таким образом, жречество у славян было на стадии становления и мало того оно подразделялось на множество «категорий» в зависимости от приверженности к тому или иному роду деятельности или приближённости к власти, авторитетности и т.д.

Этническое, потом национальное самосознание формировалось в течение многих поколений. Самосознание тогдашних восточных славян раскрывалось не столько в политической сфере, сколько в единой религиозности. Постепенно слагалась общность языка, песен, нравов, бытовых обрядов.

Новое мировоззрение, новая для Руси культура формировалась не на голом месте. В силу объективных причин, перемены, обусловленные разными поводами, вынуждены были входить в тесное соприкосновение с дохристианскими культурными ценностями.

Христианство впитывало в себя «бытовые» представления о мире, сложившиеся на основе практических потребностей людей и не без влияния традиционных дохристианских представлений.

Мифологическое мировоззрение было, как будто оттеснено и уничтожено, и вместе с тем, оно продолжало жить под покровом новых религиозных образов и обрядов, являясь той основой, на которую ложились краски византийской образованности. Вступив во взаимодействие, эти два культурных потока видоизменялись, сохраняясь в чистом виде лишь на периферии развивающегося общественного сознания: в фольклоре незатронутых переменами уголков страны и в творении византийских мыслителей и художников, вошедших в фонд памятников «официального» мировоззрения древнерусского общества.

При выборе веры, русского князя более всего устроила византийская традиция главенства светского правителя-басилевса над церковным владыкой. Не папа римский должен быть выше светского сюзерена, но последний выше патриарха. Отныне князь становится властителем подданных по воле бога, а не самих людей.

Причиной принятия христианства был и политический кризис межплеменных отношений. Видимо, языческая реформа не только не способствовала консолидации, но и усугубила противоречия, поскольку создание пантеона преследовало социальные цели, а их нельзя было осуществить, не придав старым божествам новых функций и не определив место для каждого в божественной иерархии.

В результате, кризис язычества, оказавшегося неспособным решать вставшие противоречия, обострился, поскольку возникли политические проблемы взаимоотношений различных племён. В этих условиях христианству было сравнительно легко одержать победу над втянутыми в междоусобия языческими богами.

Главной причиной развала языческой реформы являлась историческая необратимость разложения родоплеменного строя, что делало неизбежным падение союза племён под гегемонией Киева. Перунов культ пришлось навязывать союзным племенам, в результате чего «реформа», проводимая из Киева, вылилась в религиозное насилие над кривичами, радимичами, вятичами и пр., что вызвало волну антикиевских выступлений. Владимир изыскивает новые средства для сплочения распадающегося межплеменного союза, для утверждения господствующего положения в нём полян, прежде всего киевской социальной верхушки, обращается к христианству.

Переход к христианству древних народов отнюдь не всегда был чем-то мучительным, требующим полного отказа от старых религиозных представлений. Престиж старинной традиции был встроен в систему новой, преображён, а не отвергнут.

Христианская религия на Руси принималась как бы в языческой оболочке. Язычеством были проникнуты действия Владимира и в целом киевской общины. Введение христианства стало лишь звеном процесса развития религиозных «реформ» X века и воспринималась современниками как очередная смена божества в духе существующих языческих представлений.

Русское православие сложилось из греческой веры, принесенной нам монахами и священниками Византии, славянского язычества, которое встретило эту веру, и русского народного характера, который по-своему принял византийское христианство и переработал его в своем духе.

Язычество, даже при выделении в нём на последней стадии развития некоего единого божества, тяготеет к культу предков. Общие черты между язычеством и христианством в виде веры в невидимые божественные и демонические существа низших разрядов и в магические обряды с заклинаниями – молитвами свойственны, действительно, всем религиозным системам.

X век – старая древнерусская вера, уходящая своими корнями к самым истокам человеческой цивилизации и мировой культуры, рухнула под ударами новой религии, уступив место библейской картине мира и системе христианских ценностей. Но русские боги

не сгинули в небытие – они сохранились в русском духе и тех его неповторимых чертах, которые делают русского человека непохожим на любого другого.

Почему, условно говоря, религия «национальная» так легко оттесняется наднациональной, каковой в идеале является христианство? Видимо причина в том, что язычество «национальной» религией никогда не было. Оно оставалось более или менее однотипным, пока речь шла о взаимоотношения человека и природы, а принцип социального равенства, характерный для общественного строя, не пробуждал даже соперничества между племенными божествами. Но положение резко изменилось, как только язычеству пришлось перестраиваться вслед за ускорявшимся социальным расслоением.

В многоэтничной стране, какой была Русь, противоречия осложнялись различием языков и социальных укладов. Процесс формирования народности на основе расплывшихся под давлением центробежных стремлений племён был неизбежно болезненным и противоречивым. Традиции вступали в конфликт с новшествами – положительными или отрицательными. А традиции древности всегда имели религиозную окраску. Поклонение древним богам в прежней форме было постепенно в основном вытеснено. Язычество исчезло как мировоззренческая система, но языческий пантеон в значительной мере был заменён многочисленными христианскими святыми, принявшими на себя их функции.

Образы верховных божеств, близкие по значению, слились. Перун и Ярило растворились в Борисе и Глебе, Георгии Победоносце. Культ архангела Михаила и св. Василия вобрал элементы поклонения Велесу, особого покровителя скота, языческая Мокошь слилась с Параскевой Пятницей, Богородицей. Святые христианства не стали полностью подобны языческим богам, но распределили между собой их функции, благодаря чему представления о том или ином святом существенно разнились в разных местах Руси.

В результате взаимодействия культур христианская концепция единобожия приобрела весьма условный характер. Именно поэтому, несмотря на всё более глубокое усвоение христианства, утверждался иной, чем в Византии, религиозно-мировоззренческий идеал, бытовала иная картина мира, в соответствии с которой развивалась и общественная мысль.

Несмотря на тысячелетнее господство православия, языческие верования сохранились как подсознательные элементы в нашем общерусском менталитете и выражаются в фольклоре, символике народно-прикладного искусства, языке, в сказках, в обрядности, в суевериях, в преднамеренно или бессознательно продолжающемся процессе мифотворчества.

Дохристианская, родовая культура восточных славян как фактор формирования менталитета белорусов

Вряд ли следует доказывать, что христианизация оказала конструктивное влияние на формирование культуры, менталитета восточных славян. Но также не следует недооценивать и того обстоятельства, что христианская культура накладывалась не на пустое место. Сложившийся в течение нескольких столетий стереотип о несовершенстве, убогости дохристианской, «языческой» культуры славян не позволяет нам и сегодня понять, осознать сложную структуру формирования и функционирования менталитета восточных славян вообще, и белорусов в частности. Не вызывает сомнения тот факт, что к началу христианизации восточные славяне уже обладали достаточно сложной системой взаимодействия человека и общества, общества и природы. Сложившаяся эстетико-магическая система мировоззрения древних славян обеспечивала условия для построения и воспроизводства основ социального взаимодействия. Дохристианская культура была адекватным мировоззренческим ответом древних славян на необходимость выживания в суровых природных условиях. Невозможность не только подчинить себе природу, но и просто выжить в суровых условиях без взаимопомощи с другими людьми, сформировали у них базовый алгоритм поиска путей к согласию, компромиссу, гармонии с окружающим миром, людьми и природой.

Дохристианская культура славян в своей основе была построена на вере в сверхъестественные силы как окружающей природы, так и своих предков. Эти представления были оформлены и передавались от одного поколения к другому в виде преданий, легенд, мифов, былин, сказаний. Главным недостатком дохристианской культуры было отсутствие ее письменных носителей. Гуслиеры и волхвы были носителями былин и преданий, они передавали их от одних родичей к другим, от старших поколений – к младшим. Волхвы выполняли функции связи между Богами и людьми, к ним же обращались люди для разрешения житейских споров. Поэтому уничтожение волхвов-колдунов фактически означало уничтожение профессионалов древнеславянской культуры.

В дохристианский период славяне имели своих небесных покровителей. Пантеон Богов славян, впрочем, как и греческий пантеон олимпийских богов, не был чем-то противопоставленным земной жизни людей. Жизнь Богов и жизнь людей были переплетены тысячами нитей. Славянский Бог Велес не только распоряжался подземным миром, но и опекал пастухов и домашний скот. Бог огня Жижель в подземной кузнице ковал оружие. При переусердствовании или обиде на людей он мог перегреть землю так, что загорались болота и леса. Бог холода Зюзя не только охлаждал перегретую землю, но мог в наказание заморозить людей. От Бога Тура зависела жизнь диких зверей и успехи славян на охоте. Богиня Мара посылала людям не только сны, мечты, но и мучила их ночными кошмарами. Перун властвовал над громом и молниями, он же заведовал и военными делами. Купала одаривал урожаем и достатком усердных людей и посылал недород на нерадивых. Дажбог, Ярило, Коляда и Хорс были богами солнца. Они опекали земледельцев и ремесленников, дарили людям тепло.

Главным Богом, возглавляющим Пантеон славянских божеств, был Род (Сварог, Стрибог). Род был творцом жизни, оплодотворял Землю и все живое, управлял ветрами и небесными явлениями. Роженицы – богини любви и весеннего пробуждения Лада и Макошь, были посланницами Рода. Помощниками Лады были покровители влюбленных Леля и Полель. Род управлял не только людьми, но всем остальным Пантеоном славянских божеств.

Поэтому можно утверждать, что дохристианская религия восточных славян по своей сути была родовой религией. В связи с этим полагаем, что вместо неопределенно-унизительного названия «язычество» продуктивнее было бы пользоваться понятием «родовая религия древних восточных славян». Ведь «язычество» – совершенно неопределенный термин, возникший в христианстве для определения всего дохристианского. Мифы и легенды Древней Греции, верования кельтов, германцев и скандинавов – все подпало под понятие «язычество». Под понятие «поганое язычество» в свое время подпала и вся дохристианская культура восточных славян.

В процессе христианизации славян греко-иудейский вариант христианства, выросший на принципиально отличающейся (в прямом и переносном смысле слова) почве был обречен на существенную модернизацию. Восточнославянское православие приняло в себя целые пласты древнеславянской культуры, «языческой» религии славян. Великдень, у древних славян приуроченный к равноденствию, периоду, после которого начинал увеличиваться световой день, трансформировался в Пасху. Языческое Купалье, праздник воды и огня, трансформировалось в христианский

праздник «Рождество честного славного пророка Предтечи и Крестителя Господня Иоанна». Языческий праздник в честь зимнего солнцестояния – Коляды – приспособили к Рождеству Христову.

На специфическое взаимодействие дохристианской, «языческой» и православно-христианской религии обращали внимание исследователи белорусского Полесья второй половины 19 века. По утверждениям исследователей, «у белорусов разнообразный и бесконечный цикл обычаев, примет и суеверий, как и следует быть у неудачливого, но исконного и исключительного земледельца. Из группировки этих верований составляет полная мифология, вся языческая славянская вера дохристианского культа, сохранившаяся

под шумок борьбы двух коренных исповеданий (православного и католического) и безличного третьего (унии)»¹.

Особенно сильно взаимопроникновение христианского и дохристианского культов существовало среди жителей Полесья. Тот же источник сообщает, что «набожность среди населения в Пинском крае очень сильна. Исполнение религиозных обрядов соблюдается повсеместно. И, несмотря на это, христианская обрядность до такой степени перепутана здесь с древне-языческой, что народ не умеет даже отличить одной от другой. Консервативное начало развито в народе так сильно, что он не посмел бы даже нарушить в чем-либо запретов прошлого и не исполнить того или иного обряда, установленного обычаем»².

В процессе узаконивания христианских норм и ценностей как единственно правильных, ощущение своего единства с родом и природой, вытесненное христианством из официальной культуры, перемещалось в область фантастики, в предания, сказки, мифы, суеверия, обряды, ворожбу, заговоры и гадания. И сегодня, спустя тысячу лет после официального принятия православной версии христианства, не только народные обряды и праздники, но и сам жизненный строй восточных славян в значительной степени подчинен собственному природно-родовому мироощущению.

Род и после христианизации остался главным началом, пронизывающим всю жизнь восточных славян. Об этом говорит тот бесспорный факт, что все самые важные, интегрирующие понятия, связывающие в единую систему принципы взаимодействия человека с обществом, общества с природой, в славянском мире имеют один и тот же корень род.

Плодородный, породненный, народный, награда (бел. – узагарода), город, родитель, рождение (бел. – нараджэнне), родной, родимый, возрождение (бел. – адраджэнне), недород, урожай (бел. – ураджай), роженица (бел. – парадзіха), народность, народ, природа, родник, родственник, Родина, предок (бел. – продак), предания, родословная (бел. – радавод), огород, благородный, безродный, выродок, чужеродный, урод, инородный.

По своей нагрузке производные понятия от корня род условно делятся на три смысловые группы:

- 1) кровно-родственные;
- 2) социально-родовые;
- 3) природные.

Первыми по происхождению и по нагрузке являются кровно-родственные категории: предок (бел. – продак), предание, родитель, роженица (бел. – парадзіха), родной, родственник, родословная (бел. – радавод).

Так, родословная (бел.- радавод) выстраивает, говоря современным языком, генеалогическое древо происхождения и взаимоотношения всех членов рода, родственников. В отличие от западноевропейцев и североамериканцев, восточные славяне были обречены жить не вопреки и даже не рядом с другими, а вместе с родными, с родичами. Отсюда принципиальным для поведения являлось чувство лада, синхронизации, согласования своих действий не только в производственной, но и в личной, бытовой сфере. «Так, как у людей», «Не хуже, чем у людей», «Как люди, так и я» - базовые алгоритмы взаимосвязи и взаимодействия восточных славян. Поэтому знать свой род, своих родичей до пятого поколения было совершенно естественно. Знания о своих предках славяне получали из преданий. Последние и были важнейшим элементом дохристианской, дописьменной культуры. Категория родной, в первоначальном значении обозначавшая только принадлежность индивида к роду, со временем приобрела интимно-личностное значение. Роженица (бел. – парадзіха), женщина, дающая жизнь новому члену рода, была важнейшим неотъемлемым звеном в продолжении рода. Женщина, лишенная способности рожать, была опасной для рода, поэтому бесплодие рассматривалось как кара за грех. Процедура родов сопровождалась целым набором обрядов, рожавшую женщину одаривали, и чем больше было детей у женщины, тем более значимым был ее социальный статус.

Родители, предки (бел. – продкі) занимали важное место в славянском мире не только при жизни, но и после ее окончания. Родительский день (Радуница) до настоящего времени у белорусов является самым сакраментальным, самым главным интимно-личностным праздником, святодействием. По своему значению, неформализованной обязательности он перекрывает все остальные культовые праздники. На дохристианскую, родовую сущность Радуницы указывает ее ритуально-обрядовая структура. Уход за могилками, обильное, щедрое угощение выполняют функцию встречи не только живущих родственников, но и живущих родственников с усопшими. Обязательное, ритуальное «кормление» усопших родственников реализует иллюзию не только духовной, но и «плотской» связи между живыми и усопшими родственниками.

Особенно реально значимость этого пережившего тысячелетие святодействия проявляется на землях, опаленных Чернобылем. Мертвые населенные пункты, из которых по злой воле ушли жители, в этот день приобретают сюрреальный облик. Пустые глазницы домов, разрушенные подворья, одичавшие сады, заросшие пашни и приусадебные участки и «живое» кладбище, приведенные в порядок и покрытые коврами, скатертями могилы родичей. Могилы предков в Родительский день для людей, изгнанных Чернобылем из родных мест в чужие края, становятся местом встреч не только живых родичей с усопшими, но и живых с живыми. Какая сила, не подвластная воле и сознанию, заставляет людей, рассеянных по Беларуси и не только по Беларуси, собираться в этот день на могилах предков? Для чего собираются здесь родичи? Возможно, для того, чтобы почувствовать свою причастность к своему роду, своей Родине, своему кусочку природы. Сколько времени еще сохранится у белорусов одна из базовых ментальных характеристик «сопричастности с родом»? Сказать трудно. История показала, что этот «зов» позволил достаточно мирно сосуществовать в течение тысячелетия «подпольной» языческой, родовой религии с официальной, православно-христианской.

Народность, в соответствии с определением, представляет собой сложное этническое образование, объединенное родовым началом.

Социально-родовые понятия выражают не столько кровно-родовые, сколько социально-родовые формы взаимодействия, к каковым относятся: награда (бел. – узнагарода), народ, народный, родимый, безродный, выродок, чужеродный, урод, инородный, благородный.

Выродком называют человека, потерявшего социально-родовые качества, уродом – скорее всего, человека, который родился без значимых родовых характеристик. Близкие по смыслу чужеродный и инородный различаются между собой. Если инородный обозначает человека, принадлежащего к нейтрально иному роду, то чужеродный обозначает принадлежность индивида к чужому, чуждому роду. Категория безродный носит социально-нормативную, осуждающую нагрузку. Вследствие того, что в кровно-родственном измерении человек в принципе не может быть без рода, то очевидно, что здесь акцент делается именно на социально-родовом беспамятстве и реально обозначает человека, не помнящего родства. И, наоборот, породненный – это тот, кто принял, признал нормы и ценности другого рода. Сегодня породненными могут быть не только люди и семьи, но и города, и государства. В настоящее время значительно утратила свои кровно-родственные корни и приобрела преимущественно социальную нагрузку категория народ. Не случайно, несмотря на перипетии в переоценке ценностей, и в современных условиях звание «народный» является главным при оценке творческого потенциала человека или коллектива. Категория награда (бел. – узнагарода) выражает социальное признание Родины за выдающиеся заслуги перед народом.

Природные производные от корня род являются отражением связи рода с окружающим ландшафтом, с природой: родник, огород, город, плодородие, природа, урожай (бел. – ураждай), недород.

Этот ряд понятий выражает четкую взаимосвязь рода с окружающим природным миром. Природа в ощущении славян выражает не просто ландшафт, а только ту часть

естественного окружения, в которой живет род. Поэтому у славян природа ассоциируется с лесом, полем, болотом, которые окружают род. Родник – это не просто источник воды, а источник, который питает водой род. Огород – это не только участок огороженной земли, обеспечивающий жителям выживание. Для восточных славян аграрно-продуктивная и сакрально-магическая сущность земли были неразрывными. «Мать – сыра земля» для славян была не только насыщенной влагой, питающей корни растений и рождающей урожай, но и Родиной, где жили их предки, где живут и будут жить потомки – родственники. «Из земли мы вышли, и в землю войдем» - истина, истина, которую задолго до христианства освоили наши предки. При этом земля должна быть родной. И сегодня еще сохранился обычай, уезжая, брать с собой на чужбину горсть родной земли. А в случае, если человека хоронят не в родной земле, первой в могилу нужно бросить горсть земли, привезенной с Родины. Древние славяне знали, что земля плодородна, но только в том случае, если ее оплодотворит земледелец. Ритуально-магический праздник «первой борозды» выполнял функцию ненасильственного, любовного воздействия плодотворного пахаря на плодородную мать – сыру – землю. Праздник «зажинок» или первого снопа выполнял ту же функцию – с матерью – сырой – землей нужно было полюбовно договориться о предстоящем жниве. Первый сноп не обмолачивался, он и был той ценой полюбовного сговора. Ставшие в настоящее время действительно народными «дожинки» - это пережившая тысячелетие форма благодарности матери-земле за подаренный урожай. Урожай – это условие выживания рода, и наоборот, недород лишает род возможности выживания. Не случайно понятие плодородие состоит из двух составляющих: плод и род. Сложное понятие взаимообусловлено его двумя частями. Плод имеет значение только в приложении к роду. А род, в свою очередь, должен быть плодovitым. Понятие город в первоначальном значении обозначал среду, огороженную территорию, обеспечивающую защиту рода от внешней, вражеской среды.

Таким образом, самое главное производное от рода понятие Родина у славян выражает сложное, триединое отношение индивида, во-первых, с родом, родней, предками, во-вторых, с ландшафтом, окружающим род – природой, и, в-третьих, особенными отношениями, в которых люди ощущают себя родными, родимыми. Утратив любой из трех компонентов, славянин ощущает чувство дискомфорта. Всем известна непонятная для других этносов, мучающая оказавшихся на чужбине славян ностальгия. Даже если они выезжают в эмиграцию со своими родными. Но нельзя с собой взять могилы предков, нельзя взять с собой природу. В отличие от американцев, у белорусов Родина – не абстрактное, аморфное понятие. У американца Родина – там, где хорошо; у белоруса хорошо – там, где его Родина. «Где родился – там и пригодился». Следует отметить, что важнейшая особенность славянского феномена — Родины – заключается в том, что в критические времена ее масштабы расширяются до границ государства – Отечества (Отечественная война 1812 года и Великая Отечественная война 1941 – 1945 гг. тому доказательство). В мирное, стабильное время ее масштабы сужаются до границ «малой Родины». Просчеты советских идеологов в патриотическом воспитании заключаются в игнорировании этой закономерности.

Следует подчеркнуть – не только чужеземная эмиграция, но и современные чернобыльские события показали, что переезд со своей «малой Родины» и на сравнительно недалекое расстояние и даже всей деревней, всем родом, для многих «чернобыльцев» оказался непосильной нагрузкой. Родная природа, могилы предков оказались сильнее страшного атома. «Чернобыльцы», вернувшиеся в разоренные родовые гнезда, вынуждены были сделать нелегкий выбор: вернувшись к могилам своих предков, к своим, но после атомной катастрофы ставшими своими – чужими, огороду и полю, болоту и лесу – своей малой Родине, при этом, разорвать связи с родственниками, оставшимися на чужбине. Если бы знали об этом руководители, принимавшие непростое решение о выселении «чернобыльцев», может быть, и не наделали бы такой массы социальных просчетов, не рассеялись бы по белу свету столько людей, ставших безродными.

Проводимая в настоящее время государственная политика по наведению порядка на земле, по возрождению малых городов и сел, помимо других социально-экономических последствий, работает и на восстановление малых Родин – родовых гнезд белорусов, на восстановление их родовой памяти, родового сознания. Деграция значимости и ценности родового начала неизбежно сказывается на всех социальных структурах. Но, в первую очередь, это сказывается на основе социальной организации – семье. Социальные сироты, неполные семьи – прямые следствия деграции мужского, родового начала. Ведь, если отбросить лукавство и называть вещи своими именами, то под понятием неполной семьи реально существует материнская, безмужняя и безотцовская семья. Заметьте парадокс, при разводе семья в большинстве случаев носит фамилию мужа, отчество детей отражает мужскую родовую линию, но фактически главой семьи становится женщина. Почему разведенная женщина в большинстве случаев оставляет фамилию бывшего мужа? Потому что на уровне подсознания ощущает, что лишать детей отцовской родовой линии опасно. А, поменяв фамилию на девичью, она в родовом ощущении неизбежно «разводится» с детьми.

У славян при всех перипетиях семья и в XXI веке не становится нуклеарной по американскому образцу, куда включаются только муж с женой и их несовершеннолетние дети. В нуклеарной семье дети, достигшие совершеннолетия, перестают быть детьми. В славянском мире дети остаются таковыми, пока живы их родители. Как ни парадоксально, но одна из важнейших причин, обеспечивающих воспроизводство неполных семей, заключается в том, что фактически она является частью другой – патриархально-родовой. Не только мать с отцом, но и бабушка и дедушка, братья и сестры, тети и дяди, не только окажут материальную помощь, но и возьмут внука или внучку на воспитание, т.е. станут фактическими родителями. Американке надеяться не на кого, поэтому она тысячу раз взвесит возможные последствия и вступления в брак, и его расторжения. В славянском мире иначе. Противоестественное соединение американского понимания личной свободы со славянским пониманием ответственности всего рода за каждого своего родича и породило эту горючую смесь свободно-безответственного семейного поведения.

В восстановлении мужского родового начала в семье славянские женщины заинтересованы даже больше, чем мужчины. И речь здесь, конечно, не идет о формально юридическом, а о фактическом восстановлении мужского родового начала. Способность организовать самостоятельность семьи, обеспечить не только хозяйственно-бытовую самодостаточность, но и эмоционально-интимную устойчивость, сформировать чувство ответственной согласованности, рациональной взаимодействия, взаимной ответственности членов семьи – удел и крест мужчины. И никакая финансовая компенсация – будь то алименты или любая другая «финансовая поддержка» не способна компенсировать отсутствие мужского влияния в семье, мужской линии воспитания детей. В материнской семье мальчик не может выстроить для себя образ реального семейного мужчины и мужа, девочка – лишена возможности построить модель будущего мужа. Безотцовщина – социальный «приговор», как набад, предотвращавший распад семьи, в настоящее время бьет тревогу.

Мужские начала – благородство, ответственность, честь, воля, способность преодолевать трудности – не передаются по наследству автоматически, не продаются и не покупаются, но являются продуктом сложной системы воспитания, в первую очередь, семейного. Потеря значимости в обществе мужских начал публично проявилась в конце восьмидесятых – начале девяностых годов, теперь уже прошлого, века, и явилась индикатором деграции советского общества. Публичный отказ от службы в Вооруженных силах, небывалое в славянском мире шельмование армии, силовых структур, возможно, и не самое главное, но самое яркое проявление деграции мужского начала в обществе. Быть больным и обиженным для мужчины – оказалось престижнее и выгоднее, чем быть здоровым и сильным. Сформированные на этих социально-нравственных началах семьи были обречены на ущербное существование. «Откосившие» от службы в армии мальчики, став мужьями, были обречены на такую же линию поведения и в семье.

Лекция 3

Тема: Биология в эпоху Возрождения и Просвещения.

План:

1. Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании. Искусство как отражение видения мира и живой природы.
2. Предпосылки бурного развития естествознания и биологии в эпоху Просвещения. Лейбниц и его идея «лестницы существ». И. Ньютон.
3. Накопление биологических знаний, развитие описательной зоологии, первые классификации и систематизации растений и животных. Изобретение микроскопа. Возникновение анатомии и систематики растений. Первые сводки о животных. Система живой природы К. Линнея. Естественная история Ж. Бюффона. Исследования беспозвоночных животных, открытие регенерации и оплодотворения у низших позвоночных. Изучение ископаемых организмов.
4. Анатомия человека в трудах А. Везалия, У. Гарвея, М. Мальпиги, А. Левенгука, Р. де Граафа. Первые экспериментальные работы по биологии русских ученых М. Тереховского и А. Шумлянского. Отец физиологии А. Галлер. Учение о рефлексах в работах И. Прохаска.
5. Преформизм и эпигенез в эмбриологии животных. Микроскопические исследования зародышевого развития К.Ф. Вольфа.
6. Креационизм и трансформизм, как первые гипотезы развития живой природы. Господство метафизического мировоззрения. Концепция постоянства видов и преформизм. Идеалистическая трактовка целесообразности в природе. Французский материализм XVIII в.
7. Природа Беларуси в трудах иностранных и отечественных путешественников и ученых XVI – XVIII вв. Биологические и экологические представления в Беларуси XVIII в.
8. Основные биологические открытия XV – XVIII вв.

1. Социально-экономические и культурно-исторические условия, общее состояние естествознания и философские воззрения в XV-XVIII веках

Социальной основой развития естественных, в том числе и биологических наук, в XV—XVIII вв. явилось вызревание в рамках феодального общества новых, капиталистических общественных отношений. Быстрый рост производительных сил, более полное и разностороннее использование природы, открытие новых источников сырья и драгоценных металлов, а также новых рынков, в результате многочисленных путешествий и расширения торговли — все это изменило экономику Европы и привело к перевороту в общественной жизни европейских стран.

Этот переворот происходил отнюдь не в мирной обстановке. Эпоха первоначального накопления капитала,— время жесточайшей безудержной эксплуатации трудящихся, экспроприации земли у крестьян, физического уничтожения туземцев в новооткрытых "заморских" странах, обостренной конкуренции, борьбы внутри эксплуататорской верхушки.

Период ломки феодальных отношений и перехода к капитализму не совпадал по времени в различных странах и отличался в каждой из них определенным своеобразием. В Италии, например, так называемая эпоха Возрождения началась уже в XIV в. В XV—XVI вв. она достигает здесь расцвета. Однако затем Италия в силу ряда причин начала отставать в развитии капитализма от Англии и Франции. В Голландии и в Англии ломка феодальных отношений происходила на протяжении XVI—XVII вв. Во Франции она происходит в XVIII в. и завершается Великой французской буржуазной революцией 1789 г. Германия вплоть до начала XIX в. была экономически отсталой, политически раздробленной; капиталистические отношения были развиты крайне слабо. В России разложение феодализма в основном завершилось к середине XIX в., хотя остатки его сохранялись и давали знать о себе до начала XX в.

Переворот в социальной структуре европейских стран, завершившийся буржуазными революциями, вызвал коренные сдвиги и в общественной идеологии.

2. Лейбниц и идея «лестницы существ»

Одной из центральных фигур в философии и естествознании XVII — начала XVIII в. был Готфрид Вильгельм Лейбниц. Начав с сочувствия механистическому материализму, он вскоре создал собственную философскую систему объективного идеализма, ядром которой явилось его учение о монадах.

Под монадами Лейбниц понимал абсолютно простые, неделимые духовные субстанции, составляющие "элементы вещей". В отличие от трактовки субстанции Спинозой и Декартом Лейбниц наделил монады способностью к деятельности и движению. Поскольку монады, по Лейбницу, абсолютно самостоятельны и вместе с тем образуют весь окружающий нас мир, в котором мы наблюдаем единство и развитие, то Лейбниц ввел в свою систему телеологический принцип изначальной целесообразности, "предустановленной гармонии", предусмотренной богом при создании мира.

На естественные науки особое влияние оказало учение Лейбница о континууме — признании абсолютной непрерывности явлений; ему принадлежит ставший впоследствии весьма популярным афоризм: "Природа не любит скачков". Этот принцип он стремился распространить на всю природу; исходя из него, он пытался, в частности, объяснить историю Земли.

Распространение принципа непрерывности на биологические явления привело Лейбница к разработке учения о "лестнице существ", получившей широкое признание в XVIII в. Согласно этому учению, все живые существа составляют единый, непрерывный ряд; все дело лишь в том, чтобы отыскать промежуточные формы. Даже между растениями и животными, считал Лейбниц, должны существовать промежуточные формы. Однако все ступени лестницы существ Лейбниц мыслил существующими одновременно, изначальными, созданными богом и вечными. Хотя таким образом в идее "лестницы существ" не было ничего эволюционного, она послужила впоследствии одним из источников зарождения эволюционной идеи. Этому способствовали проявления диалектики в философской системе Лейбница, который писал, например, что "все во вселенной находится в такой связи, что настоящее скрывает всегда в своих недрах будущее, и всякое данное состояние может быть объяснено естественным образом лишь из непосредственно предшествовавшего ему состояния".

Из общих философских воззрений Лейбница и его учения о предустановленной гармонии вытекали его преформистские представления и отрицание им самозарождения. Вся живая природа, по Лейбницу, берет начало от "семенных животных", возникших "вместе с началом мира". Ничто не возникает заново, но лишь претерпевает изменение через увеличение или уменьшение. Развитие есть развертывание заранее данного.

При всей ограниченности взглядов Лейбница его идеи о всеобщей связи в природе, упорядоченности составляющих ее тел и нерушимости закона непрерывности, о связи между прошлым, настоящим и будущим — были большим шагом вперед и оказали существенное влияние на натуралистов.

Исаак Ньютон

Большое влияние на развитие науки и философской мысли XVII — XVIII вв. оказали труды Исаака Ньютона. Ньютон сформулировал основные законы классической механики, открыл закон всемирного тяготения, разработал теорию движения небесных тел, обосновал важнейшие принципы оптики, внес крупнейший вклад в математику, (дифференциальное и интегральное исчисление) и т. д.

Стремление Ньютона вывести все явления природы из начал механики нашло воплощение в созданной им механической системе мира. После Ньютона представление о господстве в природе определенных закономерностей, механическая картина мироздания входят в плоть и кровь науки. Такое же влияние на естествоиспытателей оказали представления Ньютона о материи, массе, движении, времени и пространстве.

Труды Ньютона, как и труды Декарта, были направлены на создание научной картины мира, в основу которой были положены "начала механики". Но между воззрениями Ньютона

и Декарта были крупные различия, что вызвало длительный и горячий спор сторонников "ньютоновского динамизма" и "картезианской физики". Спор этот шел по ряду вопросов. В отличие от Декарта Ньютон и его последователи признавали наличие пустоты, действие тел друг на друга на расстоянии, сформулировали понятие "сила", развили так называемую корпускулярную теорию света (в противовес декартовской волновой теории света) и т. д. Сторонники Ньютона отвергали декартовскую теорию вихреобразного движения и некоторые другие его построения, не отвечавшие новым открытиям в физике.

Механистический материализм в воззрениях Ньютона переплетался с идеалистической метафизикой. Ньютон отрывал материю от движения, считал материю инертной, лишенной собственной активности. В отличие от Декарта он считал движение отнюдь не вечным, а привнесенным в материю действующей извне силой. По Ньютону, оно может возникнуть и исчезнуть. С точки зрения Ньютона, пространство и время — это не формы существования материи, а какие-то особые, внешние по отношению к материи, категории. Не удивительно, что эти механистические и метафизические концепции открывали лазейку идеализму. Ньютон признавал "первый толчок" к якобы давший начало миру, и даже повторные вмешательства божества в дела природы.

Если Декарт стремился показать мир в его возникновении и изменении, если в рамках его механицизма имеются хотя бы элементы исторического подхода, то мир Ньютона косный, застывший, лишенный истории. Общие воззрения Ньютона еще глубоко увязают в теологии.

3. Французский материализм 18 века.

Наиболее крупным, ярким и боевым материалистическим течением XVIII в., оказавшим огромное влияние на развитие естествознания, был французский материализм XVIII в. "Механистический французский материализм примкнул к физике Декарта в противоположность его метафизике" Французские материалисты XVIII в. были идеологами окрепшей и революционной тогда буржуазии, готовившейся штурмовать феодализм. "Великие люди, которые во Франции просвещали головы для приближавшейся революции,— писал Ф. Энгельс,— сами выступали крайне революционно. Никаких внешних авторитетов какого бы то ни было рода они не признавали. Религия, понимание природы, общество, государственный строй — все было подвергнуто самой беспощадной критике; все должно было предстать перед судом разума и либо оправдать свое существование, либо отказаться от него". В другом месте К. Маркс и Ф. Энгельс пишут следующее: "Французское Просвещение XVIII века и в особенности французский материализм были борьбой не только против существующих политических учреждений, а вместе с тем против существующей религии и теологии, но и открытой, ясно выраженной борьбой против метафизики XVII века и против всякой метафизики, особенно против метафизики Декарта, Мальбранша, Спинозы и Лейбница".

Одним из источников воззрений французских материалистов XVIII в. были труды английских философов Т. Гоббса, Д. Локка и Д. Толанда.

Гоббс выступал с решительной критикой идеалистических представлений о "духах", "нематериальной субстанции" и т. п. и утверждал, что материя (основным свойством которой он считал протяженность) — это единственная реальность, существующая вне человека. Материальные тела отражаются в нашем сознании, формируя представления. Но Гоббс понимал движение только как механическое перемещение материи и не считал его неотъемлемым свойством материи. Маркс и Энгельс характеризовали Гоббса как "систематика" бэконовского материализма.

Философские взгляды Бэкона и Гоббса в известной мере продолжал развивать Локк. В истории материалистической философии большое значение имела локковская критика идеалистического представления о "врожденных идеях", развитие им материалистического положения о чувственном, опытным характере наших идей, человеческих знаний. Хотя у Локка и были отступления к идеализму (идея о "самодеятельности души" и т. п.), его материалистические воззрения оказали большое влияние на последующее развитие

передовой философской мысли и, в частности, на формирование взглядов французских философов-материалистов XVIII в.

Произведения Ламеттри, Дидро, Гольбаха, Гельвеция и других французских материалистов XVIII в. знаменуют более высокую ступень развития материализма, опиравшегося на возросшие успехи естественных наук и решительно боровшегося с религией и идеалистической метафизикой.

Французские материалисты стремились доказать, что вся вселенная, начиная от простейших тел и кончая человеком с характерными для него сложнейшими душевными свойствами, образуется по естественным законам природы, по законам движения материи. Они утверждали, что движение является неотъемлемым свойством материи, и, таким образом, преодолели в этом пункте ошибочные воззрения Декарта и Ньютона, оставивших место для представления о "первом толчке".

Ламеттри писал, что "материя содержит в себе оживляющую и движущую силу, которая является непосредственной причиной всех законов движения". Отрыв же материи от движения он характеризует как "гипотезу, которую пытаются приспособить к данным веры". Ясно высказывается по этому вопросу и Дидро: "Тело, по мнению некоторых философов, не одарено само по себе ни действием, ни силой. Это ужасное заблуждение, стоящее в прямом противоречии со всякой физикой, со всякой химией. Само по себе, по природе присущих ему свойств, тело полно действия и силы, будете ли вы рассматривать его в молекулах или в массе. Чтобы представить себе движение, прибавляют они, вне существующей материи, следует вообразить силу, действующую на нее. Это не так" 2. Не менее ярко высказывается по этому поводу и Гольбах, утверждающий, что "движение есть способ существования, вытекающий необходимым образом из сущности материи". Гольбах решительно отвергает идею первого толчка: "Если бы к наблюдению природы подходили без предрассудков, то давно убедились бы, что материя действует по своим собственным силам и не нуждается ни в каком внешнем толчке, чтобы быть приведенной в движение".

Вселенную французские материалисты рассматривали в ее вечном движении, в непрерывном и всеобщем изменении. Идеи превращения — трансформации одних природных тел в другие, мысль о вечном круговороте красной нитью проходят через произведения этих философов. "Разве вокруг нас не изменяется все?. Разве не очевидно, что вселенная не была в своем бесконечном прошлом в точности такой, какова она теперь, и что невозможно, чтобы в своем вечном будущем она была хоть на мгновение в точности той же самой, какова она теперь? Как же можем мы угадать, что принесет с собой бесконечная смена разрушений и созиданий, сочетаний и разложений, метаморфоз, изменений, перемещений"? — писал Гольбах 1. Конечно, необходимо, отличать эту идею механистического материализма от представления об историческом развитии природы. Но в борьбе с идеалистическими, богословскими представлениями о косности, неизменности созданной богом природы, мысль о закономерном естественном происхождении всех природных тел имела огромное значение. Впрочем, в трудах французских философов-материалистов XVIII в., особенно Дидро, мы встречаем серьезные элементы исторического подхода к природе (подробнее об этом. см. в главе 9).

Основной вопрос философии — об отношении духа к материи, мышления к бытию — французские философы-материалисты безоговорочно разрешали с позиций материализма. Материи присуще свойство чувствительности, ощущения и, наконец, сознания. Ламеттри отвергал взгляды Спинозы на всеобщую одушевленность материи (гилозоизм), а Дидро проводил различие между низшими формами чувствительности, присущими, по его мнению, телам неживой природы, и их более высокой формой — мышлением. Источник мышления, познания — это ощущения, чувства, отражающие внешний мир. Это было развитием идей материалистического сенсуализма, прежде всего учения Локка.

Исходя из охарактеризованных выше позиций, философы-материалисты рассматривали и органический мир, в том числе и жизнедеятельность человека. Их взгляды по этим вопросам будут освещены в соответствующих главах.

"Материализм прошлого века,— писал Ф. Энгельс,— был преимущественно механическим, потому что из всех естественных наук к тому времени достигла известной законченности только механика, и именно только механика твердых тел (земных и небесных), короче — механика тяжести. Химия существовала еще в наивной форме, основанной на теории флогистона. Биология была еще в пеленках: растительный и животный организм был исследован лишь в самых грубых чертах, его объясняли чисто механическими причинами. В глазах материалистов XVIII века человек был машиной так же, как животное в глазах Декарта. Это применение исключительно масштаба механики к процессам химического и органического характера,— в области которых механические законы хотя и продолжают действовать, но отступают на задний план перед другими, более высокими законами,— составляет первую своеобразную, но неизбежную тогда ограниченность классического французского материализма.

Вторая своеобразная ограниченность этого материализма заключалась в неспособности его понять мир как процесс, как такую материю, которая находится в непрерывном историческом развитии. Это соответствовало тогдашнему состоянию естествознания и связанному с ним метафизическому, то есть антидиалектическому, методу философского мышления. Природа находится в вечном движении; это знали и тогда. Но по тогдашнему представлению, это движение столь же вечно вращалось в одном и том же круге, и таким образом оставалось, собственно, на том же месте: оно всегда приводило к одним и тем же последствиям. Такое представление было тогда неизбежно"

Несмотря на ограниченность материалистической философии XVIII в., она сыграла огромную роль в раскрепощении человеческого духа от оков религии, прокладывала пути новым принципам научного познания, оказала большое влияние на формирование мировоззрения многих натуралистов.

Схоластика и идеализм, против которых вели борьбу французские материалисты, не сразу сошли со сцены: они еще долго господствовали в умах многих философов и натуралистов.

Развитие ботанических исследований

Главным результатом развития ботаники на протяжении XV—XVIII вв. было описание и классификация большого числа растительных видов. Поэтому этот период часто называют периодом "первоначальной инвентаризации" растений. В это время были разработаны основные понятия ботанической морфологии, заложены начала научной терминологии, выработаны принципы и методы классификации растений и, наконец, были созданы первые системы растительного царства.

Попытки классификации растений в XVI веке

К концу XV — началу XVI в. ботаника располагала весьма ограниченными сведениями, доставшимися ей от античного мира и средневековья. Основными источниками ботанических сведений были труды Теофраста, Плиния, Диоскорида, Колумеллы, Альберта Великого, "травники", содержавшие описание и изображение немногих, главным образом полезных растений. Почти все нужно было начинать сначала: исследовать местную флору, разобраться в растительном покрове, описать его состав, а затем, выделив главные формы растений, попытаться систематизировать их и классифицировать по определенным, легко распознаваемым признакам. К этой работе приступили "отцы ботаники" — И. Бок, О. Брунфелс, Л. Фукс, П. Маттиоли, М. Лобеллий, К. Ключиус, К. и И. Баугины и др. В их сочинениях мы находим описания и рисунки значительного числа растительных видов. В XVI в. широкое распространение получило составление гербариев.

Германский флорист XVI в. И. Бок описал 567 видов растений, объединив близкие растения в группы, которые известны сейчас как семейства губоцветных, сложноцветных, крестоцветных, лилейных и др. У Бока нет каких-либо сознательно выработанных

принципов классификации. Он группировал растительные формы по общему сходству. Это уже было шагом вперед, если учесть, что некоторые современники Бока описывали растения просто в алфавитном порядке. Его современник Л. Фукс делал попытку ввести некоторые морфологические термины, чтобы облегчить описание и сравнение растений. Он же дал описания большого количества растительных форм, однако они носили подчас весьма поверхностный характер, так как он обращал внимание главным образом на внешнюю форму и размеры растений. Иногда Фукс снабжал их так называемыми сигнатурами, т. е. характеристиками, указывавшими на значение того или иного растения. Но они были весьма наивными. Так, если растение было красного цвета, то говорилось, что оно помогает при заболеваниях крови; если форма листа напоминала очертания сердца, считалось, что растение может служить средством для лечения сердечных заболеваний, растения с желтыми цветами — для лечения печени и т. п. Под одним названием часто объединялись растения, принадлежащие к различным видам.

Во второй половине XVI в. нидерландский ботаник К. Ключиус, широко изучивший европейскую флору и растения, привезенные из "заморских" стран, предложил классифицировать все растения на следующие группы: 1) деревья, кусты и полукустарники; 2) луковичные растения; 3) хорошо пахнущие растения; 4) непахнущие растения; 5) растения ядовитые; 6) папоротники, злаки, зонтичные и др.

Несколько дальше пошел фламандский ботаник М. Лобеллий, главные работы которого относятся к XVI в. Он пытался классифицировать растения главным образом по форме листьев. Так, например, Лобеллий выделил группу злаков и, исходя из строения листьев, сблизил ее с группами лилейных и орхидей. В то же время у него можно найти наивное объединение в "род пшеницы" всех растений, произрастающих на полях, включая сорняки.

Значительный успех в развитии ботаники в конце XVI — начале XVII в. связан с именем швейцарского ученого Каспара Баугина. Баугин изучил и описал около 6000 видов растений, так что даже в количественном отношении его работы знаменовали крупный шаг вперед. Большим достижением Баугина были весьма точные описания многих форм, выполненные в виде кратких диагнозов. Баугин выявил много синонимов. Не имея еще ясных представлений о систематических категориях, он часто пользовался приемом, который теперь называется бинарной номенклатурой. Зачатки бинарной номенклатуры встречаются также у Брунфелса, Фукса, Лобеллия. Баугин давал иногда четырехчленные названия, что свидетельствовало о его умении весьма точно диагностировать растения вплоть до разновидностей (в современном понимании). Так, он различал *Апетопа alpina alba major* и *Апетопа alpina alba minor*. Подобные обозначения, использованные Баугином, правда, не всегда последовательно и не для всех видов, имели несомненно положительное значение, так как облегчали изучение и "инвентаризацию" растительного мира. Напомним, что в этот период (вплоть до работ Линнея) виды обычно обозначались десятью и более словами. После Баугина бинарную номенклатуру предлагал также немецкий натуралист А. Ривинус.

Баугин, подобно некоторым своим предшественникам, пытался объединять виды по признаку общего сходства в определенные группы. Он подразделил растения на 12 "книг". Каждая "книга" разделялась на секции, секции на роды, а роды на виды. Многие секции, более или менее соответствующие семействам современной систематики, были намечены вполне правильно. У Баугина встречаются первые наброски естественной системы, однако они были еще очень несовершенными.

Если в этот период виды получили во многих случаях достаточно ясные характеристики и ботаники научились видеть их отличительные особенности, то систематические единицы выше рода они различали плохо. Показательно, например, что хвощи, злаки и эфедра (хвойник) оказались у Баугина в одной группе, равно как ряска и мхи.

Накопление материала настоятельно требовало углубления приемов систематизации. Определенную роль в этом отношении сыграли работы итальянского ученого XVI в. Андреа Чезальпино, попытавшегося установить некоторые исходные принципы классификации.

Следуя за Аристотелем, он рассматривал растение как несовершенное животное. Основными функциями растения он считал питание и размножение.

Питание связано, по его мнению, с корнем, размножение — со стеблем. Считая, что семена олицетворяют собой "жизненный принцип" растения — его "душу", он предлагал наибольшее внимание при классификации обращать на семена, плоды и защищающие их "оболочки" — цветки. Несмотря на ошибочность исходных положений, Чезальпийо поднялся выше чисто эмпирических и часто наивных приемов классификации. Однако предложенная им классификация (он делил растения на 15 групп) была совершенно искусственной. Чезальпийо смешивал даже однодольные и двудольные, различие между которыми подметил Баугин.

Систематика и морфология растений в XVIII веке

Важное значение для развития ботаники и ботанической систематики имели также работы немецкого натуралиста и философа первой половины XVII в. Иоахима Юнга. Труды Юнга заложили основание ботанической морфологии и органографии, создав тем самым возможность для более углубленной систематизации материала. Юнг кратко и точно диагностировал различные органы растений. Он настаивал на введении в науку следующего принципа: все растительные органы, сходные по своей "внутренней сущности", должны носить одно и то же название, хотя бы даже они и были различны по форме. Иначе говоря, Юнг близко подошел к понятию гомологии органов растений, дав тем самым четкий критерий для сравнения различных растительных органов между собой. Он подчеркивал необходимость учета всего комплекса основных признаков растений и отвергал характерный для Чезальпийо телеологический аристотелевский подход к растительному организму. Заслугой Юнга является и то, что он уточнил существующую и ввел новую ботаническую терминологию.

Следует упомянуть "Новую систематику зонтичных растений" (1672) английского ботаника Р. Морисона и особенно трехтомное сочинение "История растений" (1686) английского натуралиста Джона Рей. Рей описал множество растений, при этом он опирался на морфологические идеи и терминологию Юнга. Рей подразделял растительный мир на 31 группу. Некоторые из этих групп были близки к естественным (злаки, крестоцветные, губоцветные, мотыльковые и др.). Рей заметил, что по особенностям строения зародыша все растения делятся на две большие группы, именуемые ныне однодольными и двудольными.

Рей предпринял попытку дать четырехчленную классификацию. Он различал понятия рода и вида, причем первое из них он разделял на три: *genus* (род в узком смысле), *genus subalternum* (иногда *ordo*, что соответствует примерно порядку или семейству), *genus summum* (класс). Рей расположил свои "классы" в виде восходящего ряда в порядке усложнения. Хотя предложенное им расположение было еще весьма несовершенным, в нем можно усмотреть зачатки того плодотворного подхода, который получил затем развитие в трудах А. Жюссье и особенно Ламарка.

Из других работ, относящихся ко второй половине XVII — началу XVIII в., следует отметить труды французского ботаника Ж. Турнефора.

Турнефор изучил и описал около 500 родов растений. В основу их классификации он положил строение венчика. Турнефор различал растения безлепестковые и лепестковые, а последние делил на однолепестковые и многолепестковые. К однолепестковым он относил, например, колокольчики и губоцветные, к многолепестковым — розоцветные и др. Деревья, кустарники и травы Турнефор разделил на несколько классов. Всего в его системе было 22 класса.

Турнефор ввел в ботанику новое четырехчленное деление систематических категорий: класс, секция (категория, близкая к теперешнему отряду), род и вид. Турнефор давал детальные диагнозы родам. У него встречаются интересные фитогеографические сведения. Теоретические воззрения Турнефора не отличались особой оригинальностью, тем не менее они оказали влияние на работы многих ботаников последующего периода.

Развитие микроскопической анатомии растений в XVII веке

Изучение тонкой анатомической структуры растений стало возможным только после изобретения микроскопа.

В XII—XIII вв. в ремесленных мастерских были изобретены очки, во второй половине XVI в. появляются камера-обскура и первая сложная оптическая трубка, в самом начале XVII в. — микроскопы. Изобретение микроскопа приписывают обычно голландцам — отцу и сыну Янсенам. Для подобного утверждения нет, однако, достаточных оснований. Как показал С. Л. Соболев — крупный знаток истории микроскопа, этот прибор был впервые сконструирован Галилеем в самом начале XVII в. Вошедшие же в обиход сложные двулинзовые микроскопы с выпуклыми одиночными объективами и окулярами появились в Англии или Голландии в 1617—1619 гг. Их изобретателем, возможно, был физик Дреббель. На протяжении XVII—XVIII вв. усовершенствуется оптическая система и конструкция штативов. Объекты начинают рассматриваться не в падающем, а в проходящем свете, в конце XVIII в. устраняются путем сочетания сортов стекла с разными коэффициентами преломления сферическая и хроматическая аберрации. Прогресс микроскопической техники явился предпосылкой для успехов важных разделов биологической науки, в том числе и анатомии растений.

Одно из первых описаний тонкой структуры растений было дано в книге английского ученого Роберта Гука "Микрография или некоторые физиологические описания мельчайших телец при помощи увеличительных стекол" (1665). Гук описал некоторые растительные ткани и заметил их клеточное строение. Истинную природу этих образований он понять не мог и трактовал клетки как поры, пустоты, "пузырьки" между растительными волокнами.

Итальянский ученый М. Мальпиги во второй половине XVII в. тщательно описал микроструктуру листьев, стеблей и корней. Особенно детально он изучил строение стебля (коры, древесины и сердцевины). Он обнаружил сосудисто-волокнистые пучки и их отдельные элементы, указал на их непрерывность в теле растения. Подробно исследовал он и органы размножения растений. Но функции цветка и его частей оставались ему непонятными. Он уподоблял семязачатки — яйцу, завязь — матке и т. п.

Почти одновременно с Мальпиги исследовал строение растений и английский натуралист Неэмия Грю, автор "Анатомии растений" (1682). Он сделал много тонких и тщательных наблюдений, установил понятие "ткань", описал строение разных тканей растения. Отметив, что любая ткань состоит из переплетений сходных элементов — волокон, он трактовал ткани по аналогии с кружевами и тканями, вырабатываемыми человеком, а клеточки — как пузырьки между волокнами.

Система К. Линнея

Вершиной искусственной классификации явилась система, разработанная шведским натуралистом Карлом Линнеем, автором выдающихся трудов: "Основания ботаники", "Философия ботаники", "Роды растений", "Виды растений", "Система природы" и других, пользовавшихся широкой известностью и оказавших глубокое влияние на науку XVIII в.

С именем Линнея связано описание большого количества растительных и животных форм, их точная диагностика и удобная систематизация. Так, во втором издании сочинения "Виды растений" (1761) было описано 1260 родов и 7540 видов, причем отдельно выделены разновидности. Линней делил растения на 24 класса. В отличие от Турне-фора, классифицировавшего растения на основе строения венчика и не обращавшего внимания на тычинки, Линней, признававший существование пола у растений, положил в основу своей классификации, получившей название сексуальной (половой), характерные особенности тычинок и пестиков. Первые 13 классов Линней различал по числу тычинок, 14 и 15-й — по различной длине тычинок, 16, 17 и 18-й — по характеру срастания тычинок, 19-й — по признаку срастания пыльников, 20-й класс по способу срастания нитей тычинок со столбиком пестика, к 21-му классу относятся однодомные, к 22-му — двудомные растения, к 23-му — растения, одна часть цветков которых раздельнополая, другая обоеполая, и

наконец, к 24-му — тайнобрачные. Внутри классов Линней выделял отряды по характеру строения женских органов растения — пестиков.

Система Линнея была искусственной. Растения относились к той или иной группе на основании единичных признаков. Это приводило к множеству ошибок, несмотря на всю проницательность Линнея.

Основной заслугой Линнея является окончательное утверждение бинарной номенклатуры, усовершенствование и "стандартизация" ботанической терминологии. Вместо прежних громоздких определений Линней ввел краткие и четкие диагнозы, содержавшие в определенном порядке перечень характеристик растений. Он различал следующие соподчиненные друг другу систематические категории: классы, отряды, роды, виды, разновидности.

Линней сознавал искусственность своей системы, условность классификации по произвольно выбранным признакам. Стремясь к естественной системе, Линней параллельно и независимо от своих 24-х искусственных классов ввел другую классификацию. Все растения были распределены в ней по 65—67 порядкам (лучше сказать семействам), которые ему казались естественными. Однако дать точный критерий этих порядков Линней не мог.

Попытки создания "естественных" систем в XVIII веке

Понятие "естественная группировка" прошло в своем развитии несколько этапов. Некоторые ботаники, руководствуясь общим сходством растений, пытались объединить их в естественные группы. Эти попытки не прекращались на протяжении всего XVIII в. Однако господствующими

Говоря о попытках построения естественных систем растительного мира, которые предпринимались в рассматриваемый период, следует иметь в виду, что все они были только приближением к естественной системе.

Уровень науки той эпохи, недостаток критериев для систематики (и прежде всего сравнительно-морфологических критериев) не позволял этим системам преодолеть "искусственность". Более того, в понятия "естественный" и "сродство" не вкладывалось эволюционное содержание, представление о родстве растительных форм. Тем не менее стремление Баугина, Рея, Маньоля и других создать естественные группировки растений имело большое научное значение. Их работы создавали известные предпосылки для эволюционного учения.

Попытки построения естественной системы находят еще более яркое выражение у некоторых ботаников XVIII в. Так, французский ботаник М. Адансон в своем стремлении построить естественную систему растений добивался использования не какого-нибудь одного признака, а их комплекса. Правда, Адансон не учитывал в достаточной мерзначимости отдельных признаков, их качественную неравноценность для классификации.

Другой французский ботаник — Бернар Жюссье в 1759 г. сгруппировал на грядках королевского сада в Трианоне в Версале около 800 родов растений, объединив их в 65 "естественных порядков" (более или менее соответствовавших тем естественным порядкам, которые были намечены Линнеем). Каталог растений Трианона был опубликован в 1789 г. в книге "Роды растений", автором которой был племянник Бернара Жюссье — Антуан Лоран Жюссье. Система А.-Л. Жюссье содержала 15 классов, 100 порядков (приблизительно соответствуют теперешним семействам), около 20 000 видов. Классы были объединены в три большие группы: бессемядольных, однодольных и двудольных. Внутри однодольных и двудольных классы выделялись сообразно наличию верхней, нижней или полунижней завязи. Классы и семейства были расположены в порядке восходящего ряда.

Попытки создания «естественных систем» в XVIII веке

Понятие "естественная группировка" прошло в своем развитии несколько этапов. Некоторые ботаники, руководствуясь общим сходством растений, пытались объединить их в естественные группы. Эти попытки не прекращались на протяжении всего XVIII в.

Жюссье уделил большое внимание вопросу о критериях, которыми надлежит пользоваться при распределении растений в естественные группы. Он считал необходимым, тщательно "взвешивать" признаки, выявляя наиболее характерные, важные и постоянные, устанавливая их субординацию и отмечая корреляцию между ними.

Многие группы в системе Жюссье носят достаточно естественный характер и с теми или иными видоизменениями вошли в современные нам системы. В то же время в его системе сильны еще пережитки искусственной классификации. К ним относится, в частности, выделение "классов" почти по единственному признаку — положению завязи. Особенно искусственным является 15-й "класс", куда собраны раздельнополюе покрытосеменные *Diclmes irregulares*. Ближайшие преемники Жюссье в деле построения естественной системы (Декандоль, Окен) упразднили этот "класс", а его представителей объединили с безлепестковыми растениями.

Решительным шагом к коренной реформе принципов систематики явились ботанические работы Ламарка. В своем труде "Флора Франции" (1778) он критически пересмотрел системы растительного мира Линнея, Б. Жюссье и Турнефора, четко провел бинарную номенклатуру, выявил многие синонимы, впервые предложил определительные таблицы, основанные на дихотомическом принципе. В "Классах растений" (1786) Ламарк подразделил растительный мир на 6 классов и 94 семейства и в известной мере приблизился к естественной классификации. Здесь он высказал мысль о градации различных уровней организации.

В "Естественной истории растений" (1803) Ламарк, ставший в это время на позиции эволюционизма, разделил растительный мир на 7 классов, заключающих 114 семейств и 1597 родов. Он расположил все формы в порядке восхождения от простого к сложному. В основании растительного мира он поместил грибы, водоросли и мхи, на его вершине многолепестковые цветковые растения. Таким образом, в попытке создания естественной системы он пошел значительно дальше своих предшественников, истолковав связь между различными группами растений в эволюционном смысле.

К работам Ламарка примыкают труды в области ботанической систематики одного из творцов современной ботаники — Огюста Пирама Декандоля. Он участвовал в подготовке третьего издания "Флоры Франции" Ламарка (это издание вышло в 1805 г.) и сам был автором одной из оригинальных естественных систем растительного мира. Декандолю принадлежат также важные работы по морфологии растений. Они относятся к началу XIX в. и будут освещены в главе 16.

Для развития ботаники большое значение имело расширение флористических исследований в связи с многочисленными путешествиями во все части света. Благодаря этому стали известны тысячи новых видов растений, своеобразные флоры различных стран. Среди этих работ следует отметить труд И. Г. Гмелина "Флора Сибири" (1747—1769), в котором описано 1178 видов растений (из них около 500 новых видов), С. П. Крашенинникова "Описание земли Камчатки" (1755), содержащий сведения о ее растительности, труды П. С. Палласа "Путешествие по разным провинциям Российской империи" (1773—1788) и "Флора России" (1784—1788) и др. Намного расширил знание растительного покрова земного шара великий немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт. Его сочинения заложили основы географии растений.

Зарождение физиологии растений

Развитие ботаники и, в частности, анатомии растений создало предпосылки для зарождения физиологии растений. Ее формирование стимулировалось потребностями сельского хозяйства, нуждавшегося в выяснении условий, позволяющих успешно

выращивать хороший урожай. Не случайно уже первые физиологические исследования касались преимущественно проблем питания растений. Важную роль в возникновении физиологии сыграло распространение в XVII в. экспериментального метода и, в частности, использование методов химии и физики для объяснения различных явлений в жизни растений.

Первая попытка научного толкования Вопросы о почвенном питании растений принадлежит французскому ремесленнику Б. Палисси. В книге "Истинный рецепт, посредством которого все французы могут научиться увеличивать свои богатства" (1563) он объяснял плодородие почв наличием в них солевых веществ. Его высказывания, предвосхитившие основные положения так называемой минеральной теории плодородия почв, были затем забыты и только спустя почти три столетия их по достоинству оценили.

Опыт голландского естествоиспытателя ван Гельмонта, поставленный в 1600 г. в связи с изучением питания растений, принято считать первым физиологическим экспериментом. Выращивая ивовую ветвь в сосуде с определенным количеством почвы при регулярном поливе, он через пять лет не обнаружил какой-либо убыли в весе почвы, в то время как ветка выросла в деревцо. На основании этого опыта ван Гельмонт сделал вывод, что своим ростом растение обязано не почве, а воде. Аналогичное наблюдение в 1661 г. провел с тыквой английский физик Р. Бойль. Он также пришел к выводу, что источником роста растений является вода.

Несовершенство начальных попыток применения экспериментального метода к изучению процесса питания растений привело первых его исследователей к ложному выводу о том, что для нормального роста и развития растений достаточно одной чистой воды. Положительной стороной этой так называемой водной теории было лишь то, что питание растений рассматривалось ею не как пассивное всасывание корнями из земли уже готовой пищи (мнение средневековых ученых), а как процесс, происходящий за счет активной синтетической деятельности растений.

Идея активности растения как живого организма получила экспериментальное подтверждение и развитие в работах М. Мальпиги. На основании наблюдений за развитием семян тыквы, ее семядолей и листьев Мальпиги высказал предположение, что именно в листьях растений, подвергающихся действию солнечного света, должна происходить переработка доставляемого корнями "сырого сока" в пригодный для усвоения растением "питательный сок". Это были первые высказывания и робкие попытки научного объяснения участия листьев и солнечного света в процессе питания растений. Мальпиги сочетал изучение строения различных органов растения с изучением функций. Так, описав в своей классической работе "Анатомия растений" (ч. I, — 1675, ч. II — 1679) ряд микроскопических структур стебля, в том числе неизвестные до того наполненные воздухом сосуды со спиральными утолщениями в стенках (он называл их трахеями), Мальпиги тут же привел наблюдения, касавшиеся функций этих образований, проводящих питательные вещества. Посредством кольцевания стеблей он установил, что вода с растворенными в ней питательными веществами, передвигается по волокнистым элементам древесины к листьям. Это движение он объяснял разницей давления окружающего воздуха и воздуха, находящегося в трахеях. Из листьев переработанный сок передвигается по коре в стебель и к другим частям растений, осуществляя их питание и рост. Таким образом Мальпиги установил существование в растении восходящих и нисходящих токов и их непосредственную связь с процессом питания растений. Кроме сосудов, проводящих питательные соки, Мальпиги отмечал существование в древесине и коре различных каналов, содержащих млечный сок, смолистые вещества и воздух. По его мнению, воздух растению также необходим, как и животному.

Допадки Мальпиги об участии листьев в питании растений не обратили на себя внимания его современников, а его данные о движении растительных соков были использованы лишь для рассуждений об аналогии этого явления с кровообращением животных. Представления Мальпиги о питании растений разделял лишь Н. Грю, который

полагал (1682), что растения поглощают пищу корнями, здесь она "ферментирует" и дальше направляется к листьям, где подвергается переработке.

Более определенные предположения о выработке самим растением питательных веществ в ходе химических превращений высказал в 1679 г. французский физик Э. Мариотт. Он ссылаясь на тот факт, что на одной и той же почве различные растения продуцируют разнообразнейшие вещества, которых нет в почве. Мариотту принадлежат также первые опыты по количественному учету выделенной растением воды в процессе транспирации.

Представления Мальпиги, подкрепленные доводами Мариотта, послужили обоснованию новой точки зрения на проблему питания растений, противоположной господствовавшей два тысячелетия.

В 1699 г. английский ученый Джеймс Вудворд тщательно поставленными экспериментами по выращиванию растений в воде, взятой из различных мест, показал, что в свободной от минеральных примесей воде растения развиваются хуже. Эти опыты убедительно свидетельствовали о несостоятельности водной теории, но они, очевидно, остались неизвестными на континенте, и водная теория даже в начале XIX в. пользовалась широким признанием в научных кругах Европы.

Особое значение для формирования физиологии растений имели исследования английского ботаника и химика Стивена Гейлса. Последователь Ньютона, он попытался построить учение о движении соков в растении и проникнуть в сущность процессов их питания, исходя из строгих начал физики. Этим вопросам был посвящен его классический труд "Статика растений" (1727). Гейлс полагал, что всасывание воды через корень и передвижение ее по растению происходит в результате действия капиллярных сил пористого тела. Он обнаружил корневое давление, а в наблюдениях над испарением растений — засасывающее действие листьев в этом процессе. Таким образом, Гейлс установил нижний и верхний концевые двигатели, обуславливающие передвижение воды в растении снизу вверх.

Большое количество опытов было поставлено им для изучения процесса транспирации. Определив время, проходящее с момента всасывания воды корнями до ее испарения через листья, Гейлс вычислил скорость движения воды в растении. Он определил также количество воды, испаряемой за день растением или отдельной веткой. Измерял интенсивность транспирации растений с листьями и без них, в различные часы дня и в разное время года, у листьев нежных и кожистых, у освещенных и затененных.

Гейлс определил примерную силу, с которой впитывают в себя воду разбухающие семена. Он объяснил биологическое значение разбухания, которым начинается процесс прорастания. Оно состоит в том, что возникающая благодаря ему механическая сила позволяет разорвать оболочку семян. Разбухание дает им также возможность преодолеть сопротивление частиц почвы, окружающей прорастающее семя.

Многое сделал Гейлс и для развития представлений о питании растений. Он первый высказал мысль о том, что большая часть растительных веществ происходит из воздуха, поскольку при их разложении выделяются газообразные вещества. Каким образом воздух перерабатывается в твердые растительные вещества, Гейлс не знал, но он был недалек от правильного решения вопроса, полагая, что одной из действительных субстанций питания растений является свет, проникающий в листья и способствующий осуществлению этого процесса. Гейлс пытался даже исследовать происходящий при этом обмен газов. Но поскольку химики еще не умели различать газы, входящие в состав воздуха, научное разрешение вопроса о воздушном питании растений было невозможно. Вероятно, по той же причине ценное наблюдение Шарля Бонне (1754), установившего выделение пузырьков газа растениями, погруженными в воду, на свету и прекращение этого процесса в темноте, осталось непонятым.

С именем Гейлса связана и первая попытка научного истолкования процесса корневого питания растений. Он обратил внимание на загадочное явление почвенного питания растений — на так называемую избирательную способность корней при усвоении ими из почвы минеральных веществ.

Гейлс доказывал, что раскрыть сущность процессов жизнедеятельности организмов можно только с помощью методов физических наук — измерения, взвешивания и вычислений. Заимствовав эти методы из лабораторной практики физики, Гейлс применил их к изучению жизнедеятельности растений и получил блестящие для того времени результаты. Имя Гейлса стало известно далеко за пределами Англии, его по праву называют "отцом физиологии растений", родоначальником экспериментального метода в изучении жизни растений.

После Гейлса темпы развития физиологии растений резко снизились. До 70-х годов XVIII в. можно отметить лишь несколько небольших исследований отдельных проявлений жизнедеятельности растений, которые не влекли за собой сколько-нибудь существенных изменений в этой области знаний, а иногда и означали шаг назад. В ботанике середины XVIII в. под влиянием К. Линнея утвердилось господство чисто систематизационного направления. Ученые снова и снова возвращались к ошибочной водной теории, и только М. В. Ломоносов поднял голос против этой теории. В 1763 г. в работе "О слоях земных" он выступил против водной теории в целом и в ясной форме говорил о наличии воздушного питания растений, осуществляемого при помощи листьев, которые усваивают из воздуха "тонкую земляную пыль". Мысль о роли воздушной среды как источника питания растений Ломоносов высказал еще в 1753 г. в трактате "Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих". Однако она осталась незамеченной современниками и очень скоро была забыта.

Почти в те же годы другой русский ученый, один из основоположников отечественной агрономии, А. Т. Болотов (1770, 1784), наметил основные принципы минеральной теории питания растений и подверг критике водную теорию. Ясно осознавая первостепенное значение почвенного питания растений, Болотов разработал приемы внесения удобрений в почву. При этом он, правда, был склонен золу и навоз считать равноценными по эффективности.

Правильное понимание роли минерального питания растений отличало также работы известного французского химика А. Лавуазье (1777). Он выступал против водной теории. Научно-экспериментальное доказательство правильности представлений о большой значимости минерального питания в жизни растений и выявление его закономерностей было осуществлено лишь спустя более четверти века женеvским естествоиспытателем Н. Т. Соссюром (1804).

Со второй половины XVIII в. начала развиваться гумусовая теория питания растений. Странники этой теории считали, что основное значение для роста растений имеет почвенный перегной (гумус), а минеральные вещества почвы только косвенно влияют на интенсивность усвоения гумуса.

Значительно успешнее в 70-х годах XVIII в. шло формирование представлений о воздушном питании растений. Во многом этот успех был обусловлен быстрым развитием в 50—70-е годы "пневматической" химии, как тогда называли химию газов. Совершенствование методов исследований позволило открыть углекислый газ (Блэк, 1754), водород (Кавендиш, 1766), кислород (Шееле, 1773; Пристли, 1774), дать правильное объяснение явлениям горения, окисления и дыхания, а также вскрыть несостоятельность представлений о флогистоне.

Первые экспериментаторы, исследовавшие значение воздуха и солнечного света в жизни растений,— англичанин Д. Пристли, голландский врач Я. Ингенхауз и женеvский ботаник Ж. Сенебье — в своей деятельности были тесно связаны с химией.

Замечательные работы Пристли "Опыты и наблюдения над разного рода воздухом" (1772, 1780); Ингенхауза "Опыты с растениями" (1779) и Сенебье "Физико-химические мемуары о влиянии солнечного света на изменение тел трех царств природы и особенно царства растений" (1782) знаменовали собой не только экспериментальное подтверждение наличия у растений процесса воздушного питания, но и начало его всестороннего изучения. Опыты Пристли, начатые им в 1771 г., указывали на определенную зависимость между

растением и воздушной средой при солнечном освещении. Однако сами по себе, без объяснения причин этого явления, они не могли привести к разработке нового учения. Они лишь дали толчок для продолжения работ в этом направлении. Зависимость поглощения растением углекислого газа и выделения кислорода от солнечного освещения для Пристли стала ясной лишь в 1781 г. после того, как Ишенхауз в 1779 г. вскрыл основное условие фотосинтеза — наличие света и зеленой окраски растений. А в 1782 г. последовало открытие Сенебье — участие в этом процессе углекислоты воздуха, что выдвинуло на очередь дня вопрос о воздушном углеродном питании растений. Таким образом, исследования Пристли, Ингенхауза и Сенебье дополняли друг друга, так как касались разных сторон фотосинтеза, без изучения совокупности которых невозможно было раскрытие его сущности. Положение о фотосинтезе как процессе воздушного питания растений под воздействием солнечных лучей, выдвинутое вскоре после выхода в свет работ Пристли, Ингенхауза и Сенебье, стало темой обсуждения широких научных кругов. Большинство английских ученых безоговорочно приняло это положение и даже склонно было считать воздух чуть ли не единственным источником питания растений. Напротив, Лавуазье, который в последние годы своей жизни заинтересовался этим вопросом, предлагал рассматривать воздушное питание растений в комплексе с минеральным. Тем не менее некоторые ученые выступили против идеи воздушного питания растений вообще и, в частности, против опытов Сенебье по усвоению листьями растений углекислоты воздуха.

Развитие учения о поле и физиологии размножения растений

Отдельные разрозненные сведения о наличии пола у некоторых растений имелись еще в глубокой древности; этими знаниями тогда пользовались при искусственном опылении финиковых пальм. Однако вплоть до второй половины XVII в. вопрос о поле у растений представлялся неясным.

Развитие ботаники и, в частности, анатомии растений создало предпосылки для зарождения физиологии растений. Ее формирование стимулировалось потребностями сельского хозяйства, нуждавшегося в выяснении условий, позволяющих успешно выращивать хороший урожай. Не случайно уже первые фитофизиологические исследования касались преимущественно проблем питания растений. Важную роль в возникновении физиологии сыграло распространение в XVII в. экспериментального метода и, в частности, использование методов химии и физики для объяснения различных явлений в жизни растений.

В конце XVI в. вышел труд чешского ботаника Адама Залузянского "Метод гербария". Залузянский высказал мысль, что среди растений имеются "андрогинные" (т. е. гермафродитные) и раздельнополые (двудомные) виды. Он предупреждал против возможного смешения половых отличий и видовых признаков.

В XVII в. Грю описал тычинки, пыльцевые зерна, пестики, семяпочки, семена растений и высказал мнение, что тычинки и пестики имеют отношение к зарождению семян. Аналогичные мысли высказал и Дж. Рей, хотя Ревэ, как и Грю, многое в этой области оставалось неясным. В это же время Малышги трактует тычинки (и лепестки) как органы, служащие для выделения из растений "избыточной жидкости" и "очищения" сока, идущего на построение семян.

Первые попытки доказать экспериментально наличие пола у растений относятся к 1678 г., когда смотритель Оксфордского ботанического сада Я. Бобарт показал на двудомном гвоздичном растении *Lychnis* необходимость пыльцы, производимой мужскими цветками, для образования семян в женских цветках.

Ясные и полные экспериментальные доказательства наличия пола у растений были приведены немецким ученым Р. Камерариусом. Он проделал ряд опытов над двудомными и однодомными растениями (пролеской, кукурузой, шпинатом, коноплей и др.) и пришел к выводу о наличии половой дифференциации у растений. "Так же как пыльники растений являются местом образования мужского семени, так завязь со своим рыльцем и столбиком

соответствует женским половым органам.",— писал Камерариус. "Если,— говорилось далее,— отсутствуют пыльники мужского цветка или столбик женского, то зародыш не образуется". Камерариус говорил о распространенности гермафродитизма в мире растений, допускал возможность оплодотворения растений одного вида пыльцой другого вида и т. д. Размножение тайнобрачных растений изучали в XVIII в. Михели, Шмидель, Гедвиг и др. Михели обнаружил споры у шляпных грибов и понял их значение для размножения. Но основное в этой области было выяснено только в XIX в.

Несомненное значение для разработки вопроса о поле растения имели труды Линнея. Помимо того, что представление о наличии пола у растений отображено в предложенной Линнеем системе растительного мира, он сам провел много наблюдений над опылением растений и поставил опыты с 11 видами для выяснения процессов оплодотворения. В 1760 г. за сочинение "Розыскание о различном поле произрастений" он был удостоен премии Петербургской Академии наук.

С изучением пола и размножения растений тесно связаны исследования по гибридизации, давшие обширный материал не только для понимания процессов опыления и оплодотворения, но и для суждения об изменчивости видов. Особенно значительные успехи в этой области связаны с именем И. Кельрейтера, работавшего в Германии и в России. Хотя сущность полового размножения, его "механизмы" во многом оставались Кельрейтеру неясными, он не сомневался в истинности представления о "зарождении посредством двоякого рода семян" и о существовании пола у растений. Он убедился в этом прежде всего благодаря опытам по искусственной гибридизации. Он работал с 50 видами растений, относящихся, в частности, к родам *Nicotiana*, *Dianthus*, *Verbascum*, и получил множество гибридов — "растительных мулов". Гибриды оказывались по своей форме промежуточными между обоими родительскими видами. Реципрокные скрещивания давали сходные результаты. Все это укрепило Кельрейтера в мысли о необходимости для формирования нового поколения как мужского, так и женского "семени". Что касается самой сущности процессов оплодотворения у растений, то она была раскрыта только в первой трети XIX в. В XVIII в. был распространен взгляд, что из семени (или пыльцы) исходит некое "оплодотворяющее испарение"; Линней полагал, что на рыльце смешиваются мужская и женская "семенные жидкости".

В работах Кельрейтера содержались описания некоторых явлений, важных для понимания наследственности. Так, он констатировал особую мощь первого поколения гибридов, прибегал к тому типу скрещивания, который теперь называется анализирующим; заметил явления расщепления в потомстве гибридов и т. д. Кельрейтер (а до него Ф. Миллер и Добс) описал роль насекомых как опылителей, но он считал основной формой опыления самоопыление и не понимал роли перекрестного опыления.

Велико значение исследований немецкого ботаника К. Х. Шпренгеля. Его работы остались незамеченными современниками, и лишь Дарвин по достоинству оценил их. Труд Шпренгеля "Раскрытая тайна природы в строении и оплодотворении цветов" (1793) был одним из серьезнейших биологических произведений того времени, основные его положения сохранили свое значение до наших дней. Путем наблюдений в природе над 461 видом растений Шпренгель доказал, что различные особенности строения и окраски цветков являются приспособлениями, обеспечивающими опыление растений насекомыми, переносящими пыльцу. Одним из крупнейших открытий Шпренгеля было обнаружение диохгамии. Он показал, что у ряда растений пестики и тычинки созревают не одновременно это препятствует их самоопылению (явление замеченное, но не понятое Кельрейтером). Таким образом, Шпренгель обнаружил одно из самых замечательных приспособлений в растительном мире. Однако, несмотря на наличие указанных работ, в представлениях о поле растений в XVIII в. и даже в первой трети XIX в. не было единодушия.

Следует подчеркнуть то обстоятельство, что в защите и развитии правильных представлений о поле у растений значительную роль сыграли труды русских ученых — А. Т. Болотова, В. Ф. Зуева, И. М. Комова, Н. М. Максимовича-Амбодика, В. А. Левшина и др.

Особенно большое значение имели работы А. Т. Болотова, который не только правильно оценил и описал сущность половых различий у растений и роль перекрестного опыления, но также подметил явление дихогамии (у яблони) и даже подошел к пониманию биологического значения перекрестного опыления для повышения биологической мощности потомства. Несколько позже (в 1799 г.) то же самое отметил и английский ученый Т. Найт, писавший о "стимулирующем эффекте скрещивания".

Развитие зоологических исследований

В отличие от ботаники развитие описательной и систематизирующей зоологии шло в рассматриваемый период несколько иными путями. "Первичная инвентаризация" многочисленных видов животных проводилась в большем масштабе. Однако работа по классификации животных, созданию рациональных систем животного мира велась значительно слабее. Огромная область низших беспозвоночных животных была мало затронута исследованием. Положение в зоологии изменилось коренным образом только в конце XVIII — начале XIX в.

Описание и попытки классификации животных в XVI – XVII веках

Интенсивная работа по составлению сводок энциклопедического характера, содержащих описание животных, началась в XVI в. Типичным образцом зоологических исследований XVI в. можно считать работы швейцарского натуралиста Конрада Геснера.

Геснер — автор энциклопедической пятитомной "Истории животных", содержавшей описание всех известных тогда зоологических форм. Первый том был посвящен млекопитающим, второй — яйценесущим четвероногим, третий — птицам, четвертый — водным животным, главным образом рыбам, и пятый (вышедший после смерти Геснера) носил сборный характер. Материал был расположен в алфавитном порядке (что вообще характерно для зоологических работ этого периода). Описание каждого вида следовало определенным правилам. Сначала приводилось название животного, затем сообщались сведения о его географическом распространении, строении тела и жизнедеятельности, его отношении к среде; описывались инстинкты, нравы и т. д., значение для человека и, наконец, сообщались сведения о данной форме, имеющиеся в литературе.

У Геснера не было ясных представлений о виде, не было четкой номенклатуры и терминологии. В некоторых случаях он сближал формы, действительно близкие, в других случаях группировал их произвольно.

В труде Геснера имеются элементы самостоятельного исследования, но главная ценность этого труда в том, что он является весьма обширной популярной зоологической "сводкой". Подобных сочинений в XVI в. вышло несколько. Так, французский врач и зоолог Г. Ронделе выпустил интересный труд, посвященный описанию рыб (1554), его соотечественник П. Белон изучил и описал птиц (1555), труды итальянца У. Альдрованди были посвящены описанию птиц и рыб (1599—1603), лондонский врач Т. Моуфет, используя данные Геснера и Т. Пенна, выпустил труд о насекомых.

Более глубоким представляется труд английского врача и натуралиста Э. Уоттона "О различиях животных" (1552). Он дал описание большого количества, как высших, так и низших животных, придерживаясь при этом в основном принципов аристотелевской классификации. В его описаниях встречаются и естественная группировка животных, и весьма искусственное их объединение.

Среди работ XVII в., посвященных классификации животных и особенно позвоночных, выделяются исследования Дж. Рей. Как и Уоттон, он исходил из аристотелевского деления животных на кровеносных и бескровных. Кровеносных животных (позвоночных) Рей делил на легочнодышащих и жаберкодышащих. Среди легочнодышащих он различал живородящих и яйцекладущих. При выделении более частных подразделений Рей учитывал и другие особенности в строении животных. Так, легочнодышащих и яйцекладущих с одним желудочком сердца Рей выделил в отдельную группу. Он принимал

во внимание строение и других органов, например челюстей. Что касается беспозвоночных животных, то Рей делил их на мягкотелых, ракообразных, черепнокожих и насекомых. Первые три группы он объединял в категории *Majoga* (крупные), насекомых же отнес к *Minoga* (мелкие). Классифицируя насекомых, Рей учитывал особенности их строения и метаморфоза.

Сводки, посвященные рыбам, птицам, моллюскам и различным морским беспозвоночным, выпустил также немецкий натуралист Я. Клейн. В них делались попытки разработать принципы искусственной классификации животных.

В целом с выработкой принципов систематики в зоологии дело обстояло значительно хуже, чем в ботанике. Особенно неясными были подразделения в пределах крупных систематических групп; здесь царил большой произвол: не было четких критериев для систематизации, весьма неопределенным было употребление понятия "род". Рей, например, в это понятие вкладывал в разных случаях самое различное содержание. Зачастую в пределах рода отдельные виды четко не выделялись. Например, многочисленные виды летучих мышей фигурировали просто под термином "летучая мышь".

Ботаники, обслуживая потребности медицины, сельского хозяйства или производства, должны были уметь весьма точно отличать виды, ибо разные виды одного рода часто имели весьма различные технологические или лечебные свойства. Зоологический же материал в большинстве случаев не требовал столь тонкой дифференцировки.

Зоологические исследования в XVIII веке

Значительным шагом вперед явилась система животных К. Линнея. Свою первую классификацию животных он предложил в 1735 г. в "Системе природы". В последующем в большинстве зоологических классификаций вплоть до начала XIX в. принималась система, изложенная в десятом издании этого труда (1758 г.). Заслугой Линнея было введение четких четырехчленных таксономических подразделений (класс — отряд — род — вид). В пределах вида он выделял также разновидности "вариации".

Линней ясно показал ступенчатое многообразие органических форм — субординацию систематических категорий. Он делил животных на шесть классов: млекопитающие, птицы, амфибии, рыбы, насекомые, черви; человека Линней поместил во главе отряда приматов, к которому отнес также человекообразных обезьян. Линнеевская классификация беспозвоночных была весьма несовершенна. Искусственными и недифференцированными оказались классы червей и насекомых. В класс насекомых Линней включил многоножек, ракообразных и паукообразных, а в класс червей — моллюсков, "раковинных", "зоофитов" и др. Часто очень искусственными были и выделенные Линнеем отряды. На основании какого-нибудь одного, произвольно выбранного признака, он объединял в отряд весьма далекие друг от друга формы. Так, по строению клюва в один отряд попали страус, казуар, павлин, курица и другие; слон, морж, ленивец, муравьед и ящер были объединены по признаку строения зубной системы. Классификация Линнея мало дифференцирована. Так, род *Lacerta* включал крокодила, ящерицу, саламандру, хамелеона и др.

Линней изучил, описал и систематизировал свыше 4000 зоологических видов. Его характеристики многих из них отличались большой меткостью и точностью. Система Линнея явилась венцом искусственных систем и была широко принята. Большинство ученых XVIII в. придерживалось направления, которое придал зоологическим исследованиям Линней.

Часть исследователей, однако, основное внимание уделяла не систематизации зоологических материалов, а изучению и описанию разных сторон жизни животных. Наиболее характерны в этом отношении были труды Ж. Бюффона. Ему принадлежит одно из наиболее известных произведений того времени, "Естественная история", 36 томов которой вышли в 1749—1788 гг. (в соавторстве с Л. Добантоном и др.), а 37—44-й тома были завершены в 1805 г. Б. Ласепедом. В этом сочинении содержалось много замечательных очерков о жизни животных, их распространении, жизнедеятельности, связи со средой и т. д.

Работы Бюффона заложили основы зоогеографии; в них отчетливо выступают элементы трансформистских воззрений (см. главу 9).

Строение и жизнедеятельность насекомых ярко отражены в шеститомном труде "Мемуары по истории насекомых" (1734—1742) французского естествоиспытателя Рене Реомюра. Особенно подробны его описания инстинктов насекомых.

Регенерацию червей, партеногенетическое размножение тлей, метаморфоз многих насекомых изучал швейцарский натуралист Г.Я. Бонне. Очень популярны были экспериментальные исследования швейцарца А. Трамбле, посвященные питанию, размножению и регенерации гидры, и исследования итальянца Л. Спалланцани, посвященные регенерации и оплодотворению у низших позвоночных.

В эту эпоху было издано много зоологических сочинений монографического характера, посвященных отдельным классам животного мира. В них содержался большой систематический материал, а в некоторых приводились сведения о жизни животных. Сюда относятся труды датского энтомолога И. Фабрициуса и французских естествоиспытателей Ж. Брюгьера по беспозвоночным, особенно моллюскам, Б. Ласепада, автора обширных сводок по естественной истории рыб, амфибий и рептилий, М. Бриссона, выпустившего шеститомное сочинение по орнитологии (1760), и т. д.

В XVIII в. получили дальнейшее развитие микроскопические исследования простейших.

В целом нужно отметить, что в конце XVIII в. было изучено около 18—20 тыс. видов животных и было сделано много важных наблюдений и открытий в области зоологии.

Многочисленные путешествия, предпринятые в XVII—XVIII вв., сильно расширили сведения зоогеографического характера. Большой новый фаунистический и зоогеографический материал был собран, в частности, благодаря исследованиям русских натуралистов С. П. Крашенинникова, Г. В. Стеллера, П. С. Далласа, В. Ф. Зуева, И. И. Лепехина, И. Гильденштедта, Н. Я. Озерцовского и др.

Изучение ископаемых организмов

Ископаемые организмы были известны с древнейших времен. В XVI—XVII вв. сведения о них сильно расширились. Французский натуралист-любитель Бернар Палисси, который собирал и описывал ископаемые остатки животных, в 1575 г. демонстрировал свою коллекцию в Париже.

Большое внимание описанию ископаемых остатков животных и растительных организмов уделял немецкий ученый XVI в. Георг Бауэр (Агрикола), получивший всемирную известность благодаря своим работам по геологии, минералогии и горному делу.

Описания ископаемых моллюсков, плеченогих, иглокожих, рыб приводятся в сочинениях Николауса Стено, Колумна и других авторов XVII в. Еще больше данных об ископаемых организмах было собрано в XVIII в. Джон Хантер располагал в своем музее большой коллекцией различных окаменелостей. Швейцарец Н. Ланге в 1708 г. выпустил сочинение "История ископаемых", содержащее 163 таблицы хороших рисунков остатков ископаемых животных. Один из представителей известной семьи французских натуралистов — А. Жюссье в 1718 г. описал многочисленные отпечатки ископаемых растений, обнаруженных им во Франции в районе разработок угля. К концу XVIII в. выходит несколько обзорных сочинений, часто снабженных хорошими и точными иллюстрациями.

В ранних работах об остатках вымерших организмов еще не было понимания того, что ископаемые формы являются звеньями в цепи развития живых существ, что они генетически связаны с современными животными к растениями. В XV—XVII и даже в XVIII вв. имели хождение нелепые представления о том, будто ископаемые — это вообще не остатки организмов, а "своеобразные камни" (*lapides sui generis*), "игра природы" (*lusus naturae*). Считалось, что они возникли под влиянием различных мистических сил, которым давали всевозможные названия вроде: "осеменяющий воздух", "созидающий воздух" (*aiga seminalis*) и т. п. Полагали также, что "осеменяющее начало", происходящее от тех или иных

животных, действуя на камни, может придать им форму, характерную для этих животных. Такого взгляда держался, например, упомянутый выше Ланге.

Однако были ученые, которые высказывали совершенно правильные взгляды на природу ископаемых форм. К их числу принадлежали Леонардо да Винчи, Фракасторо, Палисси, Агрикола, а позже Гук, Хантер, Рей, А. Жюссье, Бюффон, Ломоносов, Адансон и др. Бюффон, например, в середине XVIII в. писал, что ископаемые являются остатками некогда живших форм. Многие из них, по его мнению, вымерли, другие изменились. Научные взгляды на природу ископаемых защищал в середине XVIII в. М. В. Ломоносов. В трактате "О слоях земных" (1763) он доказывал, что "видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великие происходили в нем перемены".

Характерно, что большинство ученых, находясь в плену метафизических представлений и библейских догм, не могло допустить, что ископаемые являются остатками организмов, принадлежавших к каким-то другим видам, отличным от тех, которые населяют земную поверхность в настоящее время. Они серьезно верили, что ископаемые остатки — это остатки организмов современных видов, погибших в большом количестве во время каких-то катастроф или библейского всемирного потопы. Метафизике была чужда идея о том, что органический мир некогда мог быть иным, что в течение длительного времени одни виды вымирали, а другие изменялись. В случаях, когда при раскопках обнаруживали остатки организмов, совершенно непохожих на современные, утверждали, что они принадлежат каким-то ныне живущим, но еще не обнаруженным видам, обитающим в других странах, и т. п. Именно так объяснял А. Жюссье нахождение во Франции ископаемых остатков растений, свойственных тропическому поясу. Он полагал, что эти растения в результате какой-то катастрофы были вырваны из почвы в местах их произрастания и переброшены во Францию.

Ссылки на "мировые катастрофы", время от времени разыгрывавшиеся на поверхности Земли, были очень характерны для естествознания рассматриваемого периода. Учение о катастрофах вполне соответствовало библейскому преданию о всемирном потопе. Так, в 1681 г. Бэрнет выпустил в Лондоне "Священную историю Земли", в которой факты геологии и палеонтологии трактовались в полном соответствии с Библией. Другой английский натуралист — Уистон в 1708 г. даже вычислил, что "всемирный потоп" произошел 18 ноября 2349 г. до н. э. и был вызван влиянием какой-то кометы.

Одновременно в XVIII в. в истолковании геологических явлений пробивает себе дорогу иной взгляд. Его отстаивают Ломоносов, Н. Демаре, Б. де Майе, Дж. Геттон и др. Согласно их воззрениям, изменение земной поверхности происходило медленно и постепенно под влиянием тех же сил (действие воды, атмосферных агентов и т. д.), которые продолжают изменять ее и ныне. Эту точку зрения защищал в самом начале XIX в. Ламарк в своем сочинении "Гидрогеология" (1804). Она ярко прозвучала в работе И. А. Двигубского "Слово о нынешнем состоянии земной поверхности" (1806), в которой автор следовал за Ломоносовым. Ее высказывали и некоторые другие ученые конца XVIII — начала XIX в. Однако ни в XVIII, ни в начале XIX в. она не получила широкого признания. Она вошла в науку лишь к середине XIX в. благодаря ее обоснованию и развитию в трудах К. Гоффа, П. Скропа и особенно Чарльза Лайелла.

Указанное направление в трактовке геологических явлений приобретало особое значение в связи с тем, что оно создавало предпосылки для победы эволюционного учения.

Развитие исследований по анатомии, физиологии, сравнительной анатомии и эмбриологии животных

Освоение нового обширного зоологического материала требовало углубления знаний о строении животных. Наряду с накоплением анатомических сведений гало изучение функций отдельных органов. Началось формирование физиологии. Стимулом для развития этих исследований являлись главным образом запросы практической медицины.

Анатомия животных и человека в XVI – XVII веках

Многие исследования в области анатомии животных и человека принадлежали Леонардо да Винчи. Он вскрывал трупы, делал вивисекции, создавал замечательные анатомические рисунки, которые заставляют удивляться точности ученого и искусству гениального художника. Качество анатомического рисунка играло в эту эпоху огромную роль. Нужно было уметь увидеть и показать природу такой, какая она есть. Изучая строение животных и человека, Леонардо да Винчи обращал внимание на динамическую анатомию, рассматривая органы в их движении, в их жизнедеятельности. Он приблизился к пониманию процесса кровообращения, описывал щитовидную железу, изучал органы чувств, нервную систему и т. д. В его трудах обнаруживаются и зачатки сравнительной анатомии. Однако работы Леонардо да Винчи, как известно, оставались неопубликованными более 400 лет и не могли оказать влияния на последующее развитие науки.

Наибольшие успехи в XVI—XVII вв. делала анатомия человека, поскольку она была связана с практической медициной. Здесь в первую очередь нужно отметить основополагающий труд "Семь книг о строении человеческого тела" (1543) великого анатома XVI в. профессора анатомии в Падуе Андреаса Везалия. В то время вскрытие трупов было запрещено. Анатомические знания черпались лишь из книг Аристотеля и Галена, несогласие с которыми расценивалось как ересь. Везалий сломал эту традицию. Он вскрывал трупы, разрабатывал методы препарирования, делал зарисовки, пересматривал анатомическую терминологию, смело выступал против догматических взглядов. В его труде "Семь книг о строении человеческого тела" были блестяще разработаны топографическая и описательная анатомия человека. В нем были детально описаны скелет, связки и мышцы, сосуды, нервы, органы пищеварения и мочеполовая система, сердце, мозг и органы чувств. Труд Везалия богато иллюстрирован. В общих рассуждениях Везалия еще много отголосков старого. Так, он трактовал дыхание как "охлаждение крови", разделял телеологические взгляды Галена и т. д. Вместе с тем Везалий установил, что правый и левый желудочки сердца не сообщаются между собой, как думал Гален. Это открытие явилось предпосылкой для работ Гарвея. Правда, Везалий ошибочно полагал, что кровь как-то просачивается из одного желудочка в другой.

Отказ от следования за авторитетами, самостоятельное непосредственное изучение органов человека вызвало преследования Везалия со стороны церковников.

Можно назвать и других крупных анатомов XVI—XVII вв., которые впервые изучили строение важнейших органов. Так, Г. Фаллопию принадлежат исследования черепа, органа слуха, женских половых органов; В. Евстахию — зубной системы, органа слуха, почек; Д. Фабрицию — органов пищеварения; Н. Стено — мышечной системы; Ф. Глиссону — строения и функции печени; Томасу Виллису — основополагающие для XVII в. работы по анатомии центральной нервной системы; Г. Азелли, Ж. Пекэ, Т. Бартолин и другие изучали лимфатическую систему, млечные сосуды и т. д.

С именами двух выдающихся ученых XVI в. — сожженного инквизицией М. Сервета и Р. Коломбо — связано описание малого круга кровообращения. Но до XVII в. вопрос о движении крови в человеческом теле оставался неясным; общепризнанными были воззрения Галена. Некоторые правильные наблюдения и высказывания Чезальпино и других не привели к пониманию процесса кровообращения. Понять его сумел лишь знаменитый английский ученый Вильям Гарвей.

Вильям Гарвей и становление физиологии

В 1628 г. Гарвей выпустил труд "Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных". В нем были приведены доказательства наличия кровообращения, даны описания его большого и малого кругов. Гарвей установил, что сердце подобно мышце и является активным началом и центром кровообращения, движущим кровь по сосудам, рассчитал количество крови, протекающей через сердце, и пришел к выводу, что кровь не может создаваться непрерывно из пищи, как полагали, и поэтому в теле должна происходить циркуляция крови. Ставя опыты с перерезкой и зажимом сосудов, Гарвей выяснил вопрос о

направлении движения крови, о значении клапанов и т. д. Таким образом, Гарвей открыл кровообращение. Согласно старым воззрениям, кровь двигалась сама собой, сердце расширялось пассивно; считалось, что существуют два центра кровообращения (в печени и в сердце) и что между правой и левой половинами сердца имеются небольшие поры, через которые проходит кровь. Работы Гарвея показали ошибочность этих воззрений. Однако Гарвею остались неизвестны капилляры. Он полагал, что переход крови из артерий в вены происходит в полостях; неясным представлялся Гарвею также вопрос о том, каким образом пища переходит в кровь.

Везалий в области анатомии, а Гарвей в области физиологии обосновывали новый подход к познанию природы, основой которого были наблюдение и эксперимент. Благодаря этому работы Гарвея оказали большое воздействие не только на физиологию, но и на естествознание в целом. Под впечатлением открытия Гарвея Декарт выдвигает идею о том, что процессы в нервной системе (центром которой является мозги от которого радиусами расходятся нервные "трубки") совершаются автоматически и не нуждаются в участии души. Внешние воздействия на окончания нервных "нитей" автоматически отражаются от мозга к мышцам. Тем самым было выдвинуто представление о рефлексе как общем принципе нервной деятельности и ее детерминированности внешними стимулами. Декарт распространил принцип автоматизма рефлекторной реакции на все "непроизвольные" акты. Это представление веками служило компасом для нервно-мышечной физиологии.

Во второй половине XVII в., отправляясь от представления о мозге как машине, напоминающей систему оптических зеркал, и проанализировав большой клинический материал, Томас Виллис предпринял попытку разграничить различные уровни нервно-мышечных реакций — от прямых контактов между раздражением и ответным движением до сложных, опосредованных мозгом. Важное значение имели работы по изучению раздражимости Глиссона (введшего понятие о раздражимости) и Сваммердама.

Проверив экспериментально мнение Декарта об увеличении объема мышцы при ее сокращении, Глиссон опроверг его, выдвинув положение о том, что "мышечные волокна сокращаются благодаря внутреннему жизненному движению". Этот взгляд впоследствии воспринял Галлер, развивший учение о раздражимости.

Из других физиологических исследований XVII в. следует отметить замечательные работы ученика Галилея — итальянца Джованни Борелли. Если работы Гарвея заложили фундамент физиологии кровообращения, то работы Борелли — физиологии движения. В труде Борелли "О движениях животных" (1680—1681) описываются механизмы хождения, бегания, плавания, прыганья, полета, дыхательных движений и т. д.

Слово "механизмы" должно быть понято не как образное выражение, а в буквальном смысле. Вся работа Борелли посвящена приложению принципов механики к объяснению разных форм движения животных и человека.

Свести сложные законы жизнедеятельности к простым законам механики считалось в XVII в. важнейшей задачей. Характерны в этом отношении слова знаменитого немецкого медика Ф. Гофмана, который говорил, что наше тело подобно машине, составленной из органов различной формы и величины и приводимой в движение жидкими частями нашего тела. Это направление получило название ятромеханики. Его главными представителями были итальянцы Беллини, Баливи, шотландец Питкэрн, знаменитый лейденский медик Герман Бургаве. К ятромеханикам следует отнести и автора "Статической медицины" итальянца Санторио, который старался приложить физические методы исследования к изучению обмена веществ и дыхания. Интересно, что для изучения обмена веществ у человека Санторио создал экспериментальную камеру, в которой учитывался вес человека, а также вес его пищи и выделений. Характерную попытку свести секреторную работу всех желез к простым процессам фильтрации сделал итальянец Мичелотти.

Наряду с "ятромеханическим" направлением в физиологии развивалось и "ятрохимическое", сторонники которого стремились истолковать жизненные явления на основе химических представлений той эпохи. Зачатки этого направления содержатся в

произведениях швейцарского врача Парацельса (XVI в.). К этому направлению относятся труды французского врача Сильвия, пытавшегося в XVII в. создать химические представления о процессах пищеварения. Сильвий рассматривал жизнедеятельность как ряд реакций, определявшихся соотношением кислот и щелочей и стимулированных особыми веществами — "ферментами" (разумеется слово ферменты употреблялось не в современном понимании). Примерно в то же время английский врач Майов пытался истолковать процессы дыхания по аналогии с процессами горения.

Анатомические и анатомо-физиологические работы были посвящены главным образом органам человека и высшим животным. Изобретение и совершенствование микроскопа в XVII в. вызвало к жизни микроскопическую анатомию, расширило возможности изучения беспозвоночных и привело к познанию нового мира организмов — одноклеточных.

Микроскопическая анатомия и изучение простейших

Успехи в этой области связаны с деятельностью двух крупнейших натуралистов XVII в. — итальянца Марчелло Мальпиги и нидерландца Антони Левенгука. Помимо упомянутых выше ботанических работ Мальпиги принадлежат исследования по микроскопической анатомии высших животных. Он обнаружил капилляры. Это открытие имело крупнейшее значение, так как дополняло учение Гарвея о кровообращении, показывая действительную связь артериальной и венозной систем. Мальпиги описал микроскопическое строение легких, печени, почек, селезенки и т. д., применив метод инъекции кровеносных сосудов. Он исследовал также микроскопическую анатомию беспозвоночных животных, их развитие и открыл у насекомых особые образования, выполняющие выделительную функцию, названные впоследствии "мальпигиевыми сосудами".

Голландский микроскопист и один из конструкторов микроскопа Антони Левенгук обнаружил форменные элементы крови — красные кровяные тельца, углубил исследование капилляров, изучал микроскопическую анатомию глаза, нервов, зубов. Ему принадлежит открытие в 1677 г. сперматозоидов. Левенгук указывал, что на сперматозоиды обратил его внимание студент-медик Иоганн Гам, наблюдавший их в изверженном семени мужчины. Левенгук приблизился к оценке сперматозоидов, как мужских оплодотворяющих элементов, однако для большинства ученых их значение еще долгое время оставалось непонятным. Он изучал также процесс оплодотворения у лягушек.

Исследования Левенгука положили начало изучению простейших. Он открыл инфузорий, саркодовых, бактерий. Все эти формы он объединил под общим названием "анималькули", т. е. зверьки, мелкие животные, так как не сомневался в их животной природе. Он описал не только строение многих из них, но и способы движения и даже размножения.

Микроскопические исследования сделали возможным новый подход к проблеме заразных заболеваний. Известно, что еще Авиценна в "Каноне медицины" писал о "невидимых возбудителях" чумы, оспы и других заболеваний. Крупным вкладом в науку был труд итальянского ученого-энциклопедиста Джироламо Фракасторо "О конташи, контагиозных болезнях и лечении" (1546). В нем Фракасторо отверг взгляды на "поветрия" и "миазмы" как причины заболеваний и сформулировал предположение, что болезни передаются при непосредственном контакте с больными какими-то невидимыми частицами, возникающими в больном организме.

Микроскопическая анатомия и изучение простейших

В XVII в. сотрудник Гарвея Дж. Энт высказал мысль, что инфекции вызываются мельчайшими организмами.

Левенгук в 1647 г. впервые увидел микроорганизмы, а Доббель в 1676 г. высказал предположение, что "червячки" Левенгука могут быть причиной распространения заразных болезней. Таковы были первые шаги к выработке правильной точки зрения на возбудителей

заразных болезней. Левенгук видел, что растительные и животные ткани состоят из "ячеек", но понять клеточное строение организмов он, разумеется, еще не мог.

В середине XVII в. голландский ученый Ян Сваммердам выполнил замечательные монографические описания беспозвоночных, главным образом насекомых. Его труд "Библия природы" был выпущен в 1737—1738 гг. лишь 50 лет спустя после смерти автора. Сваммердам владел в совершенстве техникой вскрытия мелких животных. Это позволило ему глубоко изучить строение насекомых, их развитие и метаморфоз. Особенно тонко и тщательно он изучил микроскопическую анатомию пчелы. По характеру метаморфоза Сваммердам предлагал разделить насекомых на несколько групп.

Многими важными открытиями биологическая наука обязана исследованиям современника Сваммердама голландского ученого Ренье де Граафа. Он установил, что женская половая железа млекопитающих, подобно яичнику птиц, продуцирует яйца (в отношении млекопитающих это не было известно). Хотя Грааф ошибся, приняв пузырьки в яичнике — фолликулы — за яйца млекопитающих, его главная мысль была правильной и способствовала развитию научных представлений об оплодотворении.

Микроскопические исследования в XVIII в. значительно расширили знания о простейших. К таким исследованиям нужно отнести труды немецкого натуралиста-любителя М. Ледермюллера (ему принадлежит термин "инфузории"), энтомолога и микроскописта Реселя фон Розенгофа — блестящего рисовальщика, оставившего замечательные рисунки многих изученных форм, и особенно датского ученого О. Мюллера, который описал до 200 видов простейших. В итоге к концу XVIII в. был накоплен значительный материал о строении и жизни простейших.

Микроскопическая анатомия и изучение простейших

Большой интерес представляет диссертация русского ученого Мартына Тереховского "О наливочном хаосе Линнея" (1775). Эта работа интересна не только тем, что в ней описывались малоизученные простейшие организмы, которым Линней дал характерное название "хаоса", но и тем, что на основе оригинальных экспериментов Тереховский доказывал в ней ошибочность господствовавшего тогда учения Нидхэма, Бюффона и многих других авторов о самопроизвольном зарождении. Изданная на латинском языке в Страсбурге, она получила широкую известность.

Значительно продвинулись в XVIII в. исследования по макро- и микроскопической анатомии животных.

Среди работ по микроскопической анатомии следует назвать гистологический труд А. М. Птумлянского "О строении почек" (1782). Еще в 1666 г. Мальпиги открыл в почке множество извитых трубок, между которыми имелись прозрачные сферические тела, прикрепленные к кровяным сосудам, как "яблоки к веткам дерева". Эти тела Мальпиги назвал "железами" и считал, что моча в них образуется из крови, притекающей к ним по артериям, и стекает затем по канальцам в лоханку. Мальпиги, таким образом, дал первое описание почечных клубочков ("мальпигиевых телец") и развил первые представления о процессе мочеобразования. Шумлянский показал, что мальпигиевы тельца это не железы, в которых свободно изливается кровь, а клубочки капилляров, окруженные кольцевидными границами. Шумлянский уточнил связь между мальпигиевыми тельцами и мочевыводящими трубками. Применяв инъекцию сосудов, Шумлянский детально выяснил структуру почки и определил отношения основных ее элементов. Шумлянский описал капсулы и извитые канальцы, сосудистые клубочки ("клубочки Шумлянского"). Работа Шумлянского получила известность среди европейских ученых. Английский анатом и физиолог В. Боумен в своей классической работе о строении и функциях почек (1842) отметил заслуги Шумлянского в изучении этого органа.

Физиология в XVIII веке

Продолжается в XVIII в. и изучение физиологии. Роль спинного мозга в рефлексах изучал Р. Уайтт. В трудах Рейля намечаются основы патологической физиологии. В 1757—

1766 г. выходит сочинение швейцарского ученого А. Галлера "Элементы физиологии". В нем освещались многие вопросы, касающиеся функций организма. Галлер высказал положение, что мышечное волокно способно сокращаться благодаря присущему ему особому свойству — раздражимости. Это свойство лежит в основе движения мышц, сердца, внутренних органов и выражается в том, что слабый стимул может производить действие, далеко не пропорциональное силе воздействия. Галлер изучал функции нервов, искусственно раздражая их. Он исследовал также механизмы дыхания и кровообращения, функции глаза, гортани и т. д. Галлер пытался доказать, что раздражимость и чувствительность, присущие нервным элементам, — явления различного порядка, результат действия двух различных сил.

Важный вклад в изучение нервной системы внес чешский ученый Иржи Прохаска. Он развивал рефлекторный принцип функционирования нервной системы. Задолго до опытов Ч. Белла и Ф. Мажанди он совершенно определенно различал чувствительные и двигательные нервы. "Никакое мышечное движение, — писал он в 1784 г., — не может осуществиться, если раздражитель, воздействующий на чувствительные нервы, не перейдет в результате некоторого переключения на двигательные нервы и не вызовет сокращения мышц". Переход импульса с чувствительных на двигательные нервы, писал Прохаска, осуществляется только в центральной нервной системе. Он много сделал также в изучении анатомии нервной системы.

Интересные работы по различным вопросам анатомии и физиологии выполнили русские ученые С. Г. Зыбелин, Д. С. Самойлович, Н. М. Максимович-Амбодик и др.

Становление сравнительной анатомии

Зачатки сравнительной анатомии обнаруживаются уже в трудах Аристотеля и Леонардо да Винчи. Например, Леонардо да Винчи отмечал наличие "аналогичных членов" у всех наземных животных.

В XVI в. элементы сравнительной анатомии имеются в трудах Везалия и французского зоолога П. Белона. Белон провел интересное сравнение структуры скелетов человека и птицы.

В XVII в. развитие сравнительно-анатомического метода связано главным образом с именами А. Северино, К. Перро, Э. Тисона, Т. Виллиса. Исследователи сравнивали анатомическую структуру многих низших и высших животных, обнаруживая при этом черты единства в их строении. Так, Северино ставил задачу выявить общий прототип высших и низших животных, сравнивая их строение. Виллис (употреблявший уже термин "сравнительная анатомия"), пытался сравнивать строение человека и рака. Сваммердам, писавший о "сравнительном расчленении", настаивал на том, что строение одного животного может помочь нам понять структуру другого. Тисону принадлежит труд, само заглавие которого представляет значительный интерес: "Орангутан или *Homo silvestris*, или анатомия пигмея в сравнении с анатомией обезьян и человека" (1699). Работы, подобные книге Тисона, создавали предпосылки для сопоставления строения человека с другими приматами и для построения первых научных гипотез о происхождении человека. Указанными исследованиями создавались важные отправные пункты для эволюционного учения.

Сравнительно-анатомические работы значительно углубляются в XVIII в. Разносторонний голландский ученый П. Кампер автор "Двух докладов об аналогии в строении тела человека и четвероногих" и других трудов, показал наличие глубокого сходства в строении основных систем органов человека и животных. Близкие идеи развивал английский анатом и хирург Джон Хантер. О масштабе его сравнительно-анатомических исследований можно судить хотя бы по тому, что им был создан анатомический музей, содержавший около 14 000 препаратов, большинство которых было приготовлено им самим.

Важные сравнительно-анатомические исследования принадлежат французскому ученому Ф. Вик д'Азиру. Он пришел к представлению о единстве структуры и функции органов, выполняющих те или иные жизненные отправления (питание, кровообращение, дыхание, выделение, чувствительность, раздражимость, размножение и т. п.). Вик д'Азир

изучал устройство органов, выполняющих какую-либо из этих функций у разных животных, на разных уровнях организации. Особенно большой интерес представляет сравнительно-анатомическое изучение млекопитающих.

Так, Вик д'Азир установил зависимость строения зубной системы млекопитающих от их образа жизни, особенностей питания. Интересны и проведенные Вик д'Азиром сравнительно-анатомические исследования строения конечностей. Он сравнивал строение тела человека и обезьяны. В его трудах весьма важны представления о корреляции органов (взаимной обусловленности их строения) и о связи между уровнем нервно-мозгового аппарата и разными формами психической деятельности.

Особенной высоты достигает сравнительная анатомия в самом конце XVIII в. и в первой трети XIX в. в трудах двух французских ученых — Жоффруа Сент-Илера и Кювье.

Сравнительно-анатомические работы создали новую основу для систематики животных. Раньше систематики исходили главным образом из некоторых внешних особенностей животных, теперь же становилось возможным строить систему животных на основе глубокого знания и сравнения их внутренней структуры. Это позволило Ламарку, Жоффруа Сент-Илеру, Кювье и некоторым другим ученым в начале XIX в. произвести коренную реформу систематики животных.

Эмбриология животных. Преформизм и эпигенез

В XVI—XVIII вв. известные успехи имеются и в области эмбриологии животных. В XVI в. развитие эмбриологии связано с именами ряда ученых. Леонардо да Винчи выполнил очень интересные рисунки зародышей. У. Альдрованди сделал первую после Аристотеля попытку систематически проследить за этапами развития куриного яйца и за формированием цыпленка в яйце. Для этого Альдрованди прибегает к простому методу. Он подкладывает под курицу два с лишним десятка яиц и затем через известные промежутки времени вынимает по одному яйцу для исследования.

Итальянский ученый Д. Фабриций изучал зародыши человека и самых разнообразных животных — кролика, морской свинки, мыши, собаки, кошки, овцы, свиньи, лошади, коровы и других, сравнивая зародышевое развитие разных животных между собой. В сочинениях Фабриция, как и у многих других авторов XVI—XVII вв., приводятся хорошие рисунки зародышей на разных ступенях развития.

Следует упомянуть также небольшой трактат Декарта "О формировании животного" (1648), в котором на основании собственных наблюдений над полученными с бойни зародышами животных высказаны соображения о последовательности и способе образования отдельных органов — сердца, кровеносных сосудов, позвоночника, головного мозга, органов чувств и т. д. Декарт подробно излагал в нем также свои умозрительные представления о движении частиц "семени", участвующих в формировании зародыша.

Важной вехой в истории эмбриологии была книга В. Гарвея "О зарождении животных" (1651). Он ставил в ней вопрос о новообразовании органов в процессе зародышевого развития, критиковал некоторые старые представления об эмбриогенезе (вроде утверждения, будто зародыш образуется из семени отца и материнской крови). Гарвею принадлежит афоризм; "все живое из яйца", противопоставлявший это представление допущению возможности самопроизвольного зарождения. Итальянский врач и естествоиспытатель Ф. Редий (1668) точным опытом показал, что личинки мух не зарождаются в гниющем мясе, а выводятся из отложенных на него яиц. Много данных, свидетельствующих против самопроизвольного зарождения доставили наблюдения Сваммердама.

Интересные наблюдения зародышевого развития были сделаны уже упомянутыми выше учеными Граафом, Мальпиги, Сваммердамом и др.

Нельзя, однако, переоценивать открытий в этой области, ибо еще долгое время держались достаточно наивные взгляды, тем более что и средства научного исследования в то время были весьма ограниченными. Неясным представляется сам процесс

оплодотворения. В XVII—XVIII вв. был распространен взгляд, что оплодотворение сводится к слиянию двух сортов "семени" — мужского и женского или даже к нематериальному влиянию семени на яйца ("оплодотворяющие испарения" и т. п.). Что касается сперматозоидов, то до начала XIX в. включительно их истинная роль не была понята. Сперматозоиды считались особыми живыми тельцами, подобными инфузориям, паразитирующими в семенной жидкости.

До середины XVIII в. эмбриология была в самом зачаточном состоянии. Многие важные явления оставались неясными. Это можно иллюстрировать и на примере тех взглядов, которые высказывались о питании плода. Согласно историку эмбриологии, известному современному английскому эмбриологу Дж. Нидхэму, тогда одновременно существовали следующие представления о способе питания плода: 1) менструальной кровью; 2) через рот зародыша: а) амниотической жидкостью, б) "маточным молоком"; 3) через пуповину: а) кровью (кровообращение плода и матери раздельное), б) непосредственно материнской кровью, в) менструальной кровью, г) "маточным молоком", д) амниотической жидкостью; 4) питание порами всего тела.

В XVIII в. продолжалось накопление фактического материала в области эмбриологии животных. Так, Галлер исследовал явления роста зародыша (главным образом развитие цыпленка). Спалланцани сделал интересные наблюдения над развитием лягушки. Принципиальное значение имели эмбриологические исследования К. Ф. Вольфа. Ими были впервые заложены основы эмбриологии как науки. Мы вернемся к ним несколько позже.

В связи с работами по эмбриологии нужно сказать о опоре, который в истории биологии сыграл значительную роль и отголоски которого слышны до наших дней. В рассматриваемую эпоху оформились (ранее существовавшие в зачатке) две концепции, а именно преформистская и эпигенетическая. Сторонники преформизма (один из первых преформистов нового времени — Джузеппе Ароматари, а затем Сваммердам, Левенгук, Лейбниц, Мальбранш, Бонне, Галлер, Робине и др.) полагали, что зародышевое развитие сводится к росту вполне сформированного зародыша уже предсуществующего в яйце или сперматозоидах.

Сторонники преформизма разделились на так называемых овистов (Сваммердам, Валлисниери и др.), которые полагали, что зародыш заключен в яйце, и на анималькулистов (Левенгук, Гартсекер, Либеркюн и др.), которые считали, что зародыш находится в сперматозоиде. Левенгук допускал существование "мужских" и "женских" сперматозоидов.

Одним из важнейших представителей преформизма XVIII в. был Шарль Бонне. Он писал: "Разве не очевидно, что столь изумительно и гармонично построенное целое не может составляться подобно частям часов или путем скопления бесконечного числа различных молекул; для чего насиловать наш разум подыскиванием механических решений, когда бесспорные факты сами подводят нас к теории предсуществования зачатков". Приведенные слова Бонне проливают свет на корни преформизма. При отсутствии детальных данных о развитии зародыша представить себе формирование необычайно сложного организма из "бесформенного" зачатка было невероятно трудно. Значительно более естественным было допущение, что организм в основных чертах уже предшествует в зародыше. К тому же на этот путь толкало и метафизическое мышление той эпохи. Поэтому первые исследования микроскопистов, обнаружившие огромную сложность в структуре организма даже на ранних этапах его развития, оказали известную поддержку преформистской точке зрения. Не случайно поэтому Сваммердам, Валлисниери и другие микроскописты были сторонниками преформизма. Как доказательство преформизма истолковывалось и явление партеногенеза у тлей, открытое Бонне.

Крайние преформисты, например Бонне, придерживались концепции "вложенных зародышей", смысл которых заключался в утверждении, что в яичнике зародыша уже содержатся зародыши следующего поколения, а в них зародыши последующих и т. д.

Отсюда приходили к выводу, что уже первая женщина, созданная, согласно библейскому преданию, богом, содержала в своих яичниках зачатки всего будущего человечества.

Нужно казать, что накапливавшийся в разных областях биологии фактический материал ставил перед преформистами трудные вопросы, на которые они не могли дать удовлетворительного ответа. Если предсуществующий зародыш скрыт в яйце, то как объяснить сходство ребенка с отцом, как объяснить, с этой точки зрения, сочетание признаков, наблюдающееся при гибридизации? Трудные вопросы ставили также исследования в области регенерации и тератологии. Поэтому в самой биологической науке накапливались предпосылки для возникновения иной концепции.

Противоположную точку зрения занимали эпигонетики. Эпигенетическую точку зрения в ее механистической интерпретации сформулировал в XVII в. Декарт. К эпигенетической теории были близки взгляды Гарвея, но он истолковывал эпигенез виталистически. Важнейшее значение в споре между эпигенетиками и преформистами, а главное в формировании эмбриологии как науки имела работа Каспара Фридриха Вольфа "Теория зарождения" (1759).

Для изучения развития растений и животных Вольф применял микроскоп и исследовал форму отдельных органов зародыша, время их возникновения и т. д. В результате он пришел к выводу, что органы не предсуществуют, не преформированы в зародыше, а развиваются в процессе его формирования. Толчок к развитию дает зачатие, смысл которого Вольф усматривал в том, что семя вносит в женский зачаток особое тонкое, "совершенное" питание. По мнению Вольфа, органы развиваются не одновременно, а в известной последовательности из некоей гомогенной, бесструктурной, неорганизованной субстанции (примером такой он считал исследованные им точки роста капусты и каштана). Процесс развития является эпигенезом — подлинным новообразованием. Вольф отвергал ссылку преформистов на то, что предсуществующие зародыши трудно различимы благодаря малой величине. Он справедливо упрекал преформистов в том, что с их точки зрения природа это инертное, косное, бессильное начало, не способное создавать новые тела, а только воспроизводящее нечто сотворенное изначально.

Причины зародышевого развития Вольф усматривал в действии двух сил: "существенной силы" и "силы застывания" (солидесценции). Эти силы действуют на студнеобразное исходное вещество и являются причиной развития. "Существенная сила" вызывает в исходном студнеобразном веществе определенные движения, токи жидкостей и т. д., "сила застывания" задерживает в определенных местах эти движения, вызывает отложение вещества, утолщения, создает те или иные органы. "Таким образом,— писал Вольф,— существенная сила, наряду со способностью питательного сока к затвердеванию, является достаточным основанием для всякого произрастания — как в растениях, так равно и в животных"

Эпигенетической точки зрения в XVIII в. придерживались П. Мопертюи, Джон Нидхэм, Дидро, отчасти Бюффон. Интересно, что Мопертюи сочетал учение об эпигенезе с учением о пангенезисе. Последнее сводилось к представлению о том, что в "семени" собираются особые частицы от всех органов и частей тела. В этом он видел основу явления наследственности и считал, что благодаря этому приобретаемые организмом признаки получают "отображение" в семени и передаются следующим поколениям.

В России XVIII в. эпигенетическую точку зрения кроме Вольфа защищали С. Г. Зыбелин, И. Безеке, Н. Максимович-Амбодик, А. Н. Радищев и др.

Идеи К. Вольфа в значительной мере из-за своей новизны и антиметафизической направленности не получили широкого признания в XVIII в., и решающий перелом в споре между преформизмом и эпигенезом произошел только в XIX в. после работ К. М. Бэра, сумевшего по-новому поставить и разрешить проблему новообразования в зародышевом развитии, сняв альтернативу — или преформизм, или эпигенез.

Господство метафизического мировоззрения в естествознании XVII—XVIII веков

В течение XVII—XVIII вв. в биологии был накоплен обширный фактический материал, явившийся основой важных теоретических обобщений.

В ботанике и зоологии сложились представления о "естественной связи", "сродстве", прогрессивной ступенчатой "градации" животных и растительных форм. Одновременно были разработаны основные принципы систематики, а также накоплен некоторый материал об изменчивости растительных и животных видов.

Благодаря анатомическим и физиологическим исследованиям сложились представления о строении и жизнедеятельности организмов и были установлены некоторые общие закономерности в их строении и отправлениях. Развитие сравнительного метода позволило выявить ряд черт единства в организации животных и растительных форм. Было накоплено также много фактов, свидетельствовавших о теснейшей связи организмов с окружающей средой, их приспособлении к условиям существования.

Учение К. Вольфа об эмбриональном развитии выявило несостоятельность преформистской концепции и показало, что в процессе индивидуального развития организмов происходит новообразование, а не просто развертывание предсуществующих частей зародыша. Начали накапливаться данные о закономерной смене форм жизни на протяжении прошедших геологических эпох, об изменчивости организмов под влиянием изменения условий жизни.

Развитие биологии шло в теснейшей связи с развитием других отраслей естествознания, и в первую очередь, механики, физики, химии, геологии. Накапливавшийся в биологии материал создавал необходимые предпосылки для формирования как отдельных биологических наук, так и некоторых общебиологических концепций и воззрений на природу и методы ее познания, характерных для этой эпохи.

Успехи естествознания дали также обширный материал для общефилософских выводов и построений. Борьба материализма и идеализма принимает в этот период новую форму, соответствующую новому уровню развития науки. С середины XVII в. и особенно в XVIII в. значительно усиливается взаимодействие философии и естествознания. Успехи естественных наук и разработка методов исследования природы были тесно связаны с развитием материалистической философии XVII—XVIII вв. "В течение всей новейшей истории Европы, и особенно в конце XVIII века, во Франции, где разыгралась решительная битва против всяческого средневекового хлама, против крепостничества в учреждениях и в идеях, материализм оказался единственной последовательной философией, верной всем учениям естественных наук, враждебной суевериям, ханжеству и т. п.", — писал В. И. Ленин

Господство метафизического мышления

Но как материалистическая философия, так и естествознание страдали в этот период исторически обусловленной метафизической ограниченностью. Ф. Энгельс удивительно ясно вскрыл причины господства метафизики в мышлении философов и натуралистов XVII—XVIII вв. и неизбежности ее преодоления впоследствии: "Надо было исследовать предметы, прежде чем можно было приступить к исследованию процессов. Надо сначала знать, что такое данный предмет, чтобы можно было заняться теми изменениями, которые с ним происходят. Так именно и обстояло дело в естественных науках. Старая метафизика, считавшая предметы законченными, выросла из такого естествознания, которое изучало предметы неживой и живой природы как нечто законченное. Когда же это изучение отдельных предметов подвинулось настолько далеко, что можно было сделать решительный шаг вперед, то есть перейти к систематическому исследованию тех изменений, которые происходят с этими предметами в самой природе, тогда и в философской области пробил смертный час старой метафизики"

Биология должна была тогда произвести прежде всего "инвентаризацию" живой природы, изучить отдельные "вещи", а уж потом перейти к "систематическому исследованию изменений". Правда, были и отдельные наблюдения и описания изменений в природе; они служили одним из источников воззрений, противостоявших господствовавшей метафизике, но они не меняли общей картины.

Концепция постоянства видов

Метафизичность воззрений, господствовавших в естествознании XVII—XVIII вв., особенно ярко проявлялась в представлении о неизменности органических видов.

Крупнейший систематик XVIII в. Линней придерживался формул: "species sunt constantissimae" ("виды являются совершенно постоянными") и "nullae species novae" ("не возникает новых видов"). Он считал, что "видов столько, сколько разных форм вначале произвело Бесконечное Существо" (т.е. бог). Подобным же образом высказывался Линней и в отношении такой систематической категории, как род: "Каждый род является естественным, созданным как таковой в самом начале мира". Правда, взгляды Линнея по этому вопросу в процессе его научных исследований несколько изменились, и он стал допускать возможность возникновения новых видов путем скрещивания (гибридизации) и их изменимость под влиянием пищи, климата и культуры, но и в своих позднейших сочинениях он ограничивал это допущение всевозможными оговорками.

В биологии господствовал "призрак вечно неизменного вида". Представлению о неизменности видов соответствовала и преформистская теория в эмбриологии, отрицавшая подлинное развитие, новообразование и сводившая формирование организма к простому росту, разворачиванию зародыша, который якобы изначально содержит в себе, но только в уменьшенном виде, будущий организм. Несмотря на серьезный удар, нанесенный по этой теории К. Вольфом, она оставалась господствующей на всем протяжении XVIII в.

Идеалистическая трактовка органической целесообразности

Особенно характерным проявлением метафизических воззрений этой эпохи была трактовка органической целесообразности. Проблема целесообразности интересовала философов и натуралистов с древнейших времен. Открытия XV.П—XVIII вв.— углубление знаний об организмах и их жизненных отправлениях, о замечательных приспособлениях растений и животных к среде обитания — с еще большей остротой поставили вопрос об объяснении целесообразного устройства живых тел. Однако ответ на него оставался прежним; большинство ученых продолжало считать целесообразное устройство живых тел их изначальным свойством, проявлением "мудрой предусмотрительности" творца. При этом была распространена антропоцентрическая телеология, "доказывавшая", что все сотворено богом для блага человека.

Можно сослаться на труды ряда первоклассных натуралистов, которые отдали дань теологическим и телеологическим воззрениям. Так, Н. Грю издал "Священную космологию", где телеологически трактовал строение и функции листьев и цветков. Дж. Рей написал сочинение под характерным заглавием "Мудрость бога, открывающаяся в его творениях". Я. Сваммердам в книге "Библия природы" утверждал, что организмы создала "мудрость и всемогущая рука господ бога". Он обрушивается на мысль об их естественном возникновении, используя в качестве аргумента прежде всего их целесообразное устройство. Гарвей телеологически истолковывает работу кровеносной системы. Реомюр видит целесообразность не только в строении животных, но и в той "мудрой предусмотрительности", с которой в природе поддерживается равновесие между видами. Реймарус усматривает предустановленную целесообразность в инстинктах, которыми бог одарил животных. Спалланцани восторгается "высшей мудростью", заселившей семенную жидкость "червячками" (сперматозоидами), дабы использовать имеющиеся в ней питательные вещества, Ледермюллер доказывал мудрость создателя на микроскопических

организмах. Немецкий философ Христиан Вольф, опираясь на воззрения Лейбница, пытался подвести "философское основание" под телеологическое истолкование природы.

В XVIII в. выходят многочисленные сочинения, посвященные "натуральной теологии", например "Физико-теология" Дерхэма (1712), "Пек-тинтеология" Цорна (1742), "Теология воды" Фабрициуса (1741), "Теология насекомых" (1743) и "Теология раковинных" Лессера (1744), "Теология рыб" Онефальшрихтера (1754).

"Высшая обобщающая мысль, до которой поднялось естествознание рассматриваемого периода,— пишет Ф. Энгельс,— это — мысль о целесообразности установленных в природе порядков, плоская вольфовская телеология, согласно которой кошки были созданы для того, чтобы пожирать мышей, мыши, чтобы быть пожираемыми кошками, а вся природа, чтобы доказывать мудрость творца" !

Подобные взгляды на органическую целесообразность продолжали господствовать и в первой половине XIX в.— вплоть до появления трудов Дарвина.

Теологическим и телеологическим воззрениям соответствовали виталистические представления, согласно которым жизненные явления объяснялись наличием у живых существ особой непознаваемой "жизненной силы", "архея" и тому подобных мистических начал (Парацельс, ван Гельмонт, Шталь и др.). Виталистические представления легко согласовывались с религиозным учением о бессмертной душе, управляющей человеческим телом.

Следует отметить, что оживление витализма в конце XVIII — начале XIX в. было связано в известной мере с неудачей предшествовавших попыток свести жизнедеятельность организмов к простейшим законам механики, физики и химии. С ростом биологических знаний ученые все более убеждались в сложности организма как целого. Не имея возможности объяснить сущность жизни, причины жизнедеятельности организмов, исходя из свойств самого живого, они прибегали к особым силам, внешним по отношению к организму. В какой-то мере этому способствовало распространение ньютоновской "динамической" концепции, с ее представлениями о "силах", определяющих взаимодействие между телами. При этом, если одни биологи, используя понятие "силы", вкладывали в него материалистическое содержание (например, "существенная сила" К. Вольфа), то другие истолковывали специфические "силы", действующие в живой природе, в виталистическом, мистическом духе. В новой форме был совершен возврат к схоластическим "тайным силам", управляющим природными явлениями.

Таковы особенности метафизического мировоззрения, господствовавшего в эту эпоху. Ф. Энгельс охарактеризовал ее следующими словами: "Но что особенно характеризует рассматриваемый период, так это — выработка своеобразного общего мировоззрения, центром которого является представление об абсолютной неизменяемости природы. Земля оставалась от века или со дня своего сотворения (в зависимости от точки зрения) неизменно одинаковой. Теперешние "пять частей света" существовали всегда, имели всегда те же самые горы, долины и реки, тот же климат, ту же флору и фауну, если не говорить о том, что изменено или перемещено рукой человека. Виды растений и животных были установлены раз навсегда при своем возникновении, одинаковое всегда порождало одинаковое. В природе отрицали всякое изменение, всякое развитие. Для естествоиспытателей рассматриваемого нами периода он был чем-то окостенелым, неизменным, а для большинства чем-то созданным сразу. Наука все еще глубоко увязает в теологии" Вместе с тем, уже в это время, под влиянием вновь установленных фактов, возникали сомнения в старых догмах, высказывались идеи, расшатывавшие представления о неизменяемости природы вообще, и органического мира в частности. Постепенное формирование этих идей в XVIII в. будет рассмотрено в следующей главе.

Возникновение и развитие представлений об изменяемости живой природы

Несмотря на господство вплоть до середины XIX в. метафизических представлений об органическом мире, в произведениях отдельных натуралистов и философов XVII, особенно

XVIII в., можно встретить высказывания, выходящие за рамки концепции неизменяемости природы. Правда, они оставались разрозненными и не выливались в сколько-нибудь определенное представление о развитии органического мира, но они представляют немалый интерес, так как помогают понять сложный, противоречивый и медленный процесс познания, который привел в конце концов к открытию эволюции органического мира. Только в очень редких случаях такие высказывания несли в себе элементы подлинного исторического подхода к природе, в большинстве же случаев они содержали истолкование того или иного явления или его отдельных сторон, не затрагивая общего убеждения в неизменяемости и изначальной целесообразности всего сущего.

Важнейшими узловыми вопросами в трудах натуралистов и философов XVII—XVIII вв., обсуждение которых подтачивало веру в неизменяемость органического мира, были следующие: 1) допущение изменчивости видов в ограниченных пределах под воздействием внешних условий, упражнения и неупражнения органов и гибридизации; 2) идея естественной группировки организмов, естественного сродства и представление о том, что определенные группы видов могли произойти от общих родоначальников; 3) мысль о значении фактора времени в изменении организмов (и в этой связи приближение к правильной трактовке ископаемых форм); 4) идея последовательности форм, выраженная весьма распространенным представлением о "лестнице существ" (и в этой связи обнаружение параллелизма между ступенями зародышевого развития и ступенями усложнения животного мира); 5) идея "прототипа" и единства плана строения различных организмов; 6) допущение возможности резких превращений (трансформаций) одних организмов в другие; 7) идея естественного возникновения организмов путем самозарождения, и, наконец, 8) мысль о естественном возникновении органической целесообразности.

Допущение органической изменчивости видов

Мысль о том, что органические формы могут изменяться под влиянием разнообразных условий внешней среды — климата, пищи, почвы, под влиянием упражнения и неупражнения органов, одомашнения, гибридизации, причуд наследственности и т. п., — была довольно широко распространена в XVI—XVIII вв.

В XVI—XVII вв. Фрэнсис Бэкон, Джон Рей, Роберт Морисон и другие высказывали мысль, что виды могут изменяться под влиянием культуры, при изменении климатических и почвенных условий. Томас Браун придавал большое значение в изменении типичной видовой формы химическим влияниям. Еще раньше Лемниус, Скалигер, Ключиус и многие другие полагали, что изменение типичной формы может произойти в результате унаследования какого-либо нового приобретенного признака. Интересно, что Лемниус отмечал как искусственно вызванные, так и спонтанные изменения видов. Однако никто не шел дальше допущения лишь возможности изменения, или, как тогда говорили, "дегенерации" (в смысле перерождения) вида; мысль же о постепенном превращении одних видов в другие в целом была чужда ученым того времени. Только отдельные из них пытались выйти за пределы такого понимания, да и то чрезвычайно редко. Одним из таких ученых был французский ботаник М. Маршан.

В 1707 г. в статье по поводу обнаружения необычной формы розы Маршан писал, что эта форма "не могла быть такой от начала света", и пытался объяснить появление подобных форм измененным движением соков в теле растения. К этой теме Маршан возвращался несколько раз. В 1719 г. он изложил свои наблюдения над изменением пролески. Обнаружив новые формы *Mercuriale foliis capillaries*, он сделал вывод, что "мы видим рождение двух постоянных видов, которые были нам неизвестны." "Всемогущая сила", по мнению Маршана, создает только родоначальные формы каждого рода, а эти формы, "размножаясь, производят разновидности, среди которых некоторые остались константными и перманентными, образовав виды"². Маршан не ограничился пролесками. Он отметил, что подобные же видоизменения наблюдались у анемонов, тюльпанов и других растений.

Любопытно, что в отчете Французской Академии за 1719 г., где было опубликовано краткое изложение работы Маршана, имеется следующее замечание: "Эти новообразования трактуются ботаниками лишь как разновидности, неспособные изменить виды; но почему бы природе не быть способной произвести новообразования, которые пошли бы и до этого предела? Кажется, что она (природа) менее постоянна и более многообразна в отношении растений, чем в отношении животных, и кто знает границы этого многообразия?" 3.

В вопросе об изменчивости характерна позиция Линнея. Если в 1736 г. в "Fundamenta botanica" Линней еще решительно отрицал изменчивость видов, то уже несколько лет спустя он писал о новом виде *Felovia*, который, по его мнению, произошел от льнянки *Linaria vulgaris*. Линней допускал также, что чертополох *Carduus tomentosus ru-renaicus* произошел путем изменения другого вида — *Carduus capita rotundo*, и сделал заключение, что виды могут изменяться под влиянием климата и почвы (*coelum et solum*), а также в результате гибридизации. Путем скрещивания разных видов могут возникнуть новые виды, которые в строении цветка будут в известной мере походить на мать, в строении листы — на отца. Так, он полагал, что вид бодреца *Pimpinella agrimmides* произошел в результате скрещивания *Pimpinella sanguisorba minor laevis* с репейничком *Agrimonia officinarum*, а вид вероники *Veronica spuria* является продуктом скрещивания *Veronica maritima* с вербеной *Verbena officinalis*.

В 60-х годах XVIII в. Линней был склонен допускать, что современные виды явились продуктом гибридизации каких-то исходных форм. Он лично произвел несколько опытов по межвидовой гибридизации растений. В сборниках "Amenitates Academiae" в 1749—1776 гг. при его непосредственном участии печатались труды, среди которых были работы, затрагивавшие вопросы изменчивости видов путем гибридизации. Но допуская возможность рассматривать все виды одного и того же рода как возникшие из одного вида, достигшего разнообразия благодаря гибридизации, а разновидности — формами, изменившимися в силу случайного влияния климата, почвы и т. п., Линней считал такие представления только предположениями, значение которых он сильно ослабил оговорками о "чуде творения".

Следует отметить, что опыты по гибридизации, особенно растений, уже в XVIII в., получили весьма широкое развитие, в частности, во Франции и в Германии, и диктовались в этот период преимущественно запросами сельского хозяйства, стремлением получить новые сорта, которые отличались либо большей продуктивностью, либо привлекали бы к себе внимание с эстетической точки зрения. Не удивительно поэтому, что инициатива в постановке опытов по гибридизации принадлежала селекционерам-практикам.

Одним из первых французских гибридизаторов был А. Дюшен. Он известен своим сочинением "Естественная история земляник" (1766) и выведением новой цельнолистной расы этой культуры — *Fragaria to-nophylla*, явившейся, по-видимому, одним из первых случаев обнаружения мутаций у растений. В связи с этим открытием Дюшен ввел понятие расы, высказал ряд интересных мыслей о промежуточных расах и об относительности разграничений между видом и разновидностью. Он настаивал на изменчивости видов и их естественном возникновении в пределах рода.

В ограниченных пределах изменение растительных видов путем естественной гибридизации допускал и А. Т. Болотов. Случаи опыления рылец пыльцой других пород "подают средство природе зародить в тех цветках уже не такие семена, какими бы по природе своей быть надлежало, а другие, способные производить от себя породы совсем новые и до того небывалые"

Об изменяющем влиянии климата (указывая на изменения лошадей), пищи (отмечая ее воздействие на "внутреннюю форму" желудка овцы), domestikации (приписывая ей образование таких признаков, как различные формы ушей у собак, альбинизм и др.) писал Бюффон. Особую роль в изменении видов он приписывал гибридизации. По Бюффону, близкие виды "по-видимому, отделились друг от друга благодаря воздействию климата, пищи и продолжительности времени, которое производит всевозможные комбинации и выявляет все способы изменения, усовершенствования и перерождения". Отметив

особенности географического распространения животных и различия между животными Нового и Старого Света, Бюффон писал: "Нет ничего невозможного, ничего нарушающего порядок природы в том, что все животные Нового Света отличаются от животных Старого Света, от которых они некогда получили начало" 2. Он полагал также, что по мере изменения климата на Земле высокоорганизованные животные перерождались в менее совершенные формы.

Даже Ш. Бонне, который придерживался креационистских взглядов, защищал теорию преформации, в связи со своими исследованиями паразитических червей из рода *Taenia* допускал, что паразитические черви произошли путем изменений от свободно живущих червей, попавших в организм человека или животного. Интересно, что Бонне высказал мысль о происхождении различных человеческих рас путем видоизменения от одной исходной формы.

К мысли о подлинном развитии в природе, и в частности в органическом мире, в этот период в известной мере приблизились французские материалисты XVIII в., особенно Дени Дидро. Уже Ж.-О. Ламеттри сопоставлял психические способности различных групп животных и человека, отмечал их постепенное нарастание и утверждал, что "переход от животных к человеку не очень резок". В книге "Человек-растение" (1748) он явно подошел к идее постепенного совершенствования организмов и, касаясь причин, обуславливавших развитие психических способностей, писал, что они связаны со степенью сложности поддержания жизни, удовлетворения жизненных потребностей.

Значительно ближе других к идее развития органического мира подошел Дидро. В 70-е годы XVIII в. он писал: "Не надо думать, будто они (животные) были всегда и будто они останутся всегда такими, какими мы их наблюдаем теперь. Это — результаты протекшего огромного времени, после которого их цвет и их форма, кажется, остаются в стационарном состоянии. Но так лишь кажется" : В одной из заметок к "Элементам физиологии" он отметил: "общий порядок вещей непрерывно изменяется. Как же может оставаться неизменной продолжительность существования вида посреди всех этих перемен?" Причины изменений Дидро усматривает во влиянии условий окружающей среды, а также в упражнении и неупражнении органов: "Организация определяет функцию и потребности. Иногда потребности влияют на организацию; это влияние может быть настолько велико, что иногда оно порождает органы и всегда изменяет их." 2. Другой французский материалист XVIII в. Поль Гольбах в 1770 г. писал, что "нет никакого противоречия в допущении, что виды организмов непрерывно изменяются и что мы также не можем знать того, чем они станут, как и того, чем они были" 3.

Изменчивость форм как в результате случайных отклонений во "внутреннем предрасположении" животных, так и особенно под влиянием изменения климата допускал и младший современник Дидро французский врач и философ-материалист П. Ж. Кабанис, причем он считал, что приобретаемые признаки наследуются. Кабанис придавал большое значение изменению привычек как исходному моменту в изменчивости видовых признаков. Он допускал также и возможность изменения в широких пределах природы человека: "Человек,— писал Кабанис,— как и другие животные мог претерпеть многочисленные видоизменения, может дать существенные трансформации на протяжении многих прошедших веков" 4.

Примерно тех же идей придерживался и французский натуралист второй половины XVIII в. Жан Клод Деламетри. Изменения, возникшие под влиянием внешней среды и упражнения органов, считал он, накапливаясь из поколения в поколение, могут привести к тому, что возникнет такая большая разница между этими индивидуумами, что их нельзя будет отнести к одному виду. Человека он называл "усовершенствованной обезьяной".

В конце XVIII в. проблема изменчивости видов широко обсуждалась в сочинениях Деда Чарлза Дарвина Эразма Дарвина. Он описывал изменение видов под влиянием различных внешних условий, domestikации, зародышевых вариаций (например, появление кур с добавочными пальцами), скрещивания между видами, упражнения и неупражнения

органов. В результате изменения потребностей, как он полагал, изменяется степень функционирования отдельных органов, что приводит к их преобразованию. При этом он ссылаясь на образование рогов оленя, хобота слона, когтей хищных животных и т. д. Некоторые из таких образований или склонностей, по его мнению, передаются потомству.

Уверенность в унаследовании приобретенных признаков была широко распространена в XVIII в. Собственно, эта идея возникла в древней Греции и затем перешла в сочинения натуралистов XVI—XVIII вв. Ее придерживались Сильвий, Кардано, Ле-мниус, Парэ, Мальпиги, Рей, Адансон, Бюффон и многие другие. Зачастую она выступала в связи с гипотезой пангенезиса. Представления об изменчивости организмов под воздействием внешних условий, об унаследовании приобретенных таким путем изменений и о пангенезисе как механизме, объясняющем это унаследование, нередко использовались для обоснования мысли об изменчивости видов. Например, Мопертюи, развивая идею пангенезиса, утверждал, что в тех случаях, когда "элементарные частицы" не сохраняли привычного порядка, который они имели в организме отца и матери, могло происходить образование новых форм животных.

Итак, мысль о том, что органические формы могут изменяться, высказывали многие натуралисты и философы XVIII в. Однако эти представления ограничивались констатацией изменчивости в пределах низших систематических категорий и не вылились в сколь-нибудь явной форме в идею об исторической преемственности видов и развитии всего органического мира от низшего к высшему.

Представление о "естественном сродстве" и "общих родоначальниках"

Существенную роль в подготовке эволюционного учения играло обнаружение определенного соподчинения видов и различной степени близости между ними. Это не могло не привести в конечном итоге к вопросу о причине близости между различными видами.

Систематики XVIII в. постепенно приходят к пониманию различия между искусственной и естественной системами и к идее ступенчатого многообразия организмов; и хотя большинство натуралистов XVII—XVIII вв. не видели еще в естественных группировках ничего кроме проявления "плана творца", накопление материала о близости различных видов и об их иерархической соподчиненности вызывало у некоторых натуралистов предположение, что те или иные группы видов могли иметь общих родоначальников.

Так, французский ботаник П. Маньоль допускал реальное родство в пределах семейства. Эта точка зрения выражена ясно и в сочинении М. Гэйла: "Мы не должны думать,— писал он,— что все виды, которые сейчас существуют, были первоначально сотворены, но только первичные и основные виды" Маршан говорил о "главах каждого рода" (*chefs de chaque genre*), т. е. исходных формах всех видов того или иного рода. Бюффон говорил об "общих родоначальниках" (*souches communes*) для целых семейств. Он допускал, например, что у млекопитающих могло быть 38 таких родоначальных форм.

Ласепед не ограничивался вопросом об изменяющем влиянии среды, доместикиции, скрещивания и т. д. Он ставил вопрос о том, как вообще объяснить все многообразие видов. Ответ на этот вопрос ему не был вполне ясен, однако он охотно привел взгляд, согласно которому все возрастающее многообразие форм обязано тому, что из немногих первичных видов возник ряд вторичных. Эти последние дали начало видам третьего порядка и т. д.

На раннем этапе своей научной деятельности общее происхождение близких видов допускал также и П. С. Паллас.

Подобные представления означали значительный шаг вперед в формировании эволюционных воззрений, но к целостному учению об эволюции они сами по себе привести не могли.

Представление о «естественном сродстве» и «общих родоначальниках»

Существенную роль в подготовке эволюционного учения играло обнаружение определенного соподчинения видов и различной степени близости между ними. Это не могло не привести в конечном итоге к вопросу о причине близости между различными видами.

Фактор времени в изменении организмов

В 1755 г. появилась "Всеобщая, естественная история и теория неба" Канта. Существование Земли исчислялось в ней миллионами лет. "В открытии Канта,— говорил Энгельс,— заключалась отправная точка всего дальнейшего движения вперед. Если Земля была чем-то ставшим, то чем-то ставшим должны были быть также ее теперешнее геологическое, географическое, климатическое состояние, ее растения и животные, и она должна была иметь историю не только в пространстве — в форме расположения одного подле другого, но и во времени — в форме последовательности одного после другого" Но, как тут же добавил Ф. Энгельс, сочинение Канта не вызвало непосредственного эффекта.

Мысль о значении времени в изменении организмов нашла отражение в заметках Дидро, которые он делал в 70-е годы и которые были изданы под названием "Элементы физиологии". Бюффон в "Эпохах природы" определил возраст Земли приблизительно в 75 000 лет и пытался выяснить, сколько времени заняло формирование на Земле живых существ (по его мнению, продолжительность этого периода около 20 000 лет). "Время шагает всегда ровным шагом,— писал Бюффон,— однообразным и размеренным, оно ничего не делает скачками, но оно делает все путем градаций, нюансов, путем последовательным" 2.

Значение фактора времени в изменении земной поверхности и, частично, органических форм признавали Ласепед, де Майе, Деламентри, Эразм Дарвин и другие. Вслед за Бюффоном писал о значении фактора времени и А. Каверзнев.

Исторически подходил к явлениям природы и М. В. Ломоносов. Он писал, например, что "долгота времени и множество веков, требуемых на обращение дел и произведение вещей в натуре, больше, нежели как принятое у нас церковное исчисление." З. А. Н. Радищев также утверждал, что все изменения в природе происходят на протяжении огромных промежутков времени.

Постепенно проникавшее в сознание многих натуралистов представление об огромной продолжительности геологического времени явилось одной из необходимых предпосылок учения об историческом развитии органического мира. Но осознание значения фактора времени для изменения природных тел, в том числе и организмов, само по себе еще не означало признания их подлинного развития. Обычно дело сводилось лишь к общему выводу о неодновременном происхождении видов, о возникновении на протяжении огромных промежутков времени то одних, то других органических форм.

Последовательность природных тел. «Лестница существ»

Стремление объяснить обнаружившееся соотношение между группами растений и животных, определенную последовательность в степени совершенства их организации породило идею "лестницы существ".

Со времени Аристотеля философы и ученые нередко приходили к мысли, что все создания природы могут быть расположены в линейном порядке, сообразно высоте своей организации, в виде единой иерархической серии форм. Что касается натуралистов XVI—XVIII вв., то их представления о единой лестнице существ были связаны в первую очередь с ограниченностью знаний того времени. Поскольку сравнительная анатомия находилась только в зачаточном состоянии, за отправной пункт при сопоставлении форм брали обычно человека, как существо более известное, а затем в зависимости от большего или меньшего сходства с человеком намечалась градация существ (точнее деградация). Поверхностное знакомство с организмами позволяло располагать их по ступеням единой лестницы.

В средние века идея иерархической градации всего существующего в мире была одной из ведущих, отражавшей общую направленность феодальной идеологии.

Эта идея стала одной из самых популярных в философии и естествознании XVII—XVIII вв.

Большое влияние на ее формирование оказали воззрения Лейбница. Под их воздействием сложились, в частности, биологические взгляды Шарля Бонне, которому принадлежит главная роль в развитии и распространении идеи "лестницы существ". Его работы пользовались большой популярностью в Европе. Любопытно отметить, что его сочинение "Созерцание природы" (1764), где было изложено учение о "лестнице существ", в 1804 г. вышло в русском переводе в Смоленске.

Бонне следующим образом интерпретировал идею "лестницы существ". Между самыми простейшими и совершеннейшими проявлениями природы существуют постепенные переходы так, что все тела составляют всеобщую непрерывную цепь. Основание лестницы составляют неделимые — монады, а ее вершину венчает высшее совершенство — бог. От "невесомых материй" через огонь, воздух, воду, "земли", металлы, "камни", промежуточные формы между минералами и растениями, между растениями и низшими животными (зоофиты) и через них к высшим животным и человеку тянется единая нить без скачков и перерывов. Каждое царство природы составляет свою лестницу, непосредственно примыкающую концами через промежуточные формы к лестнице соседнего царства. Всеобщее единство и согласованность в природе обеспечиваются гармонией, предустановленной богом.

В принципе считалось, что "лестница" содержит столько ступеней, сколько существует отдельных видов растений и животных.

Представление о лестнице существ поддерживали в XVIII в. не только последователи Лейбница, но и материалисты. Последние исходили не из учения о предустановленной гармонии, а из представления о развитии материи от простого к сложному. Ламеттри, а затем Дидро выводили единство и постепенность в природе из единства материальной основы всех ее тел, в том числе и органических. Дидро допускал даже, что весь длинный ряд животных может быть различными ступенями развития одного животного. Другой французский философ-материалист XVIII в. Ж. Б. Робине также поддерживал идею существования единой цепи живых существ, но он не поднялся, однако, до идеи подлинного преемственного развития форм. Он имел в виду лишь их последовательность в пространстве, но не во времени.

В России представление о градации всех природных тел, о "лестнице существ" поддерживал А. Н. Радищев, приблизившийся к представлению о единстве и развитии природы. Примечательно, что Радищев подчеркивал единство, "единоутробность" человека со всей природой и сближал человека пещерного периода с орангутаном.

В конце XVIII в. благодаря более детальному знакомству с фактическим материалом некоторые исследователи пришли к отрицанию "лестничного" расположения форм и к попыткам установления более сложных схем. Это было связано в первую очередь с развитием сравнительной анатомии, с исследованиями Вик Дазира, Добантона, Блуменбаха и других ученых, которые подвергли сомнению непрерывность ряда от простейших до человека и развенчали наивные формы "лестницы существ". Ласепед, Батш и другие писали о том, что тела природы не располагаются в единую линию, а соединяются самыми различными способами при помощи бесчисленных отношений.

Для изображения соотношения между организмами было предложено много способов: схема родословного древа (наметившаяся в самых общих чертах у Далласа, 1766; Дюшена, 1766), схема географической карты (Линней), схема сети (Герман, 1783; Донати, 1750; Батш, 1788), схема параллельных рядов (Вик Дазир, 1786). Однако элементы "лестницы существ" продолжали обнаруживаться у многих авторов, так как факт постепенного повышения уровня организации живых существ был вне сомнения.

"Лестница существ" воплощала в себе метафизические представления эпохи. Отдельные ступени лестницы мыслились только как существующие одна подле другой, а не как исторически связанные друг с другом звенья, возникающие одно из другого в процессе

развития. Однако и в этой метафизической форме лестница отражала мысль о единстве, связи и последовательности форм, о постепенном усложнении организмов и о наличии переходов между ними. В преобразованном виде представление о градации форм стало одной из основных предпосылок эволюционного учения Ламарка.

Идея "прототипа" и единства плана строения организмов.

В известной оппозиции к идее "лестницы существ" стояла другая мысль, явившаяся существенным элементом эволюционизма,— мысль о единстве строения разных организмов. Один из главных выразителей этой идеи Жоффруа Сент-Илер в 1795 г. противопоставлял ее идее "лестницы существ".

Мысль о прототипе была распространена необычайно широко. На протяжении нескольких столетий ее высказывали Аристотель, Ньютон, Сваммердам, Хантер, Ламеттри, Дидро, Робине, Вик д'Азир, Жоффруа Сент-Илер и многие другие. Она получила подкрепление в зоологических и анатомических исследованиях, которые обнаруживали многочисленные черты сходства между различными группами животных при всем их внешнем многообразии.

Идея прототипа существовала в двух модификациях. Первая носила ясно выраженный абстрактно-морфологический характер (Робине и др.) и была преобладающей. Вторая была связана с пониманием прототипа как реально существовавшего исходного существа.

Идеей единства органического мира проникнуто сочинение Ламеттри с характерным названием "Человек-растение" (1748). В сочинении Дидро "Мысли об объяснении природы" (1754) прототип трактовался как некое реальное первичное существо. Он писал в нем: "По-видимому, природе нравится бесконечно и разнообразно варьировать один и тот же механизм. Рассматривая животное царство и замечая, что среди четвероногих нет ни одного животного, функции и части которого особенно внутренние, целиком не походили бы на таковые же другого четвероногого, разве не поверишь охотно, что некогда было одно первое животное, прототип всех животных, некоторые органы которого природа удлинит, укоротит, трансформировала, умножила, срастила — и только". В другом труде, ссылаясь на работы Кампера, Дидро писал, что от одной единственной "модели" можно путем анатомических трансформаций произвести ряд животных "от человека до аиста".

Представление о единстве плана строения имело важное значение для формирования эволюционных воззрений. В то же время оно могло найти объяснение только в допущении общности происхождения обнаруживающих это единство форм.

Идея «прототипа» и единства плана строения организмов

В известной оппозиции к идее "лестницы существ" стояла другая мысль, явившаяся существенным элементом эволюционизма,— мысль о единстве строения разных организмов. Один из главных выразителей этой идеи Жоффруа Сент-Илер в 1795 г. противопоставлял ее идее "лестницы существ".

Идея трансформации органических форм

В XVIII в. существовала весьма своеобразная концепция механистического трансформизма, заключающаяся в допущении неожиданных резких превращений одних организмов в другие. Наиболее ярким выразителем этой точки зрения был французский путешественник и натуралист-любитель де Майе, автор популярного в то время сочинения "Теллиамед, или беседы индийского философа с французским миссионером о понижении уровня моря, образовании суши, происхождении человека и т. д." (1748).

Де Майе высказывал следующие предположения о происхождении организмов. В море имеются вечные семена жизни. Из этих семян развиваются морские организмы, которые путем резких трансформаций превращаются в наземных. "Кто может сомневаться в том,— писал де Майе,— что от летающих рыб произошли наши птицы, которые парят в воздухе; или что от тех животных, которые ползают в глубине моря, произошли наши наземные животные?" 2.

Следующие страницы "Теллиамеда" посвящены описанию того, как могла совершаться подобная трансформация. Де Майе полагал, что "морские обезьяны" дали начало наземным обезьянам, а лев, лошадь, бык, свинья, волк, верблюд, кошка, собака, коза и овца также имеют подобных себе морских прародителей. "Превращению гусеницы в бабочку в тысячу раз было бы труднее поверить, чем превращению рыбы в птиц, если бы эта метаморфоза не происходила каждодневно у нас на глазах". Не всегда, конечно, превращение, подобное превращению рыбы в птицу, может удасться, но "пусть сто миллионов погибнет, будучи неспособными приспособиться, достаточно, если это удасться двум для того, чтобы произошел (новый) вид" 3.

Аналогичные допущения возможности резких трансформаций встречаются и у многих философов-материалистов XVIII в., а также у натуралистов XVIII — начала XIX в. Иногда оно связывалось с представлением о прототипе, который якобы претерпевает трансформацию то в одном, то в другом направлении. В начале XIX в. к мысли о резких трансформациях пришел Э. Жоффруа Сент-Илер на основе своих эмбриологических и тератологических исследований.

Механистический трансформизм глубоко отличен от эволюционной точки зрения, ибо в нем нет подлинного историзма.

Естественное возникновение органической целесообразности

Одним из главных препятствий на пути признания изменчивости животных и растительных форм была в XVII—XVIII вв. телеология, трактовавшая органическую целесообразность как проявление гармонии, изначально установленной богом. "Призрак извечной целесообразности" стоял на пути эволюционного учения. Особое значение в этих условиях приобретали попытки показать, что органическая целесообразность не создана, а возникла естественным путем в результате браковки дисгармоничных организмов.

С этой точки зрения очень важны выступления французских философов-материалистов. "Совершенное не является делом одного дня в области природы, точно так же как и в области искусства. Материи пришлось пройти через бесчисленное количество всяких комбинаций, прежде чем она достигла той единственной, из которой могло выйти совершенное животное", — писал Ламеттри. Идею изначальной целесообразности резко критиковал Дидро, который писал о "глупости некоторых защитников учения о конечных причинах". "Можно ли найти здесь повод для прославления мнимого творца? Если все, что существует в данное время, есть необходимое следствие своего прошлого состояния, то тут не о чем говорить. Если же желают из этого сделать чудо творения какого-то бесконечного, мудрого и всемогущего существа, то в этом нет никакого смысла". В "Письме о слепых в наизидание зрячим" (1749) Дидро высказал замечательную догадку, восходящую к Эмпедоклу и Лукрецию Кару, о том, что среди первоначальных организмов было множество несовершенных, с течением времени все неудачные комбинации постепенно исчезли и "сохранились лишь те из них, строение которых не заключало в себе серьезного противоречия и которые могли существовать и продолжать свой род" 2.

Аналогичную мысль высказывал и Гольбах, говоря о "чудовищных существах". "Эту способность приспособления, эту относительную согласованность мы называем порядком вселенной; отсутствие ее мы называем беспорядком. Существа, называемые нами чудовищными, это те, которые не могут быть в соответствии с общими или частными законами окружающих их существ или тех целых, в которых они находятся; при своем образовании они могли приспособиться к этим законам, но законы эти противились их совершенству, благодаря чему они не могут продолжать существовать" 3. Критика телеологии содержится и в сочинениях Спинозы. Гёте отмечал, что именно Спиноза помог ему разоблачить "нелепые конечные причины".

Идея самозарождения в ее отношении к трансформизму

В XV—XVIII вв. было широко распространено убеждение в возможности самопроизвольного зарождения. Философы Декарт, Ламеттри, Дидро, Гольбах, натуралисты

и медики ван Гельмонт, Перро, Мариотт, Ли-цетус, Моргоф, Сильвий, Бюффон, Эразм Дарвин, Нидхэм, Ингенхауз, Гледич, одно время Линней и многие другие выступали в защиту этого взгляда, опираясь зачастую на весьма различные аргументы.

Естественное возникновение органической целесообразности

Одним из главных препятствий на пути признания изменчивости животных и растительных форм была в XVII—XVIII вв. телеология, трактовавшая органическую целесообразность как проявление гармонии, изначально установленной богом. "Призрак извечной целесообразности" стоял на пути эволюционного учения. Особое значение в этих условиях приобретали попытки показать, что органическая целесообразность не создана, а возникла естественным путем в результате браковки дисгармоничных организмов.

Антителеологические идеи высказывались рядом натуралистов, например Юнгом, Борелли, Ласепедом. Бюффон, возражая против мысли о конечных причинах, писал, что сторонники этой мысли "принимают результат за причину" 4. В другом месте Бюффон подчеркивал, что "все тела несовершенно организованные, все дефектные виды (*Espèces defec-tueuses*) уничтожаются, и остаются, как они до сегодня и сохранились, только формы наиболее мощные, наиболее совершенные как среди животных, так и среди растений" 5. Бюффон придавал значение случайности в образовании органических тел: "Все происходит так, как на протяжении времени все сочетается" 6.

Следует подчеркнуть, однако, качественное отличие этих представлений от дарвиновского учения о естественном отборе. Учение Дарвина рассматривает отбор как важнейший фактор исторического развития одних форм организмов из других. Упомянутые же представления философов-материалистов как древности, так и XVII—XVIII вв. говорят о своеобразной "массовой сортировке" различных органических форм, порождаемых одновременно и независимо одна подле другой, а не развивающихся одна из другой. Одни организмы случайно возникают благодаря сочетанию материальных частиц в гармонической форме, другие — в дисгармонической, и эти последние безжалостно бракуются природой. Слова Ламеттри о материи, испытывающей разные комбинации, прежде чем получится "совершенное животное", очень ясно выражают указанную точку зрения. Однако и в такой форме идея браковки играла несомненно положительную роль: она противостояла телеологическим воззрениям и показывала, что органическая целесообразность не изначально и возникла естественным путем.

Итак, к исходу XVIII в. в науке накопился солидный материал, противоречивший господствовавшим представлениям о неизменяемости видов. Было высказано немало замечательных догадок, а порой и верных положений. Но они не сложились еще в определенную систему взглядов, не привели еще к учению об эволюции. Мысль об изменяемости видов высказывалась большей частью как одно из возможных предположений, противопоставлявшихся религиозным догмам, а не как стройное обоснованное фактами учение. Для этого не было еще ни достаточного естественнонаучного материала, ни той свободы от метафизического взгляда на природу, которая позволила бы непредубежденно взглянуть на множество новых фактов. Отсюда гипотетичность и часто внутренняя противоречивость суждений о развитии природы в XVIII в.

Первая попытка создания концепции эволюции органического мира (Ламарк и его учение)

Первым среди натуралистов и философов, кто не мимоходом, не в связи с обсуждением других вопросов, а специально обратился к изучению проблемы эволюции, стремясь охватить ее во всей возможной тогда широте, был Жан-Батист Ламарк. В этом смысле его концепция по справедливости может быть названа первым в истории целостным учением об эволюции.

Безотносительно к тому, насколько удачной была эта концепция в деталях и целом, она сыграла большую историческую роль. Ламарк впервые превратил проблему эволюции в

предмет специального изучения, в особое направление биологических исследований. В этом его непреходящая заслуга.

После появления "Философии зоологии" можно было как угодно относиться к учению Ламарка, но закрывать глаза на существование проблемы эволюции стало уже невозможно.

Каждое крупное открытие в истории науки как бы подводит итог предшествующего развития той или иной области знания и одновременно открывает новый этап в ее изучении.

Возникнув на рубеже XVIII и XIX вв., эволюционная концепция Ламарка явилась завершением поисков тех натуралистов и философов XVIII в. (среди последних в особенности французских материалистов XVIII в.), которые пытались осмыслить проблему развития органического мира. И по стилю мышления, и по способу доказательства сочинения Ламарка по вопросам эволюции принадлежат XVIII в. Но от всего, что писалось прежде по проблеме эволюции, они отличаются принципиально новой чертой. Проблема эволюции впервые была раскрыта в них как самостоятельная, имеющая исключительное значение для изучения органического мира.

Судьба учения Ламарка оказалась очень сложной. Будучи недостаточно обоснованным, содержащим большое количество чисто умозрительных допущений, призванных восполнить отсутствие фактических доказательств, оно не могло противостоять господствовавшим креационистским представлениям, которые к тому же опирались на огромную силу традиций, влияние церкви и официальной идеологии. В результате в первые десятилетия XIX в. учение Ламарка не получило признания. Его старались не замечать, и редко упоминали о нем.

Ламарк. Краткие биографические сведения

Ламарк родился в 1744 г. Он принадлежал к старинному, но давно обедневшему роду и был 11-м ребенком в семье. Большинство его предков и по отцу, и по матери были военными. В армии служили также его отец и старшие братья. Но военная карьера требовала средств, которыми семья не располагала. Ламарк был отдан в иезуитскую школу для подготовки к духовному званию. Здесь он основательно познакомился с философией, логикой, математикой, физикой и древними языками. В 1761 г. он все же вступает в армию, участвует в Семилетней войне и за проявленную отвагу получает офицерский чин. В 1768 г. он выходит в отставку, через некоторое время направляется в Париж и начинает заниматься на медицинском факультете. Предметом его главного внимания становится ботаника. Однако его первые работы были не ботаническими. В 1776 г. он представляет в Академию наук "Мемуар об основных явлениях в атмосфере". К этому же году относится его работа "Исследования о причинах главнейших физических явлений" (издана в 1794 г.). А уже двумя годами позже выходит его монументальный трехтомный труд "Флора Франции". За ним следует сочинение по систематике растений (1785). В 1793 г. Ламарк, которому тогда было уже около 50 лет, становится профессором зоологии. В 1798—1799 гг. выходят в свет его обширные исследования по зоологии беспозвоночных, а в 1801 г.— "Система беспозвоночных животных", составившие важные этапы в развитии этой науки. В 1802 г. появляется "Гидрогеология", в которой он изложил свои представления по общим вопросам геологии, палеонтологии и минералогии. С 1803 г. начинает выходить 15-томная "Естественная история растений", первые два тома которой, посвященные истории и принципам ботаники, принадлежали Ламарку. В 1809 г. выходит "Философия зоологии" (два тома), в 1815—1822 гг.— семитомная "Естественная история беспозвоночных", а в 1820 г.— "Анализ сознательной деятельности человека".

Философские воззрения Ламарка

По своим философским взглядам Ламарк был деистом — он признавал творца как некое активное начало, "первопричину" материи и движения, обусловившую развитие и гармонию мира, существующего и развивающегося затем исключительно по собственным

естественным законам на основе строгих причинных связей, без какого-либо вмешательства извне.

Сущность жизни по Ламарку

Ламарк отвергал витализм. Жизнь, по Ламарку,— особое явление, связанное с определенной организацией материи. Причиной — возбудителем жизненных явлений — он считал особые материальные начала, проникающие в организмы из внешней среды и оживляющие их. Он называл их флюидами. Посредством флюидов внешняя среда осуществляет свое воздействие на организмы, вызывая в них различные изменения. Если у низших организмов жизнедеятельность целиком определяется флюидами, то у более сложно организованных животных это действующее начало как бы перенесено природой внутрь организма. Здесь флюиды преобразуются и действуют, так сказать, изнутри.

Представления Ламарка о происхождении жизни

Из этих взглядов Ламарка на сущность жизни с необходимостью вытекала концепция происхождения жизни. Живое в его простейших формах возникло из неживого, утверждал Ламарк. Флюиды, воздействуя на те вещества, которые способны "организовываться", превращают их в первые зачатки жизни. При этом Ламарк полагает, что первичные животные и растения возникли из различным образом организованной материи, что предопределило в дальнейшем и разные пути их эволюционного развития. Закономерно развивающаяся и постепенно усложняющаяся природа должна была производить (и продолжает производить в настоящее время) наиболее простые организмы из материи "неорганизованной".

Развитие от простого к сложному и градации форм по Ламарку

Первые самозародившиеся организмы дали начало всему многообразию органических форм. "И вот,— пишет Ламарк,— благодаря тому, что природа наделила эти созданные ею самую тела способностями питаться, расти, размножаться и сохранять каждое приобретенное усовершенствование организации, передавать эти способности всем особям, воспроизводимым органическим путем,— с течением времени и под влиянием беспредельного разнообразия непрерывно изменяющихся обстоятельств последовательно были созданы живые тела всех классов и всех порядков". Так естественным путем возникло все видовое богатство живых обитателей земли.

Отрицание реальности видов

Однако из правильного вывода об эволюции видов Ламарк сделал логически как бы вытекающее из него, но на самом деле не соответствующее действительности, заключение, что поскольку виды изменчивы, текучи, то реальных границ между ними в природе нет. Прийти к такому заключению было для него тем более естественно, что он, как было сказано, исходил из принятого, хотя и в преобразованном виде, представления о "лестнице существ". Это заключение, облегчавшее ему доказательство эволюции видов, привело его к отрицанию реальности видов.

Причины развития живой природы по Ламарку

Главной причиной развития от низших форм к высшим — процесса градации, по мнению Ламарка, является присущее живой природе постоянное стремление к усложнению и совершенствованию организации. Следуя деистическим представлениям многих естествоиспытателей и философов XVIII в., Ламарк полагал, что градация живых существ выражает собой общий порядок природы, "насажденный верховным творцом всего сущего". Тенденция к осуществлению этого общего порядка естественно заложена в каждом индивидууме в виде его врожденной способности к усложнению и совершенствованию организации. Ламарк писал о градации живых существ как о "явном результате тенденции

органического движения" или следствии "самого процесса жизни". Он утверждал, что природа "имела цель достичь такого плана организации, который допускал бы наивысшую степень совершенства". Таким образом, процесс градации, по Ламарку, автономен по отношению к воздействию среды и может лишь нарушаться им, но не определяется этим воздействием. Подобные представления имеют несомненно идеалистическую и телеологическую окраску.

Первая попытка создания концепции эволюции органического мира (Ламарк и его учение)

Прошло полстолетия, и оно как бы вдруг приобрело исключительную популярность. Произошло это благодаря распространению дарвинизма. Вспышка интереса к учению Ламарка имела два источника. С одной стороны, естественное стремление проследить в истории науки корни новой теории и тем самым подкрепить, поддержать ее, с другой — попытка противопоставить материалистическому объяснению эволюции, которое предложил Ч. Дарвин, иные точки зрения. На этой почве во второй половине XIX в. возник ламаркизм. В дальнейшем под этим именем часто проповедовались или осуждались взгляды, имевшие очень отдаленное отношение к учению самого Ламарка, а иногда и вовсе чуждые ему по духу идеалистические концепции, такие, например, как психоламаркизм.

Лекция 4

Тема: XIX век – век классической биологии

План:

1. Формирование естественных наук в I-ой пол. XIX в. Их роль в промышленной революции. Кризис метафизического мировоззрения.
2. Развитие анатомии и морфологии животных. Вклад Ж. Кювье и Э.Ж. Сент-Илера.
3. Открытие зародышевых листков М. Пандером, открытие яйцеклетки у млекопитающих и теория зародышевых листков К. Бэра.
4. Клеточная теория Т. Шванна. Формирование гистологии в трудах Я. Пуркине и И. Мюллера.
5. Теория эволюции Ж. Б. Ламарка, К. Ф. Рулье – первый русский эволюционист.
6. Теория эволюции Ч. Дарвина. Ее значение в развитии биологии. Перестройка палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии и систематики животных. Последователи Ч. Дарвина в России (В.О. и А.О. Ковалевские, И.И. Мечников) и Западной Европе (Л. Долло, Ф. Мюллер, Э. Геккель, Т. Гексли и др.).
7. Развитие физиологии человека и животных – научной основы медицины и ветеринарии.
8. Формирование микробиологии. Исследования этиологии и возбудителей инфекционных болезней Р. Коха и Л. Пастера. Фагоцитарная теория иммунитета И.И. Мечникова и гуморальная теория П. Эрлиха. Открытие вирусов. Формирование почвенной микробиологии (С.Н. Виноградский).
9. Выделение цитологии в самостоятельную науку. Создание светового микроскопа. Открытие митоза. Разработка проблемы мейоза и оплодотворения. Открытие двойного оплодотворения у растений (С.Г. Навашин).
10. Формирование экологических понятий. Возникновение экологии. Экология в трудах Э. Геккеля, К. Ф. Рулье, Н. А. Северцова.

Промышленная революция XVIII века и ее социальные последствия

Важнейшим фактором, определившим социальное и идейное развитие в первой трети XIX в., была промышленная революция, происшедшая в XVIII в. прежде всего в Англии, стране, наиболее развитой в то время в экономическом отношении. Промышленный переворот, в подготовке которого большую роль сыграло развитие естествознания, главным образом механики, привел к вытеснению ручного труда машинным и к резкому повышению производительности труда. Маркс отмечал, что промышленный переворот "начинается тогда, когда механизм применяется там, где издавна для получения конечного результата требовалась работа человека". Вместе с тем промышленная революция вызвала обострение социальных конфликтов, породила новые противоречия. Уничтожив характерное для средневековья домашнее производство, разоряя мелких землевладельцев, фабрично-заводская форма производства к началу века привела к невиданной дотоле эксплуатации трудящихся, в том числе женщин и даже детей. Такое положение вызывало у рабочих ненависть не только к фабрикантам, но и к машинам, в которых они видели одну из причин столь нечеловеческой эксплуатации; бунты против машин — явление, характерное не только для XVIII, но и для начала XIX в. Дело дошло до того, что в 1812 г. в Англии, например, были вынуждены ввести закон, согласно которому уничтожение машин каралось смертной казнью. Несмотря на это были случаи, когда фабрики охранялись с помощью пушек.

Гуманно настроенные мыслители того времени пытались понять причины сложившегося положения. Улавливая связь между развитием науки и появлением машинной техники, они начали сомневаться в прогрессивном значении науки, противопоставляя обществу первой половины XIX в. средневековое общество, которое в их глазах выглядело теперь, более идиллическим, чем оно было в действительности. Одним из таких мыслителей в Англии был Томас Карлейль, философ-моралист и историк, романтик по своим воззрениям.

Карл Лаейль одним из первых обратил внимание на то, что буржуазное общество несет в себе неразрешимые противоречия. Этим он резко отличается от английских мыслителей предшествующего периода, которые выступали как идеологи буржуазии, боровшейся против феодальных порядков. К таким последовательным представителям буржуазной идеологии можно отнести Т. Гоббса, А. Смита, И. Бентама, Дж. Локка и других, считавших основной пружиной деятельности индивида эгоистические побуждения, стремление к выгоде, "интерес". Джон Стюарт Милль в "Автобиографии" (1873) высказал мнение, что Карл Лаейль представляет собой наиболее яркое воплощение XIX в. в его борьбе с веком XVIII, между тем как он, Милль, сохранил гораздо больше остатков и элементов мышления XVIII в. с его стремлением исходить из интересов индивида, стремлением все подвергнуть суду разума и не верить ни во что, что не было бы подтверждено опытом. Таким образом, негативные последствия промышленной революции привели — в первую очередь в Англии — к попытке переосмыслить некоторые мировоззренческие принципы, сложившиеся в XVII и XVIII вв.

С иных позиций, чем Карл Лаейль, подошли к вопросу об эксплуатации рабочего класса социалисты-утописты — Ш. Фурье, А. Сен-Симон, Р. Оуэн. Они тоже критиковали буржуазное общество с точки зрения морали, однако не были склонны идеализировать феодальное прошлое и отнюдь не вступали в идейную борьбу с XVIII в. Социальная критика, предпринятая утопистами, оказала огромное влияние на развитие общественной мысли XIX в. Но прежде чем подробнее рассмотреть различные идейные течения первой половины XIX столетия, необходимо указать на несколько важных факторов, во многом определивших направление и характер социального и духовного развития рассматриваемого периода. Будучи тесно связаны с промышленным переворотом XVIII — начала XIX в., эти факторы в свою очередь оказали существенное влияние и на развитие экономики.

Французская революция и судьбы просветительской идеологии

Важнейшим социально-политическим событием, наложившим печать как на общественную, так и на интеллектуальную жизнь Европы первой половины XIX в., была Великая Французская буржуазная революция 1789 г. Она послужила мощным толчком для философского и опосредованно естественнонаучного мышления XIX в. Буря, поднятая ею, продолжала бушевать в умах еще несколько десятилетий. У тех, кого революция заразила стремлением реализовать идеалы свободы, равенства и братства, все сильнее разрушались старые представления и предрассудки: якобинские идеи проникали в такие более отсталые в то время по сравнению с Францией в экономическом и социальном отношениях страны, как Германия и Россия. У тех же, кто увидел, что революция не оправдала возлагавшихся на нее надежд, что буржуазное общество, развитию которого она расчистила путь, отнюдь не соответствовало тем идеалам, во имя которых совершалась революция, возникло глубокое разочарование. Естественным его результатом явилось стремление пересмотреть концепции общества и человека, характерные для философии Просвещения и послужившие духовной предпосылкой революции. Этот пересмотр шел в разных направлениях: были как попытки углубить и более серьезно обосновать те представления о человеке и обществе, которые сложились в XVIII в. и страдали известной ограниченностью, так и отвергнуть эти представления целиком и вернуться к основам мировоззрения феодализма. Как правило, эти два направления представляли интересы различных классов.

Реакция на механицизм ХУП – ХУШ веков

Своеобразным отражением изменений в экономической и социальной областях и в развитии науки явился тот сдвиг в умственной и научно-философской жизни первой половины XIX в., который можно характеризовать как начало своего рода "революции в умах". Она оказала большое влияние на развитие философии и науки. Мы имеем в виду начавшийся еще с конца XVIII в. постепенный отказ от механистического понимания природы, характерного для мышления XVII—XVIII вв. и сыгравшего в этот период прогрессивную роль в распространении материализма и в борьбе научных взглядов против религиозно-мистических представлений, освобождения науки от диктата церкви.

Возникновение исторического способа мышления

Наконец, третьим моментом, отличавшим способ мышления первой половины XIX в. от мышления предшествующего периода, был исторический подход к рассмотрению природы, человека и общества. В противоположность рационализму XVII в. и философии Просвещения XVIII в. с неисторическим способом мышления, в значительной мере связанным с механицизмом, в XIX в. получает распространение идея историзма. На смену механистическому мышлению предшествующего периода приходит тенденция рассматривать мир как единый процесс исторического развития: идея развития, хотя подчас идеалистически понятая, лежит в основе многих философских, эстетических, социологических и естественнонаучных теорий этого периода.

Характерные черты и основные тенденции естествознания вервой половины XIX века

Социально-экономические и политические сдвиги, изменения в способе производства, вызвавшие изменения во всей духовной атмосфере эпохи и в способе мышления, нашли свое отражение и в состоянии естествознания, его ведущих концепциях. Правда, в естествознании в силу его особенностей они были не столь заметными, бросающимися в глаза, как в общественно-политических учениях и философии. В неразрывной связи естествознания с накопленным фактическим материалом была его сила и преимущество перед философией, но одновременно и его слабость, мешавшая вырваться из круга традиционных представлений. Подавляющее большинство университетских профессоров и ученых продолжало увязать в метафизике и механицизме. Впрочем, и в философии этого периода не в меньшей степени сохранялось господство идеализма и плоской метафизики, подчинение религии и

феодалной идеологии, или компромисс с ними. Только наиболее глубокие мыслители в той или иной мере вырывались за пределы господствовавших взглядов. В силу своеобразия исторических условий, сложившихся в Германии, она заняла в первой половине XIX в. ведущее положение в развитии философии, но дух мелкого филистерства, характерный в тот период для этой страны с ее неразвитой экономикой и уродливыми феодальными порядками, пронизывал все слои немецкого общества и накладывал свою печать на ее ученых и мыслителей.

Кант. Принцип деятельности в теории познания

У истоков философии первой половины XIX в. стоит Кант. Философия Канта была таким же переворотом в традиционном мышлении, каким промышленная революция в производстве. Это не просто внешняя аналогия. Великим открытием Канта был провозглашенный им принцип, что научное познание есть не просто пассивное отражение эмпирически данного предмета, а активная деятельность. Человек, согласно Канту, в состоянии познать только то, что он сам произвел; деятельность, таким образом, есть не нечто внешнее и даже противоположное познанию, как это представляла себе докантовская философия,— напротив, деятельность составляет само ядро, сущность познания.

Фихте. Деятельность и противоречивость как всеобщие принципы философии

Дальнейшее развитие принципа деятельности нашло выражение в учении последователя Канта — Иогана Готтлиба Фихте. Этот принцип стал отправной точкой и основой его философии. В отличие от Канта Фихте почти не касался естественнонаучной проблематики. Выходец из семьи бедного ткача, на себе испытавший нужду и лишения, он остро воспринимал произвол и несправедливость, мерзость феодальных порядков и унижительность немецкой действительности его времени. Его волновали в первую очередь проблемы нравственные и социально-политические. Он осознал необходимость преобразования существующих социальных отношений в соответствии с теми идеалами свободы, которые были провозглашены в кантовской философии.

Романтизм первой трети XIX века и его роль в формировании исторического мышления

Другой предпосылкой исторического способа мышления, характерного для XIX в., был интерес к историко-культурным образованиям — языку, мифу, сказке, национальным обычаям и нравам, искусству и литературе разных народов. Этот интерес пробудился и в Германии, и во Франции, и в Англии. Во Франции стремление понять верования и обычаи, язык и нравы народов проявилось в самом начале XIX в. у так называемых традиционалистов — Жозефа де Местра, де Бональ-да,— связанных с романтиками, особенно с Шатобрианом. Возникла тяга к изображению "местного колорита". Литература классицизма, для которой "местный колорит" не имел особенного значения, объявлялась рассудочной, лишенной жизни и души.

Гегель и развитие диалектики

Хотя романтики с характерным для них интересом к истории культуры и подготовили в значительной степени философию Гегеля, тем не менее последний выступил как критик, с одной стороны, романтизма, а с другой — философии Канта. Романтизм Гегель критикует прежде всего за переоценку им значения человеческой субъективности, внутреннего мира личности, ее переживаний, а также связанный с этой гипертрофией "субъективного начала" культ "гениальности", "гения". Этот культ был характерен и для романтиков, и для Шеллинга. В отличие от них Гегель подчеркивает объективный момент как в деятельности и сознании человека, так и в истории в целом. Гегеля занимает проблема объективной логики исторического развития, а человеческие индивиды, в том числе и наиболее выдающиеся, рассматриваются им как орудия исторической необходимости, как те средства, с помощью

которых эта необходимость прокладывает себе путь. Однако логика истории предстает у Гегеля в извращенной форме — как логика Абсолютного духа, который через историю приходит к самопознанию, самораскрытию.

Возникновение реализма

В 30-х годах XIX в. значительное распространение в литературе и искусстве приобретает реализм. Развитие реализма в первую очередь связано с именами Стендаля и Бальзака во Франции, Пушкина и Гоголя в России, Гейне и Бюхнера в Германии. Реализм развивается первоначально в недрах романтизма и несет на себе печать последнего; не только Пушкин и Гейне, но и Бальзак переживают в юности сильное увлечение романтической литературой. Однако в отличие от романтического искусства реализм отказывается от идеализации действительности и связанного с ней преобладания фантастического элемента, а также от повышенного интереса к субъективной стороне человека. В реализме преобладает тенденция к изображению широкого социального фона, на котором протекает жизнь героев ("Человеческая комедия" Бальзака, "Евгений Онегин" Пушкина, "Мертвые души" Гоголя и т. д.). Глубиной понимания социальной жизни художники-реалисты иногда превосходят философов и социологов своего времени.

Натурфилософия и идея развития природы

Своеобразным посредником между гуманистически-историческим направлением мышления, с одной стороны, и натурфилософией Шеллинга, с другой, был великий немецкий поэт и натуралист Гёте. В Гёте сочетался интерес к природе, которую он рассматривал как единое развивающееся целое, и интерес к истории, прежде всего к истории искусства и поэзии.

Абсолютизация воли

Если философия Просвещения видела высшую способность человека в разуме, мышлении и соответственно высшим завоеванием человека считала знание, то в первой половине XIX в. появляются попытки переосмыслить и этот тезис Просвещения и усмотреть важнейшую способность человека в воле. Эти попытки имели место как во Франции в учении Мен де Бирана, так и в Германии — у Шеллинга в более поздний период его творчества, начиная с "Философского исследования о сущности человеческой свободы" (1810), у Франца Баадера, а также у Артура Шопенгауэра, который в сочинении "Мир как воля и представление" (1819) изложил систему волюнтаристской философии, послужившей основой позднейшего волюнтаризма Ницше, Клагеса и др.

Э. Кант и оформление позитивизма в философскую систему

В начале 30-х годов XIX в. оформляется в самостоятельное течение философской мысли позитивизм. В гносеологии это течение по сути дела продолжило традицию агностицизма Юма и Канта, провозгласив лозунгом науки отказ от попыток проникновения в сущность природных и социальных процессов, исследования причин явлений как в принципе непостижимых. Задача познания ограничивалась обобщенным описанием фактов. С точки зрения "позитивной философии", т. е. философии "положительного", неолекулятивного знания, теоретическое мышление, построение теорий, гипотез и т. д. не может дать "положительных" результатов, и частные науки как естественные, так и общественные, призваны собирать, систематизировать и классифицировать данные опыта, фиксируя те связи между явлениями, которые представляются "очевидными". Позитивисты считали, что наука может и должна отвечать лишь на вопрос "как", но не на вопрос "почему". Критерием истины они объявили здравый смысл большинства. Свою собственную роль позитивисты видели в классификации и обобщении наиболее важных достижений частных наук, в пропаганде этих достижений и в "искоренении" таким образом спекулятивных построений прежней философии.

Материалистические течения в первой половине XIX века

В 30-е годы усиливаются материалистические тенденции в науке и философии. Наиболее крупным представителем материализма этого периода был Людвиг Фейербах, примыкавший вначале к неогегельянкам.

Возникновение марксизма

К концу рассматриваемого периода относится возникновение марксизма, создавшего новую форму материализма — диалектический материализм, что означало подлинную революцию в философии. Осмыслив, с одной стороны, учение французских утопических социалистов с его резкой критикой пороков буржуазного общества, с другой — выдвинутое немецкой классической философией требование изучения логики исторического развития и разработанный ею диалектический метод, и, наконец, английскую политэкономия, а также учитывая достижения современного им естествознания, К. Маркс и Ф. Энгельс впервые подняли философию на уровень науки, превратили ее в идеологическое оружие пролетариата по революционному преобразованию мира. В своих работах они подытожили тот социальный опыт и те завоевания научной и философской мысли, которые были достигнуты в первой половине XIX столетия.

Сравнительная анатомия и морфология животных в первой трети XIX века

С увеличением знаний о строении животных, о их сходстве и различии по разным признакам расширились возможности для сравнительной анатомии и выросшей на ее основе морфологии как науки о закономерностях строения животных.

Большие успехи сравнительной анатомии- и морфологии и их применение для классификации животных связаны в первой трети XIX в. с именами Кювье и Жоффруа Сент-Илера.

Жорж Кювье родился в 1769 г. в небогатой семье отставного офицера. Интерес к зоологии возник у него под влиянием чтения "Естественной истории" Бюффона. Его развитию как биолога способствовала дружба с даровитым натуралистом К. Кильмейером. Блестящие знания в области зоологии Кювье приобрел путем самообразования, главным образом во время восьмилетнего пребывания в Нормандии в качестве домашнего учителя. В 1795 г. он по приглашению Этьена Жоффруа Сент-Илера приехал в Париж и в том же году стал профессором и членом Французского Института (Академии наук). Кювье отличался огромной трудоспособностью. Среди его самых значительных произведений надо назвать "Лекции по сравнительной анатомии" (1800—1805, в пяти томах), "Царство животных" (1817, в четырех томах), "Исследования ископаемых костей" (1812, в четырех томах; 4-е издание, в десяти томах), "Естественная история рыб" (1828—1833, в девяти томах), "История естественных наук" (посмертно, 1845, в пяти томах, под редакцией Сент-Ажа).

Сравнительная анатомия, систематика животных и палеонтология— три области, в которых работал Кювье, были в его творчестве внутренне связаны между собой и имели общую теоретическую основу.

Представление о природе организма сложилось у Кювье уже в 90е годы XVIII в.

В первой лекции курса по сравнительной анатомии (1790), ссылаясь на Канта ("Критики способности суждения"), Кювье писал: "Способ существования каждой части живого тела движется совокупностью всех прочих частей, тогда как у неорганических тел каждая часть существует сама по себе".

Позже, развив эту идею в принцип корреляции частей, Кювье сформулировал его следующим образом: "Всякое организованное существо образует целое, единую замкнутую систему, части которой соответствуют друг другу и содействуют, путем взаимного влияния, одной конечной цели. Ни одна из этих частей не может измениться без того, чтобы не изменились другие и, следовательно, каждая из них, взятая отдельно, указывает и определяет все другие". В качестве примера Кювье ссылаясь на строение хищника. Если кишечник этого животного устроен так, что может переваривать только свежее мясо, то у него должны быть соответственно построены челюсти; последние в свою очередь должны быть снабжены

зубами, пригодными для захвата и разрезания добычи; на его конечностях должны быть когти, чтобы схватывать и раздирать жертву; вся система органов движения должна быть приспособлена для ее преследования и ловли; органы чувств — чтобы замечать ее издали и т. д. Корреляция частей доходит до тончайших деталей. "Действительно, — пишет Кювье, — для того, чтобы челюсть могла схватить, ей нужна известная форма сочлененной головки, известное соотношение между положением сопротивления и силы с точкой опоры, известный объем височной мышцы, что требует известной площади ямки, в которой она лежит, и известной выпуклости скуловой дуги, под которой она проходит; скуловая дуга должна тоже иметь известную прочность, чтобы дать опору жевательной мышце". Однако есть случаи, когда взаимоотношение частей недостаточно ясно. Например, почему у животных имеется раздвоенное копыто и рога на лбу? На этот вопрос Кювье ответить не мог. Для этого нужно было изучить эволюцию соответствующих видов, а эволюцию Кювье не признавал. Идею корреляции Кювье использовал и для объяснения взаимоотношений организмов в природе (мухи не могут существовать без ласточек, и наоборот), и для построения "естественной системы" животных. В отличие от Линнея и других систематиков, он широко применял в целях классификации животных данные сравнительной анатомии. Он считал, что зоология и сравнительная анатомия взаимно дополняют друг друга, сравнительная анатомия дает материал для построения естественной системы животных, а создание такой системы необходимо для последовательного сравнения их органов.

Учение о параллелизме

Одним из важнейших обобщений в биологии XVIII — начале XIX в.; явилось учение о параллелизме онтогенетических стадий и ряда животных форм. Учение о параллелизме составило важный элемент общего воззрения на живую природу.

Дальнейшее развитие сравнительной анатомии

Заметных успехов достигла сравнительная анатомия и палеонтология в середине XIX в., в период, непосредственно предшествовавший появлению теории Ч. Дарвина. Во Франции А. Мильн-Эдвардс, в Германии Г. Бронн и В. Карус, в Англии Р. Оуэн, в Америке Л. Агаосис обогатили науку новым обширным фактическим материалом и важными теоретическими обобщениями.

Сопоставление частей животных Сравнительная анатомия и морфология животных в первой трети XIX века разных групп показывало, что есть части, встречающиеся у всех животных определенной группы, и части, которые у разных групп различны. Например, позвоночный столб имеется у всех животных, объединяемых по этому признаку в одну общую группу — позвоночных, тогда как среди представителей этой группы зубы имеют различное строение; есть позвоночные, которые имеют три основных типа зубов — резцы, клыки и коренные (человек и многие млекопитающие), есть животные, лишенные резцов в верхней челюсти (парнокопытные), имеющие только коренные зубы (неполнозубые) и т. д. Позвоночник, в данном примере, есть "необходимый", "преобладающий" признак, а зубы — "подчиненный". Степень "подчиненности" признаков бывает различной. Положение о разной степени значимости признаков при систематизации называется принципом "субординации признаков". Кювье заимствовал его у ботаника Антуана Жюссье и продуктивно использовал в зоологии. Исходя при составлении систематической группы из "преобладающего" признака, Кювье далее "спускался" к признакам "подчиненным" и "изменчивым" и тем самым доводил классификацию до более низких подразделений. Впрочем Кювье проводил исследования и в обратном порядке. При этом, поскольку в пределах групп с одинаковым образом жизни обнаруживается очень ясная взаимосвязь частей, отчетливо выступал принцип корреляции.

Сами органы Кювье описывал, сравнивал и классифицировал по их функции, продолжая традицию Аристотеля (органы движения, органы чувств и т. д.). Последовательное и строгое изучение органов разных видов животных в его "Лекциях" 1800

г. было шагом вперед в развитии сравнительной анатомии. Такое сравнительно-анатомическое изучение органов на небывало большом материале послужило основой для важных новаторских идей Кювье. В своей знаменитой книге — "Царство животных, распределенное по его организации для того, чтобы служить основой для естественной истории животных и введением в сравнительную анатомию" (1817) — он уже в самом этом названии подчеркнул связь систематики со сравнительной анатомией.

Взамен старой классификации Линнея и других ученых, а также вопреки идее о "лестнице существ", Кювье разделил все царство животных на четыре "ветви", которые он также называл "главными формами" или "общими планами". Позже, по предложению его ученик; Бленвиля, их стали называть "типами". Смысловое содержание этого термина в систематике несколько отлично от такового в морфологии.

Кювье различал четыре "ветви" ("типа") животного царства: "позвоночные", "моллюски", "членистые" и "лучистые". Он считал, что эти четыре "ветви" по своему строению резко разграничены, и между ними нет никаких переходных форм.

"Естественную систему" Кювье трактовал как такое распределение, в котором существа того же рода оказались бы более по-соседству, чем с теми, которые относятся к другим родам; роды одного и того же отряда более сближены, чем роды всех других отрядов и так далее. Он не ставил перед собой вопроса, чем объясняется такое соотношение форм. Возможно, он относил это к задачам отдаленного будущего.

Кювье не ограничивался изучением ныне живущих форм, а обратился также к ископаемым остаткам вымерших животных и стал одним из основоположников палеонтологии. Он исследовал остатки скелета ряда ископаемых позвоночных и определил их места в системе. Опираясь на свой принцип корреляции, Кювье оказался в состоянии с гениальной проницательностью установить характер и размеры утраченных частей скелета и восстановить скелет и внешний облик вымерших млекопитающих и рептилий по отдельным сохранившимся частям скелета. Он смело говорил: "Дайте мне одну кость, и я восстановлю животное". Его реконструкции исчезнувших животных произвели огромное впечатление на современников. Правда, у Кювье были на этом пути и ошибки.

Исследование ископаемых остатков животных показало, что многие из них принадлежат к исчезнувшим видам, ныне нигде на Земле не встречающимся. Выяснилось также, что в слоях земной коры, относящихся к различным геологическим периодам, заключены остатки различных видов животных. Это свидетельствует о том, что в разные периоды истории Земли происходила смена фаун (так, вымершие "яйцекладущие" позвоночные появились значительно раньше живородящих). Установление этого факта позволило Кювье создать метод определения давности геологического слоя.

Чтобы объяснить эти факты, Кювье, не любивший гипотез, прибег к самой неудачной гипотезе — теории катастроф, согласно которой в результате кратковременных катаклизмов (наводнение, землетрясение и т. п.) погибала якобы вся фауна определенного участка земной поверхности и ее заселяли затем совершенно другие животные.

Колоссальный фактический материал по сравнительной анатомии и палеонтологии, сведенный в "естественную" систему, а также методы Кювье послужили великолепной базой для дальнейшего развития зоологии и палеонтологии. И хотя он сам отвергал любые эволюционные представления своего времени, фактически собранный им материал служил обоснованию эволюции.

На иных теоретических позициях стоял другой выдающийся французский ученый, современник Кювье — Этьен Жоффруа Сент-Илер. Лозунгом всей его научной деятельности стали слова: "Природа создала все существа по одному плану, одинаковому в принципе, и бесконечно варьирующему в деталях".

Жоффруа родился в 1772 г. Среди его учителей был выдающийся французский кристаллограф Аюи (Гаюи), оказавший на него большое влияние. В 1793 г. бывший сотрудник Бюффона зоолог Добантон уговорил Жоффруа занять кафедру зоологии позвоночных животных, чтобы продолжать дело Бюффона.

В 1818 г. вышла первая, в 1822 г. вторая часть "Философии анатомии", главного теоретического сочинения Сент-Илера.

Свою концепцию о единстве типа он называл "теорией аналогов". Термином "аналоги" (это слово заимствовано у Аристотеля) Жоффруа обозначал одинаковые с точки зрения морфологии части тела, т. е. гомологичные. Суть концепции Жоффруа сводилась к следующему: животные построены по одному морфологическому типу или плану, гомологические части которых сохраняются у разных видов животных, независимо от формы и функции этих частей. Например, рука человека, как передняя конечность, гомологична передней ноге лошади, крылу птицы и т. д. Если же сравнивать их анатомическое строение, то можно обнаружить гомологию костей (кости плеча, предплечья и кисти), мышц, сосудов, нервов и т. д. Эта мысль, прочно вошедшая в науку, в ту пору была смелым новаторством благодаря обобщенности ее формулировки и четкому разграничению гомологического сходства от сходства по функции и по форме, что предшественники Жоффруа Сент-Илера признавали еще недостаточно ясно.

Жоффруа разработал два принципа: принцип коннексий и принцип уравнивания органов.

Принцип коннексий (взаимосвязи) частей или "материалов" означает, что гомологичные части всегда располагаются одинаково относительно смежных частей. Например, плечевая кость лежит выше локтевой и лучевой, тогда как эти две располагаются рядом и т. д. Этот "закон места" знали сравнительные анатомы старшего поколения — Кампер, Добантон, Вик дазир и другие, но не в столь общей и отчетливой форме.

Принцип коннексий яснее других в свое время осознал Гёте, когда в 1795 г. он строил "остеологический тип" позвоночных. Но Жоффруа не была известна работа Гёте, и он развивал этот принцип самостоятельно. Жоффруа рассматривал принцип коннексий как "компас", "Ариаднину нить" своих исследований единства морфологического типа животных. Он считал, что "орган будет скорее изменен, атрофирован, уничтожен, нежели перемещен". Нахождение места данной части было главным методом гомологизации у Жоффруа. И поныне после того, как были найдены другие критерии гомологизации, место, которое занимает морфологический "элемент" в системе организма, остается важным критерием гомологизации.

Несмотря на ошибки и слабые стороны теории Этьена Жоффруа Сент-Илера, она была значительным шагом вперед в развитии идеи гомологии, а в связи с этим идеи морфологического типа, морфологии вообще. Именно поэтому "теория аналогов" была полезной для эволюционного учения и построения филогенетической системы животных.

Принцип уравнивания или "балансирования органов" Жоффруа заимствовал, как и Гёте, у Аристотеля. Согласно этому принципу, орган достигает своего полного развития только за счет недоразвития другого органа из его системы или смежного с ним. Так, увеличение длины ног жирафа произошло, по мнению Жоффруа, за счет уменьшения величины туловища. В наше время этот принцип сохраняет свое значение в более сложной форме (см. Бергаланфи, 1949).

Рудиментарные органы, различные аномалии развития, которыми Жоффруа много занимался (он был одним из основателей науки об уродствах — тератологии, в частности экспериментальной), получили в свете его теории убедительное объяснение.

Стремясь распространить идею единства типа на беспозвоночных, Жоффруа пытался доказать, что раки и насекомые — те же позвоночные, у которых все внутренние органы помещаются внутри позвонков. Странно, что он при этом не считался с явным нарушением своего же принципа коннексий.

Жоффруа считал, что многообразие животных форм при общности плана строения ("многообразие в единстве", говоря словами Лейбница, на которого любил ссылаться Жоффруа Сент-Илер) можно объяснить влиянием окружающей среды. Он собирал и обсуждал различные факты, относящиеся как к области индивидуального развития, так и к

эволюции. Он считал очень многозначительными опыты своего друга Эдвардса (1824 г.) с задержкой метаморфоза у головастика в случае их длительного пребывания под водой.

В статье "О степени влияния окружающей среды на изменение форм животных" (1833) Жоффруа писал: "На наших глазах происходит превращение и переход от органических условий одного класса животных к условиям другого класса. Это имеет место у батрахий. Батрахия сначала, является как бы рыбой — под наименованием головастика, а затем рептилией (амфибией по современной номенклатуре.— Авт.) — под названием лягушки" \

Сравнивая индивидуальное развитие с систематическим рядом форм. Жоффруа видит между ними известный параллелизм. О роли этой идеи в биологии, которую до Жоффруа Сент-Илера развивали Кильмейер и немецкие натурфилософы, затем ученик Жоффруа Э. Серр и особенно И. Ф. Меккель, назвавший это явление "законом параллелизма", будет сказано далее. Здесь же важно отметить, что Жоффруа в связи с этой идеей высказал замечательную мысль — отношения между различными видами, переходы между ними обнаруживаются при изучении эмбрионов.

Развивая идеи Бюффона об изменчивости животных и сочувствуя идеям Ламарка, Жоффруа пытался показать превращение одного вида в другой на палеонтологических данных. Он изучил ископаемые остатки крупных, рептилий, похожих на крокодилов (к которым их отнес Кювье), и построил небольшой ряд из четырех родов семейства телеозавров, связывающий современных крокодилов с их вымершими предками. Он уверенно заявил, что "ныне живущие животные происходят через непрерывную цепь поколений от вымерших животных преддильювиального периода" Жоффруа был убежден в трансформации органических форм. Особенно активно он стал отстаивать эту идею в 30-е годы.

По склонности к широким научным обобщениям, отстаиванию идеи единства органического мира Жоффруа был близок к немецким натурфилософам своего времени.

Из сказанного о научных воззрениях Кювье и Сент-Илера достаточно ясно видны противоречия между их взглядами и различия в методах их работы. Это привело к столкновению на знаменитом диспуте в Париже в 1830 г.

Учение о типе помимо Кювье и Жоффруа и независимо от них разрабатывали В. Гёте и К. М. Бэр.

Понятие морфологического типа собственно впервые было сформулировано Вольфгангом Гёте. Свое учение о морфологическом типе Гёте изложил в статье "Первый набросок общего введения в сравнительную анатомию, исходя из остеологии" (1795) и в "Лекциях" по первым трем главам этого наброска (1796). Обе эти работы были напечатаны только в 1820 г., уже после выступления Жоффруа с аналогичными идеями. В своем учении о морфологическом типе Гёте исходил главным образом из идеи Бюффона об изменчивости органических форм, изложенной им в "Естественной истории". Гёте развил ее дальше и ясно проиллюстрировал на "остеологическом типе" млекопитающих.

Гёте стремился теоретически обосновать существование морфологии как особой биологической дисциплины. Само название "морфология" предложено Гёте. Он характеризовал ее как науку об "образовании и преобразовании органических существ", трактуя форму и строение организмов как динамический процесс, происходящий во времени. По его представлениям, тип обнаруживается в своих бесчисленных "метаморфозах", т. е. во множестве реальных образов, являющихся как бы его вариантами, для которых он служит "законом", тип — нечто постоянное в бесконечных переменах. Так, у разных видов млекопитающих в состав черепа входят те же самые кости. Вместе с тем у каждого вида эти кости имеют свои особенности, а у каждого индивидуума та же самая кость известным образом меняется в процессе индивидуального развития; она всегда та же и вместе с тем в разное время иная.

Гёте образно называл тип Протеем, именем того мифического божества греков, который легко менял свой облик, оставаясь самим собой. Введение в представление о типе

временного элемента выгодно отличало морфологию Гёте от сходной морфологии Жоффруа, который мыслил тин более статично.

Бэр подошел к проблеме типа с точки зрения своей специальности (см. V схолию в "Истории развития животных", т. 1, 1828). Изучая зародышей разных стадий развития различных позвоночных, Бэр обнаружил, что на самых ранних стадиях зародыши даже далеких видов столь похожи, что их трудно различить. В процессе развития у них все более выявляются конкретные особенности — сначала класса, потом отряда, семейства и т. д. и, в конце концов, данной особи. На основании эмбрионального развития Бэр установил четыре "основных типа" животных, которые совпали с четырьмя типами Кювье, полученными на основании сравнительно-анатомических данных.

В споре между Кювье с Жоффруа Сент-Илером Бэр был на стороне Кювье, а Гёте — на стороне Сент-Илера.

Возникновение палеонтологии

Палеонтология как самостоятельная наука возникла на рубеже XVIII и XIX вв. Ее основателем был Ж. Кювье.

Свои исследования по ископаемым животным он сознательно начал с крупных млекопитающих потому, что современные их виды были относительно хорошо известны и, как полагал Кювье, имелось больше средств убедиться, принадлежат ли ископаемые кости одному из живущих или к исчезнувшему виду.

Первым в серии вымерших видов, открытых Кювье, был мамонт. Изучение мамонта началось задолго до Кювье. По инициативе известного государственного деятеля В. Н. Татищева в 1720 г. Петр I издал указ о поисках в Сибири полного скелета или хотя бы черепа мамонта. В результате в Петербург поступило несколько черепов и много других костей древнего животного. После сопоставления с костями слона петербургские академики в 1728 г. пришли к выводу, что мамонт — слон. Один из черепов в 1724 г. в Иркутске видел и зарисовал Д. Мессершмидт, отметив некоторые его особенности. Этот рисунок был опубликован в 1733 г. в Англии и очень пригодился Кювье.

О мамонте как особом, вымершем виде, отличающемся от живущих ныне слонов, особенно в строении коренных зубов, Кювье сообщил в специальном докладе в январе 1796 г. в Парижском институте (Французская Академия наук). С этим открытием палеонтология обрела свой предмет. С него началось документальное изучение истории органического мира. Оно было первым сильным ударом по теории вечности видов.

По подсчетам Кювье, им было определено и описано более 150 видов. Из них более 90 принадлежат к новым видам, а 60 к новым родам. Четверть видов относится к яйцекладущим, а все остальные к млекопитающим, большей частью копытным¹ нежвачным. Из слоев вторичной (мезозойской) эры, бывшей временем господства пресмыкающихся, он описал гигантского хищного ящера — мегалозавра, плавающих ящеров — ихтиозавра, плезиозавра и мезозавра, летающего ящера — птеродактиля. В третичных слоях Кювье открыл и описал группу новых родов, которые, по его словам, приближаются к тапирам, носорогам и верблюдам. Среди них наиболее известны палеотерий и антракотерий. Из слоев более позднего времени им описаны: новый вид морских млекопитающих, близких к кашалоту — цифиус, новый род хоботных — мастодонт, ряд видов носорогов, оленей, медведей, новый род неполнозубых — мегатерий, гигантский наземный ленивец-мегалоникс.

При описании ископаемых животных Кювье применял те законы, которые он установил в сравнительной анатомии. Исходя из закона соподчинения (корреляции) органов и соотношения функций, он по разрозненным частям скелета воссоздавал облик вымерших форм, выяснял положение их в системе животного мира, определял образ жизни.

Сам Кювье не выделял изучение ископаемых в особую науку. Он описывал их вместе с современными животными. Термин "палеонтология" появился впервые в начале 20-х годов XIX в. Но именно Кювье был подлинным основателем палеонтологии, ибо именно он показал первостепенное значение следов былой жизни для исторической геологии, без

которых она была невозможна, и применил к исследованию ископаемых самые совершенные для своего времени методы биологического исследования.

Труды Кювье служили образцом для исследователей ископаемых позвоночных животных. Большое значение имело пятитомное "Исследование об ископаемых рыбах" (1833—1843) Л. Агассиса. Основателем палеонтологии беспозвоночных справедливо считается Ламарк. В его семитомном труде "Естественная история беспозвоночных животных" (1815—1822) была дана сводка и по ископаемым, которые рассмотрены в общей системе с современными. Задачу описания ископаемых и в первую очередь моллюсков осуществили в Англии отец и сын Соверби, в Италии — Брокки, в Германии — Гольдфус и Мюнстер. Во Франции над полной сводкой по ископаемым беспозвоночным под названием "Палеонтология Франции" многие годы трудился д'Орбиньи. Большую работу по описанию и сравнению ископаемых растений с современными проделали К. Штернберг в Чехии и А. Броньяр во Франции. Ими была установлена последовательность в появлении основных групп растительного мира, заложены основы классификации ископаемых растений. Броньяр вместе с Кювье составили "Геологическое описание окрестностей Парижа" (1811), в котором осуществлено разделение третичных слоев палеонтологическим методом.

Для развития палеозоологии и палеоботаники в России в первой половине XIX в. много сделали Г. И. Фишер, Х. И. Пандер, С. С. Куторга, Э. И. Эйхвальд, Я. Г. Зембницкий, К. Е. Мерклин, и, особенно К. Ф. Рулье.

Кювье был противником идеи эволюции. Смену фаун, запечатленную геологической летописью, он объяснял катастрофами.

Прошлое, по его мнению, принципиально отличается от настоящего: "нить событий прервалась, ход природы изменился". В прошлом действовали и совершали перевороты иные, более мощные, чем сейчас, силы. Перевороты происходили внезапно и состояли в катастрофических наводнениях и осушениях, обусловленных движениями материков и морского дна с разрывами и опрокидыванием слоев. "Бесчисленные живые существа становились жертвой катастроф". При последней катастрофе, оставившей валунные наносы, крупные четвероногие погибли, окутанные льдом. Их замороженные трупы находят и сейчас в Сибири. Кювье игнорировал тот факт, что труп мамонта, открытый в 1799 г. и подробно исследованный в 1806 г. экспедицией Петербургской Академии наук во главе с Адамсом, имел длинную шерсть и другие признаки обитания в холодном климате.

После очередной катастрофы наступало временное затишье, и материки, освободившиеся от морского покрова, заселялись новой фауной, приходившей "из других мест". Кювье считал, что "мы находимся теперь по крайней мере среди четвертого последовательного ряда поколений наземных животных" 2. Между старой и новой фаунами нет никакой преемственной связи. Виды в прошлом были так же постоянны, как и ныне. Никаких переходных форм между старыми и новыми формами не обнаруживается, да и катастрофа, губившая старые виды, "не оставила им времени для изменения"

Теория катастроф Кювье не была оригинальной. Он заимствовал из восточных космогонии и некоторых философских систем идею о чередовании эпох разрушения и создания. Ею пользовались и некоторые предшественники Кювье, например Ш. Бонне. Теория Кювье во многом соответствовала и геологической концепции нептунистов, изображавших прошлые геологические процессы принципиально иными, чем нынешние. Всю историю Земли Кювье укладывал, согласно со Священным Писанием, в 7000 лет; последней катастрофой считал библейский потоп. Если Кювье воздерживался говорить о повторных актах творения, допуская, что морские животные могли пережить катастрофу, то его ученики и последователи вынуждены были признать многократность творческих актов. Так, д'Орбиньи в своем "Элементарном курсе палеонтологии и стратиграфической геологии" (1849—1852) писал: "Двадцать семь раз отдельные акты творения последовательно заселяли всю Землю новыми растениями и животными вслед за каждым геологическим переворотом, который уничтожал все живое в природе"

Такого взгляда сознательно или бессознательно придерживались многие палеонтологи — стратиграфы, работавшие в первой половине XIX в. над палеонтологическим обоснованием разделения слоев. Все их стремления были направлены на то, чтобы выделяемые ими стратиграфические подразделения обладали своими специфическими видами, которых нет в подстилающих и покрывающих слоях. В середине века было известно уже свыше 18 000 видов ископаемых беспозвоночных животных. Их д'Орбиньи разделял между 27 геологическими ярусами. Вот почему ему потребовалось 27 творческих актов. Теория катастроф в известной мере способствовала выработке четких стратиграфических подразделений летописи Земли.

К началу 40-х годов труды многих геологов и палеонтологов по классификации слоев на основе палеонтологического метода завершились разработкой геологической хронологии. Сделано это было столь основательно, что выработанные тогда крупные подразделения слоев и времени без существенных изменений сохранились в хронологии современной геологии.

Планетарное значение геологической хронологии, стратиграфическим эталоном которой были геологические напластования Европы, подтвердилось последующими исследованиями на других материках.

Хронологическая классификация слоев, составляющих геологическую летопись, практически осуществлялась по остаткам беспозвоночных животных, служивших руководящими окаменелостями. Это дало возможность выяснить и хронологическую последовательность остатков позвоночных животных и растений. Таким образом, геологическая хронология есть хронология истории Земли и жизни. Создание ее — крупнейшее достижение естествознания первой половины XIX в.

О том, какие сдвиги в сознании производили палеонтологические открытия, хорошо сказал современник Кювье, выдающийся астроном и математик Лаплас. "Бесчисленные виды исчезнувших животных. разве не указывают на стремление к изменению в вещах, по-видимому, самых неизменных?" 2.

Как ни велико объективное значение палеонтологических фактов для формирования исторического взгляда на природу, в первой половине XIX в. они не получили эволюционного истолкования. Ламарк, выступивший со своей эволюционной теорией в начале века, почти не пользовался данными палеонтологии, они были тогда еще скудными. Жоффруа Сент-Илер в результате исследования ископаемых крокодилов пришел к заключению о происхождении современных рептилий от ископаемых форм. Но его вывод относился лишь к одной группе животного мира.

Кювье отметил в своих палеонтологических работах прогрессивное усложнение организации в ряду животных. Новые палеонтологические факты окончательно подтвердили, что восходящий порядок от низших к высшим оказывается не только морфологическим, но и хронологическим рядом.

Казалось бы, что запечатленное в геологической летописи Земли прогрессивное усложнение организмов должно было бы послужить для торжества эволюционной идеи. Однако этого не случилось. Большинство натуралистов во главе с Кювье видело в прогрессивном усложнении лишь смену видов, не имевших преемственной, родственной связи между собой. Одни, например Л. Агассис, видели здесь проявление творческой мысли творца, совершенствовавшего виды при их создании. Другие, например немецкий зоолог и палеонтолог Г. Брони, связывали закон совершенствования с действием особой непознаваемой силы. И в том, и в другом случае говорилось о "прогрессивном развитии", хотя никакого развития в современном понимании этого слова не допускалось. Под "прогрессивным развитием" понимали многократные акты творения, следовавшие за очередными катастрофами.

В работах некоторых зоологов этого периода, занимавшихся исследованиями в области палеонтологии, содержались отдельные высказывания об эволюции органического мира. Однако их значение нельзя переоценивать. Поскольку они не были подкреплены

солидным геологическим обоснованием, они не были достаточно убедительны, и большинство палеонтологов и геологов отвергало идею эволюции. Слишком велико было влияние авторитета Кювье и его теории катастроф.

Для научного истолкования фактов, добытых палеонтологией, в духе эволюционной теории геологи и палеонтологи должны были освободиться от груза теории катастроф. Но идеи Бюффона, Геттона, Ламарка и других ученых об эволюционном изменении поверхности Земли и длительности ее существования требовали подтверждения фактами. Эту задачу разрешил английский геолог Ч. Лайель. Его книга "Основы геологии", опубликованная в 1830—1833 гг., имела, по его словам, целью показать, что, начиная с самых отдаленных времен, никогда не действовали никакие другие причины, кроме тех, которые действуют и теперь, и никогда они не действовали с иной силой, чем та, которую они проявляют в наши дни. На основании огромного фактического материала Лайель доказал, что для объяснения крупных геологических изменений в прошлом нет никакой нужды прибегать к гипотезе катастроф. Медленно, повседневно работающие геологические силы нашего времени способны произвести огромные изменения, если они будут действовать в течение длительного геологического времени.

Прошлое и настоящее, по Лайелю, являются как бы однозначными системами. Следовательно, геологическое прошлое нужно изучать, исходя из настоящего. Для этого он разработал метод исследования, известный под названием актуалистического. Согласно данному методу, современные геологические процессы, лежащие ныне в основе образования осадков и горных пород, дают ключ к восстановлению условий прошлого, запечатленного в геологических слоях. Актуалистический метод постепенно вошел в геологию и доныне в преобразованном виде остается ее главнейшим методом, хотя в своей первоначальной форме он имел существенный недостаток. По словам Энгельса, он заключался в том, что Лайель считал действующие на Земле силы постоянными, — постоянными как по качеству, так и по количеству. Актуалистический метод требует поправок, особенно когда вопрос касается древнейших периодов истории Земли.

Усвоение геологической теории и актуалистического метода Лайеля происходило медленно. Для сторонников старых взглядов было слишком очевидно, что признание учения Лайеля повлечет за собой признание эволюции органического мира, а затем и животного происхождения человека.

Освободив геологию от теории катастроф, Лайель доказал, что исчезновение видов происходило постепенно и что оно было следствием естественного вымирания под влиянием изменения условий. Но объяснить, как возникали новые виды, он отказался. По его словам, это "тайна из тайн".

Немногие сторонники эволюционной идеи воспользовались данными о "прогрессивном развитии", но истолковали их как следствие изначально заложенного в организмах стремления к совершенствованию. Так толковал "прогрессивное развитие" и Р. Чемберс в известной книге "Следы творения" (1844).

Идею подлинного исторического развития в связи с данными геологии и палеонтологии в той или иной мере высказывали в первой половине XIX в. Х. И. Пандер, д'Омалиус, Л. фон Бух, Б. Котта и др. Последовательно эволюционное толкование фактам палеонтологии давал профессор зоологии Московского университета К. Ф. Рулье, который много сделал для изучения геологии и ископаемых организмов Подмосковья.

Общее состояние эмбриологии животных к началу XIX века

Кризис "старой метафизики", отчетливо наметившийся во второй половине XVIII в., о чем подробно говорилось в предыдущих главах, проявился в этот период и в учении об индивидуальном развитии организмов.

Почти одновременно с "нападением" Канта (1755) на учение о вечности солнечной системы Каспар Вольф (1759) выдвинул принцип эпигенеза, согласно которому развитие организмов представляет собой не просто развертывание и рост зачатков, изначально

присутствующих в зародыше, но и процесс новообразования. Тем самым была заложена основа науки о развитии индивидуума — эмбриологии. Время между работами Вольфа и тем периодом, когда эмбриология благодаря трудам Пандера, Бэра, Ратке и Рускони оформилась в самостоятельную отрасль биологии, отмечено главным образом распространением натурфилософии, сыгравшей в истории учения об индивидуальном развитии в значительной мере отрицательную роль. Натурфилософы придавали значение не столько эмпирическому изучению явлений природы, сколько интуиции и суждениям по аналогии. На этих путях делались произвольные и часто совершенно фантастические допущения, наряду, впрочем, с правильными, но не аргументированными догадками. Подобного рода догадками натурфилософы (Окен в Германии, Велланский в России) подменяли подлинное знание также и в области явлений развития зародыша. Поэтому столь важно было проследить эти явления на легко доступном объекте, описать их и точно изобразить с помощью тщательно выполненных рисунков. Многие детали развития, особенно относящиеся к ранним стадиям, оставались неизвестными и требовали тщательного изучения. По инициативе профессора Вюрцбургского университета И. Деллингера это исследование провел в 1816 г. уроженец Риги Х. И. Пандер, который вместе с К. М. Бэром изучал у Деллингера сравнительную анатомию. Только в работах Пандера и особенно Бэра учение о развитии зародыша впервые встало на почву хорошо установленных фактов, и одновременно в эмбриологию был введен наряду со сравнением отдельных стадий метод прослеживания всего процесса развития зародыша на всех его стадиях, начиная от яйца.

Исследования Х. Пандера. Открытие зародышевых листков

Сочинение Пандера "Об истории превращений насиженного яйца в течение первых пяти дней" (1817) сообщало новые факты и продемонстрировало новые методы исследования развивающегося зародыша (отделение желточной оболочки от бластодермы, а бластодермы от желтка при погружении его в воду; наблюдение с помощью лупы и сложного микроскопа в падающем свете на черном фоне); оно иллюстрировано превосходно

Открытие яйца млекопитающих и последующие эмбриологические исследования К. Бэра

Бэр имел возможность непосредственно следить за работой Пандера и обсуждать с ним результаты наблюдений над развитием куриных зародышей. Однако не личное общение с Пандером, ни внимательное чтение его работы не привело Бэра к ясному пониманию описывавшихся Пандером явлений. Бэр пришел к выводу, что развитие зародыша требует более углубленного изучения, однако, он сам смог взяться за эту работу лишь несколько лет спустя. Исследуя эмбриональное развитие птиц и млекопитающих, Бэр сделал в 1827 г. важное открытие: он обнаружил яйца в яичнике млекопитающих и человека. До этого за яйца принимали крупные пузырьки на поверхности яичника, которые в XVII в. описал голландский анатом Р. де Грааф. Сначала у собаки, а затем и у других млекопитающих (коровы, свиньи, овцы и кролика, а также у человека) Бэр установил, что истинным яйцом является маленькое округлое тельце, прилежащее изнутри к стенке фолликула яичника, или граафова пузырька.

Топографическая теория зародышевых листков

Одно из центральных положений эмбриологии начала XIX в. (намеченное Вольфом, твердо установленное Пандером и детально разработанное Бэром) состоит в утверждении, что ранний зародыш образован лежащими друг поверх друга слоями или зародышевыми листками. Предшественники Бэра (Вольф и Пандер) констатировали этот факт только применительно к куриному зародышу, а Бэр распространил учение о зародышевых листках на всех позвоночных.

Первые исследования дробления

Во втором томе "Истории развития животных" (1837) Бэра помимо сведений о формировании яйца в яичнике курицы и о строении отложенного яйца, а также детального описания формирования отдельных органов и систем органов куриного зародыша, изложены результаты наблюдений над развитием млекопитающих, рептилий, амфибий и рыб. Наибольшее значение для последующего прогресса эмбриологии имело исследование Бэра, касающееся ранних стадий развития амфибий и, в частности, процессов дробления яиц. Дробление яиц лягушки примерно за десять лет до того наблюдали французские исследователи Прево и Дюма, однако существо этого процесса осталось для них непонятным. По меткому выражению Бэра, Прево и Дюма "в буквальном смысле слова остались на поверхности явления", так как они описали в яйце только сеть поверхностных борозд, не подозревая, что эти борозды проникают в глубь яйца и разделяют его на обособленные части.

Основные итоги эмбриологических исследований в первой половине XIX века

Исследования эмбриологов рассматриваемого периода сделали источником обобщений, оказавших существенное влияние на развитие различных областей биологии в последующее время. Первой половиной XIX в. датируется введение в эмбриологию сравнительного метода, позволившего не только сопоставить ход зародышевого развития представителей разных классов позвоночных, но и сравнить морфологические закономерности онтогенеза позвоночных и беспозвоночных. При этом были обнаружены как признаки различия в эмбриональном развитии животных разных типов и классов, подкреплявшие сложившиеся у сравнительных анатомов представления о типах организации, так и признаки сходства, наличие которых позволило сформулировать справедливую для всех многоклеточных животных теорию зародышевых листков. Эта теория, ставшая во второй половине XIX в. одной из основ теории Дарвина, выросла на базе топографической теории зародышевых листков, созданной в первой половине века.

Изучение оплодотворения

После того как К. Бэр открыл яйцо у млекопитающих (1827), окончательно сложилось представление о том, что именно яйцо является материальным началом образования зародыша в женском организме. В то же время вопрос о роли мужского начала в образовании зародыша по-прежнему оставался спорным. Продолжало господствовать представление о том, что не сперматозоиды, а семенная жидкость несет оплодотворяющее начало. Сперматозоидам отводили второстепенную, вспомогательную роль в процессе оплодотворения, считая, что они лишь смешивают семенную жидкость и переносят ее к яйцу, хотя еще исследования Якоби, Спалланцани, Прево и Дюма убедительно показали непосредственное участие сперматозоидов в процессе оплодотворения.

Развитие систематики животных

Во второй половине XVIII в. господствующее положение в зоологической систематике занимала система Линнея. Она была основана на убеждении в независимом происхождении видов, и представляла собою наиболее разработанную для того времени искусственную систему. Не удивительно поэтому, что уже к исходу XVIII в. в зоологии накопилось множество фактов, не укладывавшихся или даже противоречащих этой системе. Возникла необходимость в реформе зоологической систематики. Ее подготовила труды большого числа зоологов, но главным образом она связана с исследованиями трех выдающихся французских ученых — Ламарка, Кювье и Этьена Жоффруа Сент-Илера.

Реформа систематики в трудах Ламарка, Этьена Жоффруа Сент-Илера и Кювье

Ламарк пересмотрел классификацию Линнея и создал оригинальную систему, которую изложил в "Системе беспозвоночных животных" (1801) и "Философии зоологии"

(1809). Он разделил всех животных на две основные группы — беспозвоночных и позвоночных, а затем подразделил их на 14 классов вместо 6 в системе Линнея. Группа "червей" системы Линнея разделялась на три класса: плоские, круглые и кольчатые черви. Это деление сохранилось до настоящего времени. Кроме того, Ламарк удачно сгруппировал отряды, особенно класса птиц и млекопитающих.

Систему животных, по Ламарку, можно представить в следующем виде:

- 1-й класс — инфузории
- 2-й класс — полипы
- 3-й класс — лучистые
- 4-й класс — черви
- 5-й класс — насекомые
- 6-й класс — паукообразные
- 7-й класс — ракообразные
- 8-й класс — кольчецы
- 9-й класс — усоногие
- 10-й класс — моллюски
- 11-й класс — рыбы
- 12-й класс — рептилии
- 13-й класс — птицы
- 14-й класс — млекопитающие

Позднее в "Аналитической системе положительных знаний человека" (1820) Ламарк выделил еще два класса — оболочников и раковинных.

Человек был помещен на вершине родословного древа позвоночных. Однако, для того чтобы не вступать в открытый конфликт с официальным церковным вероучением, он вынужден был сделать оговорки о его ином происхождении.

Наряду с неоспоримыми достоинствами система животных Ламарка имела серьезные недостатки. Так, среди позвоночных животных амфибии остались искусственно объединенными с рептилиями, однопроходные (утконос и ехидна) были отнесены к классу птиц, отряд водных млекопитающих (тюлени, моржи, ламантины) был составлен на основании одной лишь внешней формы. Среди беспозвоночных животных к инфузориям Ламарк отнес большую часть простейших и даже личинок сосальщиков (церкарий), вследствие чего характеристика этого класса оказалась крайне неудачной. В класс полипов были включены губки, мшанки, некоторые оболочники и гидроиды. В классе лучистых, на основании чисто произвольных признаков, были собраны иглокожие, медузы, оболочники и даже ночесветка из простейших.

Причина многих недостатков системы Ламарка была обусловлена главным образом тем, что в угоду принципу о постепенном градационном усложнении организации животных он выделил шесть ступеней организации, которые не были таксономическими понятиями, и в ряде случаев "подгонял" под созданные им ряды те или иные группы животных, почему они часто оказывались искусственными.

Руководствуясь принципом "градации" и "постепенного совершенства организации", Ламарк создал первую генеалогическую таблицу животного царства.

Система Ламарка и его генеалогическая схема оказали существенное влияние на дальнейшее развитие систематики, так как они вели к осознанию родства между различными органическими формами и представляли собой первую попытку построить эволюционный ряд животных.

К пересмотру системы животного мира стремился также Жоффруа Сент-Илер. Он исходил при этом из своего учения о единстве плана строения животных. В 1796 г. он впервые установил единство сумчатых животных с плацентарными млекопитающими, а в 1802 г. описал новый род кистеперых рыб — *Polypterus*, который оказался промежуточным звеном, связавшим наземных позвоночных с первичными водными позвоночными. За период с 1803 по 1806 г. Жоффруа опубликовал около десяти монографий с описанием большого

количества новых родов и видов животных. Например, в подклассе сумчатых, которых Жоффруа включил в класс млекопитающих, было выделено семейство сумчатых грызунов (Peramelidae) и семейство сумчатых куниц (Dasyuridae), ранее относившихся к сумчатым крысам (Didelphiidae). Он описал новые роды и виды сумчатых грызунов, в том числе сумчатую мышь и сумчатого барсука.

Значительное место в работах Жоффруа по систематике занимало изучение отряда приматов. Он установил и описал 18 новых родов, 15 видов и один подвид, разделил всех приматов на широконосых обезьян Нового Света и узконосых — Старого.

Однако в эти годы Жоффруа Сент-Илер еще не выходил за пределы изучения отдельных классов и не ставил вопрос о филогенетических связях между ними. Убедившись в единстве организации в пределах отдельных классов животных, Жоффруа смог присоединить сумчатых и однопроходных животных к классу млекопитающих и высказать предположение о существовании более широкого единства между всеми позвоночными животными.

Для доказательства единства между классами млекопитающих, птиц, рептилий (вместе с земноводными) и рыб Жоффруа Сент-Илер в течение 1807 г. провел серию сравнительно-анатомических исследований черепов эмбрионов млекопитающих и черепов взрослых животных, относящихся к другим классам позвоночных. В результате ему удалось установить, что все основные кости, составляющие череп млекопитающих (лобные, височные, решетчатые, клиновидная, челюстная, затылочная и др.) имеются у животных всех других классов позвоночных.

Эти исследования были первым и важным шагом на пути к объединению четырех изолированных классов линнеевской системы в единый тип.

Выдающиеся заслуги в области систематики животных принадлежат также Кювье. Именно с его работами главным образом и связывают реформу зоологической систематики в начале XIX в.

Руководствуясь сравнительно-анатомическим методом, одним из создателей которого он был, Кювье выделил те признаки строения животных, которые позволили ему в 1812 г. сгруппировать всех животных в четыре типа или ветви. Тем самым были заложены основы учения о типах в зоологии. Главными критериями деления животных на четыре типа организации Кювье считал особенности строения нервной системы, скелета и органов кровообращения.

Первый тип — позвоночные (Vertebrata) — состоял из млекопитающих, птиц, рептилий (вместе с амфибиями) и рыб. Он был определен совместно с Жоффруа.

Второй тип — мягкотелые (Mollusca) — состоял из пяти классов моллюсков: головоногих, крылоногих, плеченогих, безголовых (вместе с оболочниками) и усконогих. Положение ракообразных выяснено не было.

Третий тип — членистые животные (Articulata) — включал в себя четыре класса: кольцецов, к которым были отнесены лопатоногие моллюски, ракообразных, паукообразных и насекомых.

И, наконец, четвертый тип — лучистые (Radiata), куда входили пять классов: иглокожие, интестинаты (Polyzoa, круглые черви, немуртины; плоские черви), стрекающие (медузы, ктенофоры, сифонофоры), полипы (остальные кишечнополостные и губки) и инфузории (простейшие и коловратки).

Последний тип оказался наименее удачным, так как в нем были собраны все беспозвоночные животные, кроме моллюсков, членистоногих и кольцецов. Он по существу представлял собой линнеевский отряд зоофитов.

Характеристика теории типов Кювье дана в главе 12, поэтому нет необходимости возвращаться здесь к этому вопросу. Нужно, однако, отметить, что при построении своей системы Кювье не избежал определенного влияния идеи "повышения организации". Это видно из расположения им типов в порядке убывающей степени совершенства организации входящих в них животных, однако это имело часто формальное значение. В равной мере, под

понятием родственных отношений, которые он отмечал между отдельными видами, он подразумевал только близость в отношении строения.

Теория типов Кювье, несмотря на то что автор придал ей метафизическое толкование, оказала огромное влияние на дальнейшее развитие систематики, так как она открывала широкие возможности для выяснения и отражения в систематике единства организации животных в пределах типов.

М. Бэр и разработка теоретических проблем систематики

Независимо от Кювье к учению о четырех типах животного мира пришел К. М. Бэр. Идея типов возникла у него в ходе исследований по систематике и сравнительной анатомии еще в 20-х годах XIX в., однако полное и законченное выражение учение Бэра о типах получило в его работах по эмбриональному развитию животных.

Бэр считал, что искусственные и естественные системы не имеют ничего общего, что они несовместимы, противоположны по существу и служат различным целям. Искусственные системы, по мнению Бэра,— всего лишь реестры для быстрого отыскания той или иной формы. Виды в такой системе группируются по произволу человека. В естественной же системе группировка видов производится по признакам "сродства" ¹ для выяснения главных, основных форм.

В основе построения естественной системы животных должны лежать, по мнению Бэра, два основных принципа: 1) животных следует группировать только по совокупности признаков, важнейшим из которых является тип строения нервной системы и 2) связь между группами организмов нельзя представлять в виде непрерывного восходящего ряда форм, причем главные подразделения естественной системы, по мнению Бэра, должны располагаться, параллельно друг другу.

В этой связи представляет интерес классификация животных, предложенная К. Рудольфи (1812), о которой Бэр писал, что это "весьма естественная классификация, которая в основном совпадала бы с той, какую я думаю предложить, если только отделить лучистых животных от моллюсков и членистоногих, с которыми они не имеют ничего общего". Главное достоинство системы Рудольфи Бэр находил в том, что "систематические группы были в ней расположены не в один прямой ряд, а параллельно друг другу". Правда, система Рудольфи несколько нарушала первый принцип Бэра: она была построена исключительно на основе типа нервной системы.

В 1827 г. Бэр опубликовал работу "Отношения сродства среди низших форм животных", в которой он достаточно ясно противопоставил идее единого восходящего ряда форм свое представление о типичных формах. Согласно этому представлению, каждое семейство, входящее в любой класс, представлено наиболее типичными формами, составляющими центр данной группы. Вокруг этого центра располагаются менее типичные формы, отклоняющиеся от первых по каким-либо признакам; причем чем больше это отклонение, тем дальше они отстоят от центра.

Схему отношений между систематическими группами животных Бэр иллюстрировал на примере отношений внутри класса млекопитающих. Ядро млекопитающих составляют, по его мнению, четвероногие, среди которых главными группами являются жвачные, грызуны и хищные. Ядро хищных в свою очередь образуют: кошки, собаки, гиены, куницы и вонючки.

Из центра сферы, образованной хищными животными, переход, к грызунам совершается через насекомоядных, в чем можно убедиться, рассматривая, например ежа. В то же время хищники переходят в рыбообразных млекопитающих, которые через таких животных, как речная выдра и моржи, связываются с дельфинами, относящимися уже к отряду китов. Другая же ветвь хищных через Potto (цепкохвостый медведь) сближается с четверорукими.

В 1828 г. на основе эмбриологических данных Бэр подразделил животный мир на следующие четыре типа:

1. Периферический тип — некоторые инфузории, ризостомы, медузы, морские ЗЕезды. Центр противоположен периферии, органы расположены: лучеобразно вокруг срединного пункта, движение совершается во всех направлениях. Этот тип соответствует типу лучистых в старых классификациях.

2. Удлиненный, или членистый тип, — волосатики, кольцецы, ряд членистых животных. Ротовое и анальное отверстия находятся на концах тела. Кишечник, нервная и сосудистая системы проходят вдоль тела. Симметрия двусторонняя.

3. Тип массивный, или моллюски. К этому типу кроме моллюсков отнесены низшие формы коловраток и инфузорий с закрученной формой тела. Симметрия у представителей этого типа всегда отсутствует. Анальное отверстие расположено вправо от ротового, кишечник имеет вид дуги или спирали.

4. Тип позвоночных.

Сопоставляя теорию типов Кювье и Бэра, нетрудно обнаружить между ними принципиальные различия. Они проявляются прежде всего в самом методе выделения типов. При делении животного мира на четыре типа Кювье основывался исключительно на сравнительно-анатомических данных, а Бэр учитывал также тип эмбрионального развития. Кювье рассматривал типы как морфолого-систематические категории, абсолютно не связанные друг с другом группы животного царства, неизменные с момента их появления. Бэр же понимал под типом не только особый план строения, но и особый тип развития. И, наконец, в отличие от Кювье, Бэр допускал возможность выделения дополнительных типов и существования между ними промежуточных форм. В частности, им были высказаны соображения об обоснованности выделения иглокожих в самостоятельный пятый тип, строение которых напоминает голотурий.

К. М. Бэр и разработка теоретических проблем систематики

Создание учения о типах и введение эмбриологического критерия при установлении основных категорий системы животных — большая историческая заслуга Бэра.

Натурфилософские системы животного мира. Оуэн и другие

Стремление многих естествоиспытателей первой; половины XIX в. показать единство органического мира и определенную самостоятельность отдельных групп животных при недостаточности фактического материала привело к возникновению многих натурфилософских построений. В систематике натурфилософские тенденции нашли выражение в ряде классификаций и схем, которые, несмотря на ошибочность исходных принципов, обладали некоторыми достоинствами и сыграли определенную роль в развитии зоологической систематики.

Классическим примером натурфилософской классификации животных может служить схема, предложенная немецким натурфилософом Л. Оуэном (1810). Она имела следующий вид:

А. Внутренние животные

1-й класс. Кишечные животные — инфузории и полипы

2-й класс. Сосудистые животные — моллюски

3-й класс. Кожистые животные — кольчатые черви, насекомые

Б. Мясистые животные

4-й класс. Рыбы

5-й класс. Мышечные животные — амфибии, рептилии

6-й класс. Нервные животные — птицы

В. Чувствительные животные

7-й класс. Млекопитающие

Система Оуэна подобно всем натурфилософским системам, естественно, не была филогенетической.

Сторонником "единого плана" организации животных был Х. Эренберг, который предложил классификацию животных на основе строения нервной, пищеварительной и кровеносной систем. Животные были подразделены им на две основные группы:

мозгонервные (Myeloneura), соответствующие позвоночным, и узлонервные (Ganglioneura), соответствующие беспозвоночным. Узлонервные были разбиты на два раздела: 1) сердечные или пульсирующие (моллюски и членистые) и 2) сосудистые или беспульсные. Последние разделялись в свою очередь на две группы — мешковиднокишечные (мшанки, полипы, черви, иглокожие) и ветвистокишечные (медузы, актинии, морские звезды, низшие черви и инфузории). Эта система, будучи в своей основе натурфилософской, содержала много ошибок, нелепостей и потому не могла способствовать построению естественной классификации.

Натурфилософское направление в систематике представлял также русский натуралист Э. И. Эйхвальд. В своих первых исследованиях по систематике, относящихся к началу 20-х годов XIX в., он настойчиво проводил мысль о последовательном расположении животных по ступеням, градациям, соответственно высоте их организации.

В 1829 г. Эйхвальд взамен четырех типов Кювье предложил выделить шесть типов. Он передвинул тип Podozoa на второе место, поставив его впереди моллюсков, выделил червей из типа членистых в самостоятельный тип, сохранившийся до настоящего времени, и ввел тип — "растения-животные". Его система выглядела следующим образом:

Тип 1-й. Spondylozoa — позвоночные. Состоял из классов: млекопитающие, птицы, рептилии и рыбы

Тип 2-й. Podozoa — обладающие членистыми конечностями. Состоял из классов: ракообразные, насекомые, паукообразные и сепии

Тип 3-й. Therozoa — массивные. Состоял из моллюсков, по классификации Кювье (за исключением сепий)

Тип 4-й. Grammozoa — вытянутые в линию. Представлен червями
Тип 5-й. Cyclozoa — круглые. Состоял из классов: лучистые и медузы
Тип 6-й. Phytozoa — растения-животные. Состоял из классов: кораллы, пресноводные, полипы и наливочные (за исключением инфузорий)

Немецкий зоолог Гольдфус предложил (1817) классификацию животных, изобразив ее в виде схемы, напоминающей форму яйца. Он также исходил из идеи натурфилософов о единстве органического мира. В его схеме не было и намека на филогенетические отношения между группами животных организмов.

Эмбриологическое направление в систематике

Учение Бэра о типах и его стремление использовать новые эмбриологические данные для построения системы животных нашло своих последователей. Однако они явно переоценили значение данных эмбриологии, игнорируя все остальные критерии. Так в 30-х годах XIX в. в систематике возникло эмбриологическое направление. Первая подобная система была предложена немецким эмбриологом и гистологом А. Келликером. Всех животных в зависимости от способа формирования тела он разделил на две большие группы: к группе А были отнесены животные, тело которых формируется сразу, к группе Б — животные, зародыши которых формируются сначала на участке, ограниченном желтком. Каждая из этих групп подразделялась в свою очередь на две подгруппы в зависимости от направления развития тела. В группе А были выделены подгруппы с линейным развитием тела и подгруппа с развитием тела в направлении поперечной оси (акалефы, полипы, иглокожие). Группа Б заключала подгруппу с развитием зародыша по всем направлениям (головоногие и брюхоногие) и подгруппу с развитием зародыша лишь в двух направлениях, определяемых двухсторонней симметрией (членистые и позвоночные). Очевидно, что на такой основе создать естественную систему было невозможно.

Система К. Зибольда

В течение более чем полутора столетий простейших причисляли то к одной, то к другой группе животных. Только с открытием клеточного строения животных и растений простейшие были тщательно изучены, и в 1845 г. немецкий зоолог К. Зибольд при

составлении своей системы выделил их в самостоятельную группу (приравненную к "типу" системы Кювье), получившую название Protozoa.

Зибольд увеличил число типов до шести. Причем каждый из них существенно отличался по содержанию и объему от типов в системе Кювье. Так, тип лучистые (Radiata) системы Кювье (без простейших) он разбил на два самостоятельных типа: зоофитов (Zoophyta) и червей (Vermes). В тип Vermes были включены кольчатые черви (Annelides) из типа членистых (Articulate) системы Кювье. Раков, пауков и насекомых Зибольд объединил в тип членистоногих (Arthropoda).

Системы Р. Лейкарта и Г. Фрея

Всего лишь два года спустя (1847) немецкие зоологи Р. Лейкарт и Г. Фрей предложили новую систему животных. Основанием для перестроек систематики послужили в этом случае достижения в области зоологии.

В начале XIX столетия о губках господствовали самые туманные представления. Линней, например, помещал губок вместе со споровыми растениями, Ламарк относил их к животным, а Кювье включил их в сборный тип "лучистые". Только к 30—40-ым годам XIX в. Р. Грант и Ф. Дюжардэн значительно расширили знания о строении этих животных. Грант впервые (1825) дал губкам название Porofoga, которое он же в 1841 г. сменил на Poriphera. Дж. Румер назвал их затем Porifera. Дюжардэн установил, что губки — это животные, и изучил их развитие, а Лейкарт, на основе полученных к тому времени данных, сблизил губки (Spongiae, Porifera) с кишечнополостными (Coelenterata), что сыграло весьма важную роль в дальнейшем развитии систематики.

Новые данные, полученные в результате исследования неизученных или малоизученных животных, были использованы Лейкартом и Фреем при построении новой системы, которая содержала 11 групп, или условных "классов": 1) Infusoria; 2) Polipae; 3) Acalephae; 4) Echinodermata; 5) Acephala; 6) Gastropoda; 7) Cephalopoda; 8) Vermes; 9) Crustacea; 10) Arachnida; 11) Insecta.

Губки в составе отряда гидроидов (Hydroidea) вместе с отрядами мшанок (Bryozoa) и кораллов (Anthozoa) были включены в класс полипов (Polipae). По сравнению с системой Кювье эту классификацию вряд ли можно считать значительным шагом вперед, так как в ней отсутствует даже деление животных на типы, без чего трудно установить таксономическую значимость классов.

Система А. Мильн-Эдвардса

Заслуживает внимания система животных, предложенная в 1855 г. французским зоологом А. Мильн-Эдвардсом и получившая в свое время весьма широкое распространение.

Занимаясь изучением амфибий и рептилий, Мильн-Эдвардс показал, что эмбриональное развитие этих животных и их морфологическое строение имеют существенные различия. Так например, выяснилось, что в эмбриогенезе амфибий отсутствуют амнион и аллантоис, тогда как зародыш рептилий имеет эти оболочки. На этом основании Мильн-Эдвардс разделил класс позвоночных на две основные группы — низших, куда вошли амфибии и рыбы, и высших, к которым причислялись рептилии, птицы и млекопитающие.

Система Мильн-Эдвардса состояла из четырех типов и шести подтипов. Беспозвоночные делились на 20 классов. Структура ее имеет следующий вид:

1. Zoophyta с подразделением на Sarcodina и Radiata
2. Malacozoa (Mollusca) с подразделением на Molluscoidea и Mollusca
3. Entomozoa (Annelides) с подразделением на Vermes и Arthropoda (Articulata)
4. Osteozoa (Vertebrata) с подразделением на высших и низших. Хотя здесь, так же как и у Кювье, было четыре типа, сами типы системы Мильн-Эдвардса значительно отличаются от типов Кювье и по объему, и по содержанию.

Система В. Каруса

Как видно из изложенного, в большинстве случаев перестройки систем животных в целях их улучшения и совершенствования касались лишь самых высоких таксономических единиц — типов, классов и отрядов — и вели к увеличению их числа. Эта тенденция нашла отчетливое выражение в системе, созданной зоологом В. Карусом совместно с К. Герштеккером, в которой было уже восемь типов: 1) простейшие; 2) кишечнополостные; 3) иглокожие; 4) черви; 5) членистые; 6) моллюсковидные; 7) моллюски и 8) позвоночные.

Характеризуя развитие систематики животных первой половины XIX в., можно сказать, что в этот период создано большое количество различных систем животных, основанных на идее единства организации. Наиболее удачной классификацией, сыгравшей существенную роль в развитии эволюционной систематики, была схема Ламарка. Менее удачными следует считать группу натурфилософских систем, построенных на основе идеалистической трактовки понятия единства организации. Их характерной особенностью была громоздкость и деление животных на большое число высших единиц: классов, градаций, ступеней. В графические схемы этих натурфилософов явно не укладывалось все многообразие известных в те годы форм.

Господство идеи неизменности видов и перестройки систем лишь на уровне самых высоких таксономических категорий привело к возникновению в 20-х годах прошлого века типологического направления, ставшего доминирующим в последующие 30 лет. Характерно, что уже тогда наиболее прогрессивные ученые-систематики (Жоффруа Сент-Илер, Бэр и др.) отмечали родство организмов внутри типов и существование переходных форм между ними, хотя и вкладывали в эти понятия лишь морфологическое содержание.

Наряду с поступательным развитием систематики в этот период резко возрастает число вновь описанных и систематизированных форм животных. Так, если в системе Линнея было описано около 4200 видов, то к середине XIX в. число всех известных видов животных увеличилось более, чем в четыре раза. Одних только простейших организмов в течение первой половины XIX в. было описано около 600 новых видов.

Важнейший положительный итог поисков в области систематики состоял в следующем: все животные были разделены на позвоночных и беспозвоночных (Ламарк, 1809); черви были поделены на три класса: плоские, круглые и кольчатые (Ламарк, 1814) и выделены из типа членистых в самостоятельный тип (Эйхвальд, 1821); установлено единство сумчатых животных с плацентарными млекопитающими (Жоффруа Сент-Илер, 1796); описан новый род кистеперых рыб — *Polypterus* (Жоффруа Сент-Илер, 1802), связавший наземных позвоночных животных с первичными водными позвоночными; четыре класса млекопитающих объединены в единый тип позвоночных (Жоффруа Сент-Илер, 1807; Кювье, 1817); образован тип животных-растений — *Phytozoa* (Эйхвальд, 1821); создан тип членистоногих — *Arthropoda*, включающий раков, пауков и насекомых (Зибольд, 1845); выделен тип простейших — *Protozoa* (Зибольд, 1845); выделен тип иглокожих — *Echinodermata* (Лейкарт, 1847); губки сближены с кишечнополостными (Лейкарт, 1847).

Некоторые факты и обобщения по систематике животных, накопленные в первой половине XIX в., послужили в дальнейшем развитию филогенетической систематики.

Развитие географии и экологии растений и животных

Вопрос о роли среды в существовании органического мира давно привлекал внимание натуралистов. Но лишь в XIX столетии, в связи с усилением интереса к проблемам эволюции, вопросы экологии приобрели настолько отчетливые очертания, что с этого времени можно говорить о формировании нового направления, которому было суждено сыграть в дальнейшем важную роль в развитии биологии. Обращение к вопросам экологии было логически глубоко обусловлено. В сущности любая эволюционная гипотеза одновременно должна быть и экологической, ибо как индивидуальная жизнь организмов, так и историческое развитие видов немыслимы вне определенных условий обитания, вне связей с другими растениями и животными, т. е. в отрыве от реальной естественной обстановки.

Характерно, что первоначально сведения по экологии и биогеографии не были отграничены друг от друга.

Возникновение экологического и зоогеографического направлений исследования

Более или менее отчетливые экологические тенденции обнаруживались уже в трудах многих ученых XVIII в. (Реомюр, Трамбле, Бюффон, Галлер, Линней, Циммерман, Ломоносов, Лепехин, Болотов, Рычков и др.). Большое значение для формирования экологического мышления натуралистов первой половины XIX в. имели труды немецкого путешественника, географа и естествоиспытателя А. Гумбольдта, заложившего в начале XIX в. основы ботанической географии, в том числе ее экологического направления. В классическом труде "Космос" (1843, русский перевод 1848—1863) и в сочинениях по географии растений (1805, 1807, 1817) Гумбольдт ярко продемонстрировал роль климатических условий в жизни растений, установил связь географического распространения растений с изотермами, которые он же ввел в климатологию. Гумбольдт обосновал идею горизонтальной зональности и вертикальной поясности растительности; установил физиономические типы растений, чем предвосхитил понятие жизненных форм; впервые применил термин ассоциация. Им было выделено 17 типов растительных формаций. Животный мир не входил в круг специальных объектов исследований Гумбольдта, но его ботанико-географические и физико-географические идеи бесспорно стимулировали развитие зоогеографии, а вслед за нею и экологии животных.

Заметное влияние на формирование экологии оказали исследования П. С. Палласа, которые составили эпоху в развитии отечественной и мировой зоологии; он опирался преимущественно на личные наблюдения над животными в их природном окружении. Основное сочинение Палласа "Zoographia rosso-asiatica" (1811—1830) было опубликовано уже посмертно. Характеристики многих видов, приведенные на его страницах, отличаются удивительной живостью, яркостью описаний, экологической направленностью. Этот труд мог служить образцом биологического подхода к изучению животных.

Определенное влияние на формирование экологических воззрений имела "Философия зоологии" Ламарка, хотя представления Ламарка о сущности взаимодействия в системе "организм — среда" были далеко не во всем правильными. Вместе с тем возникновение концепции Ламарка было весьма симптоматично; оно свидетельствовало о том, что проблема воздействия внешних условий на жизнь животных становится предметом специального изучения и что между данной проблемой и учением об эволюции имеется внутренняя связь. Вслед за Ламарком проблему влияния среды широко ставил Этьен Жоффруа Сент-Илер, в особенности в своих тератологических исследованиях.

Интерес к изучению влияния среды на организм не ослабевал и в последующие годы. В результате было накоплено так много наблюдений, что в 1833 г. польский орнитолог К. Глогер смог опубликовать сводку о влиянии климата на птиц — их поведение, выбор местообитаний, степень оседлости, окраску.

О важном значении среды обитания для животных писали и зоогеографы. Так, немецкий географ Г. Бергхаус в 1851 г. предложил зоогеографическое районирование на основе изучения распространения хищных млекопитающих. Бергхаус исходил из того факта, что жизнь млекопитающих зависит от физических факторов, в особенности от теплоты и влаги. Они обуславливают вместе с тем существование растений и поэтому влияют на животных как прямо, так и косвенно. Хищники же, находясь в непосредственной зависимости и от климата, и от своих жертв, как бы интегрируют совокупное воздействие этих агентов природы. Таким образом, Бергхаусу удалось отметить значение не только климатических условий, но и биотических отношений.

Капитальной эколого-зоогеографической сводкой явилась трехтомная монография "Географическое распространение животных" (1853) чешского зоолога Л. Шмарды, сумевшего обобщить огромный фактический материал. Характер распространения животных он объяснял воздействием на них среды — тепла, света, воздуха, электричества, климата,

питания, характера местообитания и т. д. Впрочем, в вопросах формирования фаун, будучи убежденным противником принципа эволюции, он придерживался антиисторических воззрений.

Наряду с общими сводками выходило много отдельных работ, посвященных более или менее частным вопросам экологии животных и растений. Среди них следует отметить сообщения У. Эдвардса в 1824 г. о значении тех или иных факторов среды, например о прекращении роста головастиков в темноте; А. Кетлэ в 1846 г. о температурном пороге пробуждения растений от зимнего покоя; о термических пределах жизни и пр. Ставились опыты (И. Хогг, 1854) на пресноводных беспозвоночных животных в целях выяснения роли объема жизненного пространства для их нормального существования. Ценные результаты принесло изучение морских животных. Например, Э. Форбс в 1843—1844 гг. установил закономерности их вертикального распределения в британских водах и Эгейском море и едва ли не первым нарисовал картину экологической динамики населения моря.

Изучение образа жизни животных в связи со средой обитания приняло такие масштабы и заняло столь важное место в зоологических исследованиях, что возникла необходимость присвоить этому направлению особое наименование. Так, голландский ученый И. Вандер-Хевен в "Руководстве по зоологии" (1828) предложил различать "историю животных" и "зоономию", освещающую закономерности "экономии животных", а французский натуралист Исидор Жоффруа Сент-Илер, подобно ряду других его современников, руководствовавшийся идеями о неразрывной связи организмов со средой и непрерывности изменений, происходящих в живых существах, в 50-е годы выделил в зоологии особый раздел — "этологию" (от греческого слова *aethos*, т. е. характер, обычай, место обитания, родина), заимствовав этот термин из области психологии (Дж. Милль, 1843). Предметом этологии Исидор Жоффруа считал изучение отношений между животными, организованными в семьи, стаи, "сборища и сообщества". Однако этология в таком понимании лишь частично охватывала вопросы экологии, а в основном касалась поведения животных на разных уровнях интеграции.

Начало изучения растительных формаций

В этот же период наметился новый подход в ботанических исследованиях. Обилие наблюдений над зависимостью растений от условий произрастания позволило швейцарскому ботанику О. П. Декандолю в 1809 г. свести их воедино под общим наименованием "эпирреологии". Интересно, что полученные при этом выводы Декандоль использовал для разработки рациональных приемов ведения сельского и лесного хозяйства. Датский ученый И. Скоу в 1822 г. рассматривал влияние на растение тепла, влажности и других факторов среды; он подразделил растения по их местообитаниям и назвал группы по господствующим видам.

В 20-х годах возникло понятие формации как группировки растений, определяющей внешний облик растительного покрова, и стали производиться описания растительных формаций различных географических и административных районов. Примером такой работы может служить характеристика растительности кантона Глярус в Швейцарии, составленная в 1835 г. О. Геером. В России изучение связи растительности с условиями местности проводилось еще в XVIII в. Замечательные описания такого рода содержались в знаменитом труде С. П. Крашенинникова "Описание Земли Камчатки" (1755); много ценных наблюдений содержали работы А. Т. Болотова. К первой половине XIX столетия относится начало геоботанического исследования России. Еще в 1837 г. управляющий Асканией-Нова Теетцман изучил ее степную растительность, впервые применив методику пробных площадок; он отмечал покрытие растениями почвы, зарисовывал геоботанические профили. В 1840 г. Корнисс при исследовании степей Мелитопольского уезда дополнил методику Теетцмана весовым анализом растительности.

В составлении первых геоботанических описаний растительности наряду с ботаниками участвовали некоторые зоологи. Так, К. М. Бэр в 1838 г. дал описание

растительности Новой Земли, Э. А. Эверсман в 1840 г.— степей и пустынь Оренбургского края. Особенно ценным был капитальный труд А. Ф. Миддендорфа "Путешествие на север и восток Сибири", основанный на личных исследованиях во время экспедиции на Таймыр и в Якутию в начале 40-х годов (опубликованный только в 1860—1868 гг.). Миддендорф сумел настолько хорошо сочетать широкие ботанико-географические сопоставления с анализом связей между растительностью, почвой, рельефом и климатом, что есть все основания считать этот труд классическим произведением отечественной геоботаники. Тесную связь между растительностью и почвой глубоко раскрыл Ф. И. Рупрехт, в частности в своей работе 1845 г. о флоре севера России, основанной на экспедиционном изучении флоры п-ва Канина, о-ва Колгуева и Малоземельской тундры.

В 1857—1858 гг. район Аральского моря и Сырдарьи обследовала экспедиция Академии наук. Ее участник И. Г. Борцов детально описал растительность этого обширного края. Опубликованная им в 1865 г. монография "Материалы для ботанической географии Арало-Каспийского края" явилась первым специальным геоботаническим исследованием в России.

В ходе подобного рода работ постепенно формировалась идея о наличии взаимодействия между отдельными видами и о влиянии растительности на почву. В этом отношении большой интерес представляют экологические и биоценологические идеи, высказанные немецким лесоводом Г. Котта в ("Основаниях лесоводства" (1832, русский перевод 1835). Весьма примечателен призыв Котта исследовать лес как органическое целое, в его историческом развитии и во взаимном влиянии всех его элементов. Образно сформулированный методический принцип Котта, согласно которому при изучении леса надо идти от общего к частному, в дальнейшем был взят Г. Ф. Морозовым в качестве эпиграфа к его работе "Учение о лесе".

В 1849 г. швейцарский ботаник И. Турман обратил внимание на различие между понятиями флора и растительность, как особыми объектами ботанических и ботанико-географических исследований.

В середине XIX столетия все более отчетливо стало намечаться выделение из общей ботанической географии геоботаники в качестве самостоятельной дисциплины. В региональных геоботанических работах наряду с описанием местных растительных группировок начали формулироваться мысли о принципах и методах их выделения и изучения.

Принципиально важное значение для развития не только фитогеографии, но и зоогеографии имел классический труд А. Декандоля "Ботаническая география" (1855). Он подчеркнул, что биогеография должна основываться на изучении особенностей распространения видов как биологических единиц, причем в свете современных физических условий. Лишь в случае, когда последние окажутся недостаточными для понимания существующей картины, следует обращаться к геологическому прошлому. Для биогеографического анализа флоры и фауны особенно важны эндемические и спорадически распространенные виды, а также колонисты и автохтоны, т. е. виды, возникшие в данном районе. Наконец, в отношении районирования суши Декандоль высказывался в пользу мелких регионов, которые, по его мнению, только и способны отразить свои характерные черты.

Развитие экологии животных. Роль русских натуралистов

Возвращаясь к формированию экологии животных, надо отметить, что уже в 30-е годы XIX в. внимание зоологов привлекало изучение популяций. Закономерности их роста исследовал бельгийский статистик А. Кетлэ, а его ученик и последователь П. Верхолст показал, что рост популяций происходит по так называемой логистической кривой. В 1852 г. Г. Спенсер попытался теоретически обобщить представления о популяциях, опубликовав очерк "Теория популяций, выведенная из общего правила плодовитости животных". Но его обобщения страдали столь очевидными недостатками, что тотчас подверглись критике.

Характерно, что нередко объектами изучения служили популяции не только животных, но и человека. Порой это сопровождалось неправомерным обобщением наблюдений и некритическим перенесением выводов, полученных в столь различных сферах, из одной в другую. В результате происходила недопустимая биологизация социальных по своей природе явлений и антропоморфизация чисто экологических закономерностей.

Усилия русских ученых в 30—50-х годах прошлого столетия были сосредоточены преимущественно на накоплении экологических данных по отдельным видам и районам. Так, Э. Менетрие в 1832 г. привел сведения о вертикальном распределении животных в горах Кавказа. А. Д. Нордман (1840), описывая степную фауну, усмотрел причины ее особенностей в физико-географических условиях, а изменения внешних признаков животных объяснял влиянием климата и т. д. Значительный шаг вперед в этом направлении составили труды Э. А. Эверсмана, особенно его "Естественная история Оренбургского края" (ч. 1—3, 1840—1866). Наряду с огромным фактическим материалом, в том числе об образе жизни животных, это произведение содержало важные мысли и теоретические обобщения. Центральной идеей Эверсмана было представление о тесной зависимости всех сторон существования животных от общей совокупности географических условий. Эверсман в числе первых обратил внимание на географическую зональность природных явлений. Он не ограничивался описанием животного мира, но исследовал его сезонную и многолетнюю динамику в связи с изменениями среды обитания; он показал также значение биоценологических взаимоотношений животных.

В 40—50-х годах развернулась деятельность А. Ф. Миддендорфа. В предыдущем разделе уже упоминалось его путешествие на северо-восток Сибири. Оно обогатило науку множеством важных открытий в области биогеографии, экологии животных и растений. Миддендорф рассматривал все явления в природе в их взаимосвязи и взаимодействии, и он по праву может быть отнесен к числу зачинателей экологии. Его труды были хорошо известны не только русским, но и зарубежным ученым.

Среди биологов середины XIX столетия особое место занимает К. Ф. Рулье, справедливо считающийся одним из основоположников отечественной экологии животных. В многочисленных статьях, а также в университетских курсах и публичных лекциях он сформулировал важнейшие принципы и методы экологии, удивительно точно раскрыв содержание этой новой отрасли биологии. Правда, наименования, предложенные для нее Рулье ("зообиология" или "зооэтика"), были неудачными и не прижились, но его понимание задач экологического подхода отмечено глубиной и прозорливостью.

В основе теоретических представлений Рулье лежало признание исторического, эволюционного развития органического мира и его неразрывной связи со всей окружающей природой. Еще в 1845 г. Рулье писал: "Представить себе животное, отделенное от наружного, заключенное в самом себе, живущее исключительно на счет средств, в самом себе находящихся, значило бы представить себе не только величайший, но даже, по нашим понятиям, невозможный парадокс". В развитие приведенной мысли Рулье указывал, что "животные живут только потому, что находятся во взаимном действии, или общении, с относительно внешним для них миром". Не случайно этот принцип Рулье назвал "первым генетическим законом" или "законом двойственности жизненных элементов", или, наконец, законом общения животного с окружающей природой, который "имеет самое общее мировое значение". Исходя из указанного принципа, противоречащего преобладавшей тогда формальной описательной систематике и морфологии, Рулье подчеркивал необходимость изучения жизни животных во взаимодействии с другими организмами и окружающей мертвой природой. В публичных лекциях под характерным названием "Жизнь животных по отношению ко внешним условиям" (1852) Рулье призывал исследовать группировки растений и животных "в постепенном взаимном развитии организации и образа жизни посреди определенных условий". В противоположность статичному, метафизическому подходу к изучению животных, господствовавшему среди тогдашних зоологов,

экологические воззрения Рулье отличались динамизмом. Он неизменно проводил ту мысль, что органический мир, как и вся природа в целом, находится в процессе непрерывного изменения, поступательного развития. Эти взгляды нашли отражение в третьем генетическом законе "подвижности жизненных элементов". Рулье различал периодичность "общих деятелей" и соответственно "явлений образа жизни животных", а также изменений всего животного населения на протяжении суток, сезонов, ряда лет и геологических периодов.

В области экологии Рулье не ограничивался формулировкой общих принципов, закономерностей и правил. Он осветил также многие важные специальные вопросы. Он дал определение такому фундаментальному понятию, как среда; предложил классификацию факторов ("наружных условий", или "внешних деятелей"), в числе которых различал не только физические и биотические, но и воздействие человека. Во взаимоотношениях организма со средой Рулье различал проявления "жизни особой" и "жизни общей", т. е. закономерности аутоэкологические и биоценологические. Рулье было известно наличие в пределах вида отдельных популяций. Он писал, что "эта сводная единица есть соединение особей данного околodka или урочища — община, которая более особи, но менее научной единицы — вида". В поле зрения Рулье находилась также проблема адаптации ("приурочивания") животных; вопрос о наличии приспособительных типов, или жизненных форм; явления изменчивости не только внешнего вида, но и экологии; поведение животных и пр.

Рулье весьма обстоятельно разработал методические принципы экологии. Он подчеркивал, что глубокое познание животных может быть достигнуто, лишь исходя из представлений об их неразрывной связи со средой обитания; при изучении экологии видов объектом могут служить не только отдельные особи, но и "общины" (популяции); наряду с экологией видов необходимо изучать и сообщества; в центре внимания должна находиться динамика изучаемых объектов и явлений; предпочтение следует отдавать длительному стационарному комплексному изучению местной фауны; наблюдения в природе желательно сочетать с лабораторными экспериментами, призванными вскрыть наиболее существенные связи организма с факторами среды; надо стремиться к использованию данных сельскохозяйственной практики. Это последнее обстоятельство следует особенно подчеркнуть, так как Рулье неизменно обращал внимание на вопросы, имеющие практическое значение, усматривая в этом гражданский долг ученого и важный источник обогащения науки новыми данными. Он занимался изучением вредных насекомых, вопросами акклиматизации, одомашнивания и др. К сожалению, все эти теоретические высказывания, методические соображения и практические рекомендации не были обобщены и остались рассеянными в его многочисленных статьях, программе и конспекте его университетского курса "Зообиологии", который строился на совершенно необычной по тем временам эволюционной и экологической основе.

Идеи Рулье нашли воплощение в работах его ученика Н. А. Северцова. Одной из первых среди них была его книга "Периодические явления в жизни зверей, птиц и гад Воронежской губернии" (1855). В сущности это было первое в России специальное экологическое исследование. Поэтому есть все основания рассматривать Северцова наряду с Рулье и Миддендорфом в качестве основоположника отечественной экологии животных.

В своем исследовании Северцов исходил из теоретических представлений Рулье, а также К. М. Бэра, А. Ф. Миддендорфа, А. Д. Нордмана, Э. А. Эверсмана, К. Глогера и других ученых, стоявших на экологических позициях. Северцов не ограничился отдельными наблюдениями и высказываниями в экологическом духе, но осуществил глубокий, разносторонний экологический анализ животного мира, приуроченного к обширной и разнообразной территории лесостепи с ее причудливым смешением многих ландшафтов, богато населенных в ту пору зверями и птицами.

Северцов придал своему исследованию динамический характер, проследив изменения группировок наземных позвоночных животных на протяжении ряда лет, по сезонам, в

течение суток и выявив тесную взаимную связь между ними. Благодаря этому его работа приобрела в известной мере синэкологический аспект. Свои теоретические установки Северцов сформулировал в следующих словах: "В оценке явлений органической природы должно обращать внимание преимущественно на многопричинность и текущее образование или ход явления, которое, следовательно, зависит: 1) от организма животного или растения; 2) от всей сложности внешних условий: климата, местности, пищи, безопасности; 3) от всего ряда предшествовавших жизненных явлений изучаемого животного или растения, ряда, в котором каждое явление зависит от предыдущих и обуславливает последующие"

Академик А. Ф. Миддендорф, высоко оценивая достоинства книги молодого ученого, подчеркивал первостепенное значение разработанного Северцовым метода, который "как бы открывает собою новую колею, по которой можно пойти до важных открытий" Суть этого метода сводится коротко к следующему: необходимо изучать животных в тесном динамическом взаимодействии друг с другом и с окружающей средой путем многолетних стационарных исследований на достаточно обширном и разнообразном по ландшафтным условиям пространстве; основное внимание при этом должно быть сосредоточено на группировках животных, свойственных сравнительно небольшим типичным участкам местности: жизнь этих группировок и отдельных видов следует изучать в процессе развития и циклических изменений природы. Подобного рода подход к познанию животного мира был совершенно новым для зоологии, так как до того времени никто, кроме Э. А. Эверсмана, не ставил перед собой столь широких, сложных и оригинально задуманных задач.

В свете сказанного нельзя не согласиться с мнением Миддендорфа, что "с сочинения г. Северцова начинается новый отдел истории зоологической литературы в России; когда оно сделается доступным Западу, то можно ожидать, встретит, по новизне своей, самый лестный прием и, скажу даже более, произведет благотворное влияние на ход современной орнитологической журналистики". К сожалению, книгу Северцова не перевели ни на один из иностранных языков и она осталась неизвестной подавляющему большинству зарубежных зоологов, не оказав должного воздействия на формирование мировой экологии. Однако в истории отечественной науки труд Северцова сыграл важную роль. Тем более досадно, что в дальнейшем Северцов практически оставил исследования в столь удачно начатом направлении, посвятив свой талант проблемам зоогеографии.

Не только Рулье, но и многие отечественные биологи 50-х годов стремились связать свою деятельность с неотложными нуждами народного хозяйства. Эта тенденция наиболее отчетливо проявилась в области энтомологии и ихтиологии. В связи с большим ущербом, причиняемым сельскому хозяйству вредными насекомыми, Ученый комитет Министерства государственных имуществ решил приступить к изданию описаний этих вредителей. В результате в 1845 г. появилась книга "Вредные насекомые" (том первый), составленная на основании немецких оригинальных источников. Спустя шесть лет опубликован второй том этого издания, материал для которого был подобран В. С. Семеновым. В 50-х годах биологией вредных насекомых и мерами борьбы с ними энергично занимался В. И. Мочульский. Он изучал саранчу, гессенскую муху и других вредителей зерновых культур, а также некоторых их паразитов.

Интересные практические советы, основанные на экологических данных, в частности в отношении использования биологического метода борьбы с вредителями, можно было встретить в зарубежной литературе середины XIX в. Впрочем, подобного рода опыты имели место еще в конце XVIII в., когда колонии хищных муравьев были перенесены в сады для защиты аравийских пальм от других видов вредных муравьев.

О возможности такого естественного контроля в 1800 г. писал Эразм Дарвин. Во Франции в 1840 г. использовали аборигенные виды жуужелиц для борьбы с гусеницами, повреждавшими тополя. В 1854 г. Фитч для истребления интродуцированных вредных насекомых рекомендовал одновременно перевозить и их паразитов.

В общем, к началу второй половины XIX столетия процесс формирования экологии продвинулся далеко вперед, определились ее основные принципы, методы и точки

приложения к практике. Для окончательного становления экологии как самостоятельной отрасли биологии надо было подвести под нее прочный методологический фундамент. Им явилось эволюционное учение Дарвина, ознаменовавшее начало принципиально нового этапа развития биологии.

Развитие идеи эволюции органического мира

Идея эволюции органического мира, исподволь созревшая в биологии на протяжении XVIII в., в наиболее четкой и систематически разработанной форме была развита на грани XVIII и XIX вв. Ламарком. Его теория, однако, не получила вплоть до распространения дарвинизма сколько-нибудь широкого признания. Ламарк не смог убедить современников в эволюции видов не только потому, что он не сумел привести прямых фактов в доказательство эволюции, но и потому, что не сумел вскрыть механизм, с помощью которого может совершаться этот процесс, не сумел показать, каким образом и как могла постепенно, естественно, а не в результате творения, сложиться удивительная целесообразность органических форм, их пригнанность к условиям существования. Чтобы решить эту проблему, требовалось не просто больше фактов, нужен был новый подход к их объяснению, новый принцип их объяснения. Это требовало в свою очередь иного строя мышления, чем тот, который господствовал в XVIII в. Естествознание XVII—XVIII вв. в объяснении явлений исходило из механистического понимания причинности. Оно не выходило за пределы рассмотрения простых закономерностей по схеме: непосредственное воздействие — немедленный прямой, соответствующий этому воздействию, результат. Проблема же эволюции требовала выхода за рамки рассмотрения единичного явления и непосредственного результата действующего на него фактора. Не индивид, а вид как целое, не механические, а статистические закономерности должны были стать предметом рассмотрения. Этот принцип был найден Дарвином и получил конкретное выражение в его учении о естественном отборе. Это было не просто продвижение по тому пути, по которому шли предшественники, а принципиально новое решение, в основе которого лежал иной строй мышления.

И все же открытие Ч. Дарвина было непосредственно связано с предшествующим развитием идеи эволюции. Оно могло появиться лишь в условиях, когда сама идея эволюции достаточно определенно выявилась в науке. 50-летний период от появления "Философии зоологии" до выхода "Происхождения видов" был периодом вызревания идеи эволюции, периодом кризиса традиционных креационистских воззрений на органический мир. На протяжении первой половины XIX в. обнаруживалось все больше фактов, которые не могли быть объяснены на основе представлений о неизменяемости природы. Противоречие между накапливавшимися фактами и господствовавшими креационистскими воззрениями постепенно нарастает, становится более острым.

Борьба трансформизма и креационизма в начале XIX века

Наиболее ярким выразителем и защитником креационистской доктрины был Ж. Кювье. Согласно его воззрениям, любое живое существо представляет собой замкнутую статическую систему, отвечающую двум основным принципам, или законам — соотношения, или корреляции, и условий существования (конечных причин). В соответствии с первым из них, все органы и системы организма взаимно связаны и взаимно обусловлены и все они созданы для определенной цели, осуществляемой через их функции. Согласно второму, организм устроен так, что его органы не только скоррелированы друг с другом, но заранее приспособлены к жизни в определенных условиях существования. Организмы могут погибнуть, если изменятся условия, целые фауны и флоры могут навсегда исчезнуть с лица Земли, но они не могут измениться. Оба эти принципа в трактовке Кювье носили ярко выраженный телеологический характер: целесообразность строения и вечная гармония природы абсолютны, они были predeterminedены заранее как некая высшая цель. Вместе с тем принцип корреляций отражал объективно существующую взаимозависимость органов и

систем в организме и его открытие имело большое научное значение. Оно позволило осмыслить многие факты и сыграло важную роль в развитии сравнительной анатомии и палеонтологии.

Шеллингианская натурфилософия и проблема развития органического мира

Существенную роль в проникновении в биологию идеи развития в 20—30-е годы XIX в. сыграла немецкая натурфилософия. Возникнув в качестве реакции на грубый механицизм и ограниченность плоского эмпиризма, это направление страдало, если не полным пренебрежением, то большой недооценкой опытного исследования природы. Натурфилософы считали, что в опыте раскрывается лишь явление, сущность же его может быть выявлена только умозрительным путем.

Гете

Стремление осмыслить органический мир как целое, в его единстве, уловить это единство в бесконечном многообразии форм было характерным и для Вольфганга Гёте. Первый толчок поискам в этом направлении дало ему, вероятно, чтение "Естественной истории" Бюффона, которая еще в юности произвела на него сильное впечатление.

Накопление данных о развитии органического мира в 20-30 годы XI века

Важное значение для обоснования идеи эволюции имело возникновение в 30-е годы XIX в. исторической геологии и палеонтологии, противопоставивших катастрофам Кювье идею постепенного исторического изменения лика Земли путем медленных непрерывных изменений в течение огромных геологических периодов.

Диспут Кювье и Сент-Илера и его влияние на разработку идеи эволюции

Обстановка для защитников идеи эволюции стала особенно неблагоприятной после 1830 г., когда Жоффруа Сент-Илер потерпел поражение в знаменитом диспуте с Кювье во Французской Академии наук.

Зарождение идеи отбора

Особый интерес представляет вопрос о зарождении идеи отбора как фактора эволюции. Намеки на эту идею встречаются уже в XVIII в., в частности, в сочинениях Ламеттри и Дидро и даже раньше в известной поэме Лукреция Кара. В более определенной форме она выступает в трудах некоторых натуралистов первой половины XIX в. Характерно, что те немногие, кто более или менее предугадывали, что принцип отбора может оказаться полезным в объяснении некоторых трудных вопросов (именно уловил, почувствовал, предугадал, поскольку никто до Дарвина не осознал всего значения отбора в природе) были англичанами, учеными страны, где в то время особенно широко практиковался метод отбора в животноводстве и где свободная конкуренция, борьба всех против всех за место под солнцем, за благополучие и процветание уснели укорениться в сознании многих как естественное состояние общества. В сущности только о трех английских ученых можно сказать, что они определенно писали об отборе в природе. Это — Вильям Уэллс, Патрик Мэттью и Эдвард Влит. Заслуги двух первых отметил Дарвин в "Происхождении видов".

Ш.Ноден и его представления об эволюции

С работами французского ботаника Ш. Нодэна связаны блестящие страницы в изучении наследственности и изменчивости в середине XIX в. Вслед за И. Кельрейтером и своим соотечественником О. Сажрэ он пытался поставить изучение этих явлений у растений на строго экспериментальную основу. Ч. Дарвин упоминает его в "Происхождении видов" как одного из своих предшественников.

Общее состояние идеи эволюции накануне появления теории Ч.Дарвина

Таким образом, мы видим, что хотя в 30—50-е годы XIX в. отдельные натуралисты и обращались к идее эволюции, для подавляющего большинства из них эта идея не стала руководящей в их творчестве, не разрабатывалась ими специально, как целостная концепция, а формулировалась лишь попутно без попытки серьезного обоснования.

Развитие идеи эволюции в России

Несколько по-другому сложились в XIX в. условия для развития идеи эволюции в России. Как и в других странах Европы, господствующим, официальным мировоззрением здесь была церковная, самодержавно-помещичья идеология. Однако без преувеличения можно сказать, что большинство ведущих русских естествоиспытателей, оставивших заметный вклад в истории русской науки и просвещения в первой половине XIX в., были сторонниками идеи развития природы, а отдельные из них выступали горячими, решительными и смелыми ее защитниками. Это объясняется некоторыми специфическими условиями России того времени.

Основные черты учения Ч. Дарвина

Сын известного английского врача, Ч. Дарвин по стопам своего отца поступил на медицинский факультет Эдинбургского университета, но не нашел там того, что соответствовало его интересам. Еще меньше содействовало его умственному развитию пребывание на богословском факультете Кембриджского университета. Однако студенческие годы для Дарвина не пропали даром благодаря дружбе с ботаником Генсло и геологом Седжвиком. Ботанические экскурсии с Генсло, а также занятия геологией и энтомологией (особенно собирание жуков) были для Дарвина формой изучения естественной истории и развивали его наблюдательность. Интерес к малоисследованному тогда тропическому миру и стремление к путешествиям были вскоре удовлетворены участием в качестве натуралиста в кругосветной экспедиции на корабле "Бигль". Во время этого путешествия, которое продолжалось без малого пять лет, Дарвин посетил Южную Америку, Австралию и некоторые острова Атлантического и Тихого океанов. "Путешествие на "Бигле",— писал впоследствии Дарвин,— было самым значительным событием моей жизни, определившим весь мой дальнейший жизненный путь".

Основное внимание Дарвина во время экспедиции привлекали вопросы геологии и палеонтологии, а также наблюдения над животными и собирание зоологических коллекций. Из записей, которые Дарвин делал во время путешествия, выросла книга "Дневник изысканий по естественной истории и геологии стран, посещенных во время кругосветного плавания корабля ее величества "Бигль" под командой капитана королевского флота Фиц Роя, а собранные фактические данные послужили материалом для обстоятельных геологических и зоологических работ.

Первые мысли Дарвина об эволюции

Однако главное состояло в том, что сделанные наблюдения натолкнули Дарвина на мысль о естественных законах, которые лежат в основе превращения видов. Первые заметки на эту тему были сделаны в записной книжке в 1837 г., и с тех пор Дарвин неустанно собирал относящиеся к этому вопросу данные и всесторонне обдумывал идеи, которые в дальнейшем легли в основу его теории. В 1842 и 1844 гг. Дарвин сделал первые наброски этой теории, но не спешил с ее опубликованием, тем более что у него много времени отнимали специальные геологические и зоологические работы. Вопросами эволюции Дарвин смог вплотную заняться только в 1854 г.; в 1856 г. он приступил, по совету Лайеля, к написанию обширного труда, который ему, однако, не пришлось завершить в первоначально намеченном объеме.

Статьи Ч. Дарвина и А. Уоллеса 1859 г.

В 1858 г. молодой английский натуралист А. Уоллес, работавший на о-вах Малайского архипелага, прислал Дарвину свою статью "О стремлении разновидностей к неограниченному уклонению от первоначального типа", в которой излагались взгляды, весьма близкие к представлениям Дарвина. Друзья Дарвина Лайель и Гукер, зная, что Дарвин значительно раньше и на основе гораздо более обширного материала пришел к тем же выводам, что и Уоллес, преодолели сопротивление Дарвина и убедили его напечатать вместе со статьей Уоллеса свою, хотя бы краткую, заметку. Обе эти статьи появились в том же году в одном выпуске "Журнала заседаний Линнеевского общества" и, по словам Дарвина, привлекли очень мало внимания.

Основной труд Ч.Дарвина

Побуждаемый настойчивыми советами друзей, Дарвин год спустя подготовил к печати и выпустил книгу, которую он сам назвал главным трудом своей жизни,— "Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь".

Развитие эволюционной идеи в трудах Ч.Дарвина

В 1868 г. вышла книга Дарвина "Изменение домашних животных и культурных растений", а в 1871 г.— "Происхождение человека и половой отбор". Эти сочинения представляют существенное дополнение к "Происхождению видов". Последнее из них в еще большей степени, чем первое, противоречило традиционным взглядам, опирающимся на религиозные догматы. "Как только я пришел к убеждению в 1837 или 1838 г.,— писал Дарвин,— что виды представляют собой продукт изменения, я не мог уклониться от мысли, что и человек должен был произойти в силу того же закона". Не располагая достаточными доказательствами животного происхождения человека, Дарвин не спешил с опубликованием этих соображений, коснувшись их в "Происхождении видов" одной фразой, "чтобы,— как он писал,— ни один добросовестный человек не мог обвинить меня в том, что я скрываю свои взгляды".

Доказательства Эволюции

Конкретные факты, служащие доказательством эволюции, Дарвин черпал из самых различных областей биологии. Наиболее убедительные, прямые свидетельства в пользу эволюции доставляет палеонтология. Обнаружение в более древних слоях Земли организмов, сильно отличающихся от современных, и постепенное увеличение сходства ископаемых форм с ныне живущими по мере приближения к недавно образовавшимся земным слоям позволяют составить представление о последовательности эволюционных изменений. Палеонтологические находки являются, по выражению Дарвина, летописью эволюционного процесса.

Определенная и неопределенная изменчивость

Движущими силами эволюции Дарвин считал изменчивость, наследственность и естественный отбор. Возможность эволюции зависит от присущей всем живым существам способности изменяться в различных направлениях при условии, если возникающие изменения оказываются наследственными. Из числа измененных особей выживают только те, которые оказались более приспособленными к условиям существования.

Искусственный отбор

Уделяя наибольшее внимание неопределенным изменениям, Дарвин тем самым брал на себя обязанность объяснить факт закономерных преобразований живых существ в процессе эволюции, факт изумительной приспособленности организмов к условиям их существования. Решение этого кардинального вопроса эволюционной теории, который эволюционисты додарвиновского периода даже не ставили, было облегчено успехами

практики растениеводства и животноводства, владеющей методом произвольного изменения культурных растений и домашних животных. Этот метод в области разведения растений и животных Дарвин назвал искусственным отбором.

Борьба за существование

Сложнее обстоит как будто бы дело с эволюционным процессом в естественном состоянии. "Каким образом достигли такого совершенства эти изумительные приспособления одной части организма к другой и к условиям жизни или одного организма к другому?" — спрашивал Дарвин. — "Мы видим эти прекрасные взаимные приспособления особенно ясно в организации омелы и дятла и только несколько менее очевидно в жалком паразите, прицепившемся к шерсти четвероногого или перьям птицы, в строении жука, ныряющего под воду, в летучке семени, подхватываемой дуновением ветерка; словом, мы видим эти прекрасные-приспособления всюду и в любой части органического мира"

Мнимое мальтузианство

О "борьбе всевозможных существ, притязающих на существование", почти за 150 лет до Дарвина говорил Лейбниц, о "борьбе всех против всех" писал Локк. Дарвин с присущей ему скромностью отметил, что идеей борьбы за существование, вытекающей из фактов интенсивного размножения, он обязан Мальтусу, книгу которого "О народонаселении он прочел в 1838 г. Мальтус утверждал, что размножение людей идет в геометрической прогрессии, а прирост средств к существованию — в арифметической, так что благосостояние населения непрерывно уменьшается. Маркс и Энгельс, а затем Бебель и Чернышевский справедливо писали, что реакционное учение Мальтуса пытается снять с буржуазии ответственность за прогрессирующее обнищание эксплуатируемых классов и возлагает ответственность за это обнищание на самих трудящихся, которые "неразумно размножаются".

Формы борьбы за существование

Дарвин употреблял понятие борьбы за существование в весьма широком смысле и пользовался им как метафорой, "включая сюда зависимость одного живого существа от другого" и от неорганической среды.

Естественный отбор

Неизбежным следствием борьбы за существование является естественный отбор. В борьбе за жизнь выживают те особи, которые обладают какими-нибудь, подчас весьма незначительными, преимуществами, более отчетливо выраженными приспособительными признаками. Внешний мир по отношению к живым существам представляет собой сложную совокупность разнообразных и нередко изменяющихся условий, так что для приспособления к ним необходимо широкое многообразие в строении и жизненных проявлениях. Всякое, сколько-нибудь полезное изменение организации повышает для его обладателя вероятность выжить и оставить потомство, которое также воспользуется возникшим преимуществом, если полезный признак окажется наследственным. В то же время хоть сколько-нибудь неблагоприятное отклонение понижает шансы на выживание.

Половой отбор

Дарвин ясно представлял себе, что принципом естественного отбора нельзя объяснить возникновение и сохранение таких признаков, которые сами по себе не могут обеспечивать выживание в борьбе за жизнь, вроде вторичных половых признаков, не служащих оружием в борьбе за самку, (например, яркая окраска и мясистые украшения на голове некоторых птиц, голос певчих птиц и т. п.). Происхождение подобных признаков Дарвин объяснял теорией полового отбора, согласно которой вторичные половые признаки закрепляются в потомстве вследствие того, что из числа конкурирующих самцов самки выбирают тех, которые обладают наиболее ярко выраженными вторичными половыми признаками. Степень

развития вторичных половых признаков самца, как правило, коррелятивно связана с его силой и здоровьем, так что отбор по декоративным признакам (половой отбор) одновременно оказывается и отбором на жизнеспособность, на общую приспособленность к условиям жизни, т. е. естественным отбором в обычном смысле слова.

Дивергенция признаков

В тесной связи с теорией естественного отбора стоит учение Дарвина о путях эволюции. Важнейшая сторона этого учения — представление о дивергенции, или расхождении признаков. Если в течение длительного времени условия оставались относительно неизменными, то некоторые древнейшие формы могли сохранить исходные признаки почти без изменений, так как возникавшие отклонения, оказавшиеся бесполезными или вредными, устранялись естественным отбором. Организмы, условия жизни которых существенно менялись, испытывали в процессе эволюции значительные изменения. В результате естественного отбора должны были выжить те формы, которые наиболее уклонились от исходной и притом уклонились в различных направлениях. В условиях расхождения (дивергенции) признаков у зарождающихся видов было меньше повода для конкуренции друг с другом, так как представлялась возможность использовать разнородные условия существования.

Проблема вида

Теория Дарвина, обосновавшая исторический процесс развития видов, потребовала иного, чем раньше, отношения к систематическим категориям. До Дарвина большинство биологов признавало их независимыми друг от друга и неизменными. Дарвин показал, как трудно бывает отличить между собой не только разновидности, но и отдельные виды растений и животных. Отсюда он сделал заключение, что разновидность, достаточно легко отличимая от соседней с нею, есть зачаток нового вида — "зачинающийся вид", по его выражению.

Происхождение человека

Бессмертной заслугой Дарвина является принципиальное решение вопроса о развитии человека от нижестоящих животных форм. Как было отмечено выше, Дарвин пришел к этому убеждению уже за четверть века до опубликования специального сочинения о происхождении человека, но лишь в 1871 г. собрал воедино всю доступную ему аргументацию для подтверждения этой идеи.

Создание и развитие эволюционной палеонтологии

В первой половине XIX в. палеонтология уже располагала обширными материалами по истории органического мира, которые послужили важной предпосылкой для создания эволюционной теории Дарвина. Но сами палеонтологи были еще очень далеки от такой теории.

Как отмечалось в главе 13, геологи и палеонтологи первой половины XIX в. были поглощены работой по расчленению осадочных толщ на системы и отделы с помощью палеонтологического метода. При этом их внимание было сосредоточено прежде всего на выявлении различий в составе окаменелостей, характеризующих выделяемые ими стратиграфические подразделения. Большинство палеонтологов находилось под влиянием теории катастроф Кювье. Впрочем, это не помешало созданию геологической хронологии и даже выявлению прогрессивного усложнения животных и растений в ходе геологической истории.

Роль теории Ч. Дарвина в перестройке палеонтологии

Геологическая теория Лайеля дала для теории Ч. Дарвина необходимые исходные позиции. В "Происхождении видов" Дарвин писал по этому поводу: "Тот, кто, прочтя

великое произведение сэра Чарлза Ляйелля "Основы геологии", в которой будущий историк признает творение, совершившее переворот в естествознании, не захочет допустить всю громадность истекших периодов времени, пусть тотчас же закроет эту книгу",

Дарвин сделал тот смелый, но логически неизбежный шаг вперед, перед которым растерянно остановился его учитель Лайель. Он снял покровы с "тайны из тайн". Он показал, что возникновение видов — такой же естественный процесс, как и их вымирание. У них обоих одна причина — естественный отбор. Если, по Ламарку, виды в ходе эволюции не вымирали, а лишь превращались в новые и неотделимые друг от друга, как воды единого текущего потока, то у Дарвина вымирание разновидностей, видов, родов и высших систематических подразделений — неотъемлемая часть эволюционного процесса. Установление этого факта — в значительной степени следствие успехов палеонтологии в изучении вымерших организмов.

После опубликования книги Дарвина в палеонтологии начался новый этап. Там, где раньше искали резких отличий, стали обнаруживаться переходы. Палеонтологический метод перестал быть чисто эмпирическим методом, так как различия окаменелостей в вертикальном разрезе благодаря эволюционной концепции получили теоретическое истолкование.

Главное возражение против эволюционного истолкования геологической летописи выдвинул еще Кювье, который считал, что она не содержит того несметного количества переходных форм, которые связывали бы виды организмов друг с другом. У Дарвина эта особенность каменного архива получила развернутое объяснение. Как известно, он посвятил особую главу "Происхождения видов" вопросу о неполноте геологической летописи. В ней он с большой убедительностью показал, почему переходные формы сохраняются редко. Весьма существенно также, что, согласно его теории, переходные формы вообще существовали недолго, так как вытеснялись своими более совершенными потомками.

Касаясь вопроса о прогрессивном усложнении организмов в течение геологического времени, он разъяснил, что этот процесс не противоречит его теории, а, напротив, получает в ней убедительное истолкование. Население каждой новой геологической эпохи возникло в процессе естественного отбора в борьбе за жизнь и неизбежно должно было обладать преимуществами в своей организации перед видами предшествующей эпохи. Простекающее отсюда совершенствование организмов не имеет ничего общего с ламарковым "стремлением к совершенствованию". По Дарвину, естественный отбор, или переживание наиболее приспособленного, не предполагает необходимого прогрессивного развития. Отбор подхватывает изменения, полезные в данных условиях жизни. При этом организмы могут оставаться на прежнем уровне организации, а в некоторых случаях может происходить "понижение или упрощение организации", если это обеспечивает лучшее приспособление. В письме к палеонтологу А. Гайэтту в 1872 г. Дарвин писал о своей полной уверенности в том, что нет никакой врожденной тенденции к прогрессивному развитию, которую "принимают теперь столь многие способные натуралисты".

Подобно Лайелю, Дарвин сомневался в том, что палеонтология его времени располагала полными данными о хронологии появления важнейших групп организмов.

Палеонтологи и геологи старшего поколения, мировоззрение которых складывалось под влиянием Кювье, встретили дарвинизм враждебно. С позиций креационизма против Дарвина выступили, например американский палеонтолог Л. Агассис, чешский палеонтолог И. Барранд. Английский палеонтолог Р. Оуэн критиковал Дарвина с позиции своих представлений о том, что изменения животных происходили будто бы внезапно и совершенно независимо от среды. Зато учение Дарвина быстро привлекло на свою сторону молодых палеонтологов.

Если до Дарвина палеонтологи искали прежде всего отличий, позволяющих описать все новые и новые виды, характерные для выделяемых ими геологических ярусов, то теперь они стремились обнаружить черты сходства и проследить последовательные изменения, позволяющие составить эволюционные ряды предков. Один из первых родословных рядов

был описан В. Ваагеном (1869). Он состоял из последовательно сменявших друг друга форм в пределах одного и того же вида аммонитов. Эти вариации во времени он назвал "мутациями".

Видное место среди дарвинистов занимал австрийский палеонтолог и геолог М. Неймайр. Но его словам, палеонтология призвана описать историю органической жизни, наблюдать постепенное ее развитие. Неймайр описал эволюционные ряды третичных палюдин (1875). Он намеревался проследить эволюцию животного мира на основании палеонтологических данных с точки зрения теории Дарвина, но успел издать только первую часть задуманного им труда (1889), которая была переведена на русский язык под названием "Корни животного царства".

В. О. Ковалевский и создание эволюционной палеонтологии

Подлинным основателем эволюционной палеонтологии, по единодушному признанию палеонтологов, был В. О. Ковалевский.

Свои работы, открывшие новую эпоху в палеонтологии, Ковалевский выполнил за границей — во Франции, Германии и Англии, где он находился в 1869—1874 гг. Большинство из них были опубликованы на западноевропейских языках и потому стали доступны широкому кругу ученых во всем мире.

Распространение учения Дарвина обнаружило вопиющее противоречие между желанием биологов получить от палеонтологов фактический материал для воссоздания филогении основных групп животного и растительного мира и тем, что в ней имелось. Палеонтологи продолжали, заниматься инвентаризацией ископаемых организмов, описывая все новые и новые виды и роды. Их выделение производилось нередко по важным для систематики частям скелета, например по зубам, но не сопровождалось исследованием всего скелета и не давало полного представления о животном. Э. Геккель (1866), используя такого рода отрывочные сведения, построил немало поспешных филогенетических схем, которые не выдерживали критики и рушились так же быстро, как и создавались.

Назрела необходимость переоценки палеонтологического материала с точки зрения теории Дарвина.

Ковалевский видел задачи эволюционной палеонтологии не только в том, чтобы отыскать связи между ископаемыми формами и устанавливать их преемственное родство, но и в том, чтобы изучать эволюцию ископаемых организмов как сложный процесс, в котором морфологические изменения связаны с функциональными изменениями, а эти последние — с изменениями в условиях жизни и в конечном счете с геологическими преобразованиями. Только такой подход мог способствовать выяснению закономерностей эволюции.

Ковалевский сознательно избрал для своих работ не беспозвоночных, скелет которых за немногим исключением мало отражает сложность организации животного, а позвоночных. Среди них он предпочел высший класс — млекопитающих, в частях скелета которых существует особенно много общего. Это повышало эффективность работы палеонтолога, в распоряжении которого редко бывает полный скелет. Он занялся исследованием обширной группы копытных, эволюция которых протекала в течение третичного периода и особенно ярко проявилась в преобразовании конечностей. Успех работы Ковалевского во многом зависел от этого умения целеустремленно выбирать материал. Мертвый материал заговорил ясно и убедительно для всех благодаря гению исследователя, который обладал редким умением сочетать тонкое знание детали с необыкновенной широтой взгляда.

Первой и наиболее важной работой Ковалевского была монография "Об *Anchitherium aurelianense* Cuv. и о палеонтологической истории "лошадей" (1873). В ней он дал описание миоценового трехпалого "как формы, выясняющей генеалогию типа лошади". Он показал, что это животное занимает важное место в эволюционном ряду лошади. Оно стоит между древним эоценовым трехпалым и по своему облику еще далеким от лошади палеотерием и плиоценовым гиппарионом, за которым на рубеже с четвертичным периодом появляется уже настоящая вполне однопалая лошадь. Благодаря Ковалевскому эволюционный ряд лошади

стал и доныне остается классическим и самым популярным рядом в эволюционной палеонтологии.

Главная заслуга Ковалевского состоит, однако, не в том, что он раскрыл палеонтологическую историю лошади. Ископаемые лошади изучались и до Ковалевского. Из четырех членов описанного им ряда три уже были указаны Т. Гексли (1870). После Ковалевского многие палеонтологи занимались исследованием филогении семейства лошадей и пришли к выводу, что эволюция лошади прослеживается достаточно полно в Северной Америке. Что касается Европы, то в нее проникали лишь боковые ответвления от главного ствола. К ним и относятся формы, составившие ряд предков лошади у Ковалевского. Историческая заслуга Ковалевского состоит в том, что при изучении эволюции лошадей, а затем и некоторых ветвей парнокопытных он успешно применил разработанный им в свете теории Дарвина новый метод палеонтологического исследования. Воплощением этого метода были все его палеонтологические монографии. Сам Ковалевский в посвящении Дарвину своей "Монографии рода *Anthracotherium*." (1873) писал, что он, "опираясь на точные анатомические основания", выясняет "ход эволюции". Действительно, его метод позволял устанавливать филогенетические отношения посредством тщательного исследования скелета, мускулатуры и способов их движения. Его отличительной чертой было прослеживание связи изменения формы с изменениями функции органа и образа жизни животного под влиянием преобразования условий среды. Это позволяло выяснять основные направления эволюции животных и их место в филогенетическом древе. Характерно также, что, прежде чем описать виды, Ковалевский изучал и стремился понять основные типы строения — роды, которые представляют собой стадии монофилетической эволюции данной группы.

Пользуясь своим методом, Ковалевский настолько правильно обрисовал основные черты и закономерности эволюции изученных им групп копытных животных, что его работы не потеряли своего значения поныне, хотя его филогенетические построения под давлением новых фактов подверглись значительным коррективам.

По Ковалевскому, эволюция главных ветвей копытных выразилась в приспособлении к быстрому бегу по твердому грунту и питанию травянистой растительностью, которая получила широкое распространение в миоцене. Перестройка конечностей выражалась в усилении третьего (у непарнокопытных) или третьего и четвертого (у парнокопытных) пальцев и, соответственно, в ослаблении или полной редукции остальных. В результате лошадь приобретала легкую, прочную, однопалую, а олень двухпалую ногу. В одних случаях редукция боковых пальцев не сопровождалась перестройкой в костях запястья и предплюсны, в других здесь происходили существенные структурные и топографические изменения. Первый способ Ковалевский назвал инадаптивной, а второй — адаптивной редукцией. Формы, эволюция которых пошла по второму пути, как обладавшие более прочной и совершенной конечностью, имели преимущества перед первыми, у которых конечность была менее совершенна и склонна к вывихам. В результате они вытеснили их. Эта закономерность вошла в литературу под названием закона Ковалевского.

Нога копытных, специализируясь в движении в одной плоскости, полностью утратила способность к хватательным и вращательным движениям. В связи с этим произошло сращение малой и большой берцовых, локтевой и лучевой костей. Изменилось также соотношение отделов конечности: бедренный и плечевой отделы укоротились, а дистальные, наоборот, сильно удлинились за счет пястных и плюсневых костей, сросшихся у парнокопытных в одну кость.

Пережевывание больших масс жесткой степной травы, нередко вместе с пылью, потребовало усовершенствования зубов. Они приобрели у копытных очень высокую, постепенно выдвигающуюся из лунки коронку, что компенсировало их стирание, а разная прочность эмали, дентина и цемента создали выгодную структуру жевательной поверхности зуба. Предкоренные зубы приняли облик коренных. Это повлекло за собой увеличение

размеров челюстей и перестройку черепа. Последний удлинился, а глазницы сдвинулись назад, что выгодно увеличивало обзор пастбища.

Ковалевский показал, что приспособительным изменениям в строении конечностей и зубов принадлежала ведущая роль в эволюции копытных. Из всеядных пятипалых лесных медленно передвигающихся мелких животных начала третичного периода развились совершенные, крупные копытные открытых пространств неогена и нашего времени. Важным событием в эволюции парнокопытных было появление жвачных животных, которые приобрели выгодную способность пережевывать пищу во время отдыха, ночью. После выработки главных особенностей организации у некоторых копытных возникли еще и рога.

Исследование палеонтологической истории копытных убедило Ковалевского в том, что новые формы появлялись в одном районе и их эволюция совершалась монофилетически. Позже новый тип "рассыпался на несколько линий, продолжавших существовать одновременно". Это разделение происходило под влиянием естественного отбора, поддерживавшего все полезные отклонения от предковой формы. Своей идеей "иррадиации линий копытных", исходящих от "первоначального типа" (1875), Ковалевский предвосхитил "закон адаптивной радиации" Г. Осборна.

Своими палеонтологическими трудами Ковалевский способствовал укреплению и распространению учения Дарвина, который высоко ценил его труды. По словам Тимирязева, навестившего Дарвина в 1877 г., последний, говоря о своих сторонниках в России, часто называл Ковалевского. Когда Тимирязев спросил, какого Ковалевского он имеет в виду, вероятно, Александра, зоолога, он ответил: "Нет, Владимира; по моему мнению, его палеонтологические исследования имеют еще более важное значение, чем зоологические труды его брата".

Попытки ламаркистского истолкования данных палеонтологии

Наряду с В. О. Ковалевским и другими дарвинистами, во второй половине XIX в. заметное место в истории палеонтологии принадлежало палеонтологам-эволюционистам, которые по своим взглядам стояли ближе к Ламарку, чем к Дарвину. Из них наибольшей известностью пользуется американский палеонтолог Э. Коп, описавший до тысячи новых видов ископаемых позвоночных животных, автор книг по теории эволюции. Он считается зачинателем ламаркистского направления в палеонтологии.

По Копу, естественный отбор имеет второстепенное значение в эволюции; от него зависит не возникновение, а лишь "переживание приспособленного". Важнейшим фактором эволюции является управляемое сознанием движение. Изменения, вызванные упражнением органа, наследуются. В результате в филогенетических линиях происходят строго направленные изменения. Формы, объединяемые родами, семействами и систематическими подразделениями более высокого ранга, имеют полифилетическое происхождение, т. е. возникают из разных корней.

Туманная, ультраلامаркистская теория не помешала Копу подметить важную закономерность эволюции. Им установлен широко известный "закон неспециализированного". Согласно этому закону, высокоспециализированные формы не могли быть предками новых типов последующего времени. Так, млекопитающие могли произойти только от низших, неспециализированных пресмыкающихся, а не от высших специализированных.

Проявлявшаяся у Копы и других палеонтологов склонность к ламаркистской трактовке эволюционного процесса, идущего будто бы в определенном направлении (ортогенез), или под влиянием внешних причин (эктогенез), или при решающем значении внутренних факторов (автогенез), находит свое объяснение не только в антипатии к откровенно материалистической теории Дарвина. Критики дарвинизма стремились доказать, что "неопределенная изменчивость" Дарвина не может дать ожидаемого эффекта. Мелкие, идущие в разных направлениях изменения будут слабеть и рассеиваться при скрещивании. С другой стороны, авторитетный астроном и физик В. Томсон уверял, что геологическая

история не так длительна, как полагали Лайель и Дарвин. Отсюда делался вывод, что естественный отбор ввиду недостатка изменчивости и времени не в состоянии осуществить эволюцию в нужных масштабах.

В XX в., когда стали известны законы Менделя и огромная длительность геологической истории Земли, несостоятельность указанных возражений стала очевидной. Но в XIX в. они произвели впечатление. Сам Дарвин был вынужден с большим вниманием отнестись к ламарковскому наследованию приобретенных признаков. Возможность избежать этих затруднений, допустив направленные изменения, способные относительно быстро превращать формы в линейных филогенетических ветвях, располагала палеонтологов к ламаркизму в разных его формах.

Так или иначе, палеонтологи после Дарвина прочно стояли на почве эволюционизма и с увлечением трудились над выяснением родственных отношений между ископаемыми организмами. В этой работе нашел применение основной биогенетический закон Дарвина — Мюллера — Геккеля. Особенно убедительные примеры рекапитуляции признаков предков в онтогенезе потомков были выявлены на головоногих моллюсках — аммонитах. Изучением онтогенезов раковины для выяснения филогенеза разных групп аммонитов с успехом занимались Л. Вюртенбергер в Германии, А. Гайэтт в Америке, А. П. Карпинский в России.

На этом пути были и ошибки. Нередко поспешно составленные филогенетические линии на деле оказывались лишь морфолого-хронологическими, а отнюдь не генетическими рядами. Наблюдаемое сходство признаков подчас являлось следствием конвергенции, оно зависело не от общности происхождения, а всего лишь от сходства образа жизни животных.

Развитие палеонтологического метода в трудах Л. Долло

Знаменитый бельгийский палеонтолог Луи Долло поставил своей главной задачей изучение не филогенезов, а приспособлений, т. е. морфологических особенностей ископаемых животных, связанных с их образом жизни в соответствующей среде. Такой подход он назвал этологическим методом. Общие итоги своей работы по применению этого метода к изучению ископаемых рыб, динозавров и некоторых млекопитающих он изложил в книге "Этологическая палеонтология" (1909), посвятив ее памяти В. О. Ковалевского, которого считал своим учителем.

В лице Долло эволюционная палеонтология нашла своего достойного выразителя. Он блестяще развил идеи Ковалевского об эволюции скелета в тесной зависимости от изменения образа жизни и среды. Достоинство своего метода Долло наглядно продемонстрировал уже в одной из первых работ, когда ему как работнику музея пришлось решать вопрос — в каком положении монтировать скелеты динозавров — игуанодонов, найденных в меловых слоях на территории Бельгии. После тщательного изучения скелета он доказал, что игуанодон ходил на задних ногах и потому приобрел конвергентно известное сходство с птицами. Его мощный хвост говорил о способности плавать.

Работы по ископаемым рыбам, особенно двоякодышащим, подвели Долло к открытию "закона необратимости эволюции" (закон Долло), согласно которому организм не может вернуться даже частично к предшествующему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков. Приспособления к этим условиям будут достигнуты уже иным путем, а следы промежуточного этапа навсегда сохранятся. Так, в ступне современных сумчатых он обнаружил черты хватательной лапы их предков.

В работах по эволюции приспособлений у динозавров, морских черепах и головоногих моллюсков Долло показал, как по особенностям строения ископаемых животных можно разгадать те перемены, которые происходили в образе жизни их предков. У третичной черепахи он выявил остатки двух редуцированных панцирей, говорящие о неоднократной смене сухопутного и морского образа жизни у ее предков.

О необратимости эволюции писал еще Дарвин. Он настоятельно подчеркивал важное для палеонтологии положение о том, что раз исчезнувший вид никогда не может появиться снова, если бы даже снова повторились совершенно тождественные условия жизни —

органические и неорганические. То же относится к более высоким систематическим группам. "Группа, однажды исчезнувшая, никогда не появится вновь" Ч

Закон Долло нельзя понимать как некий абсолютно ненарушаемый принцип, в какой его возводят сторонники ортогенеза и автогенеза. Частичное возрождение некоторых органов и признаков далекого предка возможно, если они сохранились в онтогенезе. На это справедливо указывал П. П. Сушкин(1915).

Подобно Ковалевскому, Долло имел дело, с позвоночными животными и подчеркивал их преимущественное значение для палеонтологии. Но в отличие от Ковалевского он выступал за полное обособление палеонтологии от геологии. С этой целью он отделил часть палеонтологии, служащую геологии обычно посредством ископаемых беспозвоночных, под названием биостратиграфии. Название это сохранилось, но связь геологии и палеонтологии не могла прерваться. О высокой обоюдной пользе этой связи на рубеже XIX и XX вв. убедительно свидетельствовали работы немецкого палеонтолога И. Вальтера. Так, в работе о фауне верхнеюрских золенгофенских сланцев (1909), в которых были найдены остатки первоптицы — археоптерикса, исследовалась фауна в связи с условиями ее обитания, восстанавливаемыми по характеру слоев и по заключенным в них органическим остаткам, особенностям их сохранности и захоронения.

Последователи Долло, достигшего необыкновенного совершенства в анализе приспособительного значения структур и органов ископаемых позвоночных, понимали свою задачу шире. Они стали разрабатывать проблему взаимоотношения органов и среды, сочетая изучение ископаемых организмов с изучением заключающих их осадочных пород. При этом методе восстановление среды оказалось столь же важным, как и восстановление образа жизни. Такое направление в палеонтологии получило название палеоэкологии, или палеобиологии.

Обнаружение новых ископаемых форм

Повышение интереса к ископаемым организмам привело к новым находкам и открытиям, особенно среди позвоночных. Если Ковалевский обрабатывал музейные материалы старых сборов, то в руки Долло попадали материалы из новых находок, например целая серия полных скелетов мелового динозавра — игуанодона, найденных в 1877 г. в Бельгии близ Беринессара.

Одной из самых выдающихся находок в истории палеонтологии справедливо считается обнаружение скелетов археоптерикса — первоптицы, сохранившей еще многие признаки пресмыкающихся. Все находки сделаны на территории Германии в районе Золенгофена в ломках плотного известкового сланца, отложившегося в юрский период в лагуне кораллового острова. Сначала было найдено только перо (1860). В 1861 г. был найден первый скелет с отпечатками перьев. Его приобрел Британский музей. Первоптица была тщательно исследована и описана английским палеонтологом Р. Оуэном. Большой след в истории палеонтологии оставили также его работы о птице динорнис, жившей еще в историческую эпоху в Новой Зеландии, и работы по палеозойским амфибиям, пермским пресмыкающимся Африки, мезозойским ящерам и другим группам.

Второй, еще более полный скелет первоптицы был найден в 1877 г. и стал собственностью Берлинского музея естественной истории. Третий скелет плохой сохранности был найден в 1956 г.

Вторая половина XIX в. ознаменовалась большими достижениями в изучении мезозойских и третичных четвероногих Северной Америки. Энергично проведенные поиски привели к открытию многих богатых костями местонахождений, особенно в западных штатах. Работы Дж. Лейди с большим успехом продолжали О. Марш, Э. Коп, Г. Осборн и другие американские палеонтологи. Выяснилось, что без учета американских материалов нельзя составить полного представления об эволюции некоторых групп млекопитающих, в частности копытных. Широкую известность получили меловые зубастые птицы, описанные

Маршем по скелетам из Канзаса, а также пермские звероподобные рептилии — паликозавры, описанные Копом.

В 1899 г. начались раскопки открытого В. П. Амалицким крупного скопления костей в пермских континентальных отложениях на берегу Северной Двины близ Котласа. Составленная в результате этих раскопок коллекция скелетов пермских травоядных и хищных пресмыкающихся является гордостью Палеонтологического музея Академии наук СССР. Открытие Амалицкого явилось итогом длительных поисков. Он проводил их после сравнительного изучения пермских слоев России и аналогичных слоев в Африке (Кару) и Индии, в которых были найдены остатки пресмыкающихся.

Середина XIX в. была временем расцвета палеоботанических исследований, давших науке ценные материалы об ископаемых флорах не только Европы и Северной Америки, но и Гренландии, Шпицбергена, Австралии, Малайского архипелага.

В 1893 г. К. Циттель завершил свое пятитомное "Руководство по палеонтологии", в котором собраны сведения об ископаемых организмах, накопленные за весь период существования палеонтологии до конца XIX в.

Влияние Ч. Дарвина на биогеографию

Ко времени создания "Происхождения видов" зоогеография и фитогеография уже достигли достаточно высокого уровня и дали Дарвину большое число убедительных фактов и выводов, подтверждающих историческое развитие животных и растений. В основе биогеографических представлений Дарвина лежал принцип монофилетического возникновения видов в известных географических центрах, откуда они расселялись по земному шару под влиянием прогрессивного увеличения численности, а также воздействия различных внешних факторов. При этом растениям и животным приходилось преодолевать разнообразные преграды, которым Дарвин придавал важное значение. В числе способов преодоления преград он обращал особое внимание на так называемые случайные причины и некоторые из них, как, например, возможность расселения с помощью птиц и других животных, исследовал даже экспериментально. В главе 25 уже отмечалось, что Дарвин раскрыл причины возникновения разорванных ареалов и показал огромное значение для дивергенции видов островной и иного рода географической изоляции. Он доказал непрерывность не только процесса расселения видов в пространстве, но и непрерывность исторического развития их во времени. Тем самым под биогеографию был подведен прочный эволюционный, исторический фундамент, и она превратилась из преимущественно эмпирической отрасли знания в подлинную науку. Как подчеркнул немецкий зоолог К. Земпер (1880), до Дарвина зоогеографы довольствовались лишь описанием современного географического распространения животных. После Дарвина перед зоогеографией встала задача — изучать распространение и распределение животных не только в пространстве, но и во времени.

Под плодотворным влиянием идей, выдвинутых Дарвином, заметно возрос общий интерес к проблемам биогеографии, увеличилось число фито- и зоогеографических исследований в различных частях света, стали появляться крупные сводки. При этом специальное внимание уделялось исторической биогеографии, тогда как экологическое ее направление, заложенное в 50-е годы XIX в. трудами чешского зоолога Л. Шмарды, развивалось менее интенсивно. Правильнее при этом говорить не столько о биогеографии в целом, сколько о фитогеографии и зоогеографии как самостоятельных науках, ибо в рассматриваемый период они формировались преимущественно отдельно, хотя и базировались на одних и тех же эволюционных принципах и в конечном счете "оплодотворяли" друг друга.

Экспедиционные исследования флоры и фауны, столь важные для развития биогеографии, в значительной мере концентрировались в экваториальной Африке, Южной Америке, Южной Азии, а также в малоизвестной для европейских ученых Средней и Центральной Азии. В них участвовали специалисты самых различных стран, включая

Россию. Они внесли выдающийся вклад в накопление и обобщение данных о составе и путях формирования фаун и флор континентов и морей. Характерно, что отечественные ученые не ограничивались изучением территории России, но предпринимали далекие путешествия. Например, зоолог и ботаник Г. И. Лангсдорф участвовал в кругосветном плавании И. Ф. Крузенштерна, ряд лет исследовал Японию, Северо-Западную Америку, Бразилию. Благодаря самоотверженному труду Н. М. Пржевальского были собраны исключительно ценные материалы в Центральной Азии и на Дальнем Востоке. Эти исследования в Монголии были продолжены П. К. Козловым и Г. Е. Грум-Гржимайло. Многие годы отдал изучению природы Новой Гвинеи, Филиппин, Индонезии, Австралии, Микронезии и Меланезии Н. Н. Миклухо-Маклай.

Развитие зоогеографии

Интенсивное изучение фауны различных стран и континентов привело к накоплению огромного фактического материала, создало новые возможности для теоретического его обобщения, появления капитальных монографий и сводок. Большое внимание при этом уделялось зоогеографическому районированию суши. Английский орнитолог Ф. Склетер еще в 1858 г. на основании изучения особенностей распространения птиц (главным образом воробьиных) предложил разделить сушу на шесть областей: Палеарктическую, Эфиопскую, Индийскую, Австралийскую, Неарктическую, Неотропическую. Птицы, как один из наиболее изученных классов, оказались во многих отношениях весьма удачным объектом для районирования их распространения. К тому же Склетер провел исследование столь тщательно, что его система зоогеографических областей не только была принята современными учеными, но с сравнительно небольшими уточнениями сохранилась до наших дней. Позднее Ф. Склетер (впервые в 1874 г., а затем в 1890 г. совместно с У. Склетером) распространил свою схему на млекопитающих. Вместе с тем он убедился в необходимости детализации этой схемы. Для этого он выделил о-в Мадагаскар в особую Лемурийскую область, а Новую Зеландию — в Пацифическую.

Большое значение для упрочения эволюционных принципов в зоогеографии и формирования исторической, или, как ее иногда называют, генетической, зоогеографии имела книга швейцарского палеонтолога Л. Рютимейера "О происхождении животного мира" (1867), в которой была предпринята попытка классифицировать существующие фауны по времени их возникновения. С этой идеей перекликалось высказанное Т. Гексли в 1868 г. предложение основывать районирование на эволюционном принципе и для этого при выделении зоогеографических областей учитывать основные центры видообразования. Так, для изученного Гексли отряда куриных Австралия явилась центром развития большеногих кур, Неотропическая область — краксов, Палеарктика — тетеревиных, Индийская область — фазановых и т. д. Гексли внес некоторые уточнения в схему Склетера и объединил все области в две большие группы — Арктогею и Нотогею, охватывавшие соответственно северное и южное полушария.

Развитию зоогеографии на основах дарвинизма во многом способствовала деятельность А. Уоллеса, который в 1860 и 1880 гг. опубликовал крупные исследования, посвященные Малайскому архипелагу и двухтомную монографию "Географическое распространение животных" (1876). В последней Уоллес обобщил обширный материал о распространении не только современных, но и вымерших животных до рода включительно. Специальное внимание Уоллес обратил на условия распространения животных, преодоление ими зоогеографических преград. При этом он, вслед за Дарвином, выступал против злоупотребления "континентальными мостами", т. е. совершенно гипотетическими сухопутными соединениями материков, к которым часто произвольно прибегали зоогеографы в поисках объяснения тех или иных "загадочных" особенностей ареалов животных, не считаясь с данными геологии и палеогеографии. Вместе с тем в сочинении Уоллеса, как показали Н. А. Северцов и М. А. Мензбир, имелись некоторые существенные недостатки. Так, при анализе факторов распространения животных Уоллес оперировал почти

исключительно историческими причинами и недооценивал роль современных условий. В основу районирования суши он положил только териологические данные, а региональной зоогеографией океана почти не интересовался.

Напротив, русские ученые, следуя идеям Дарвина, не ограничивались чисто историческим подходом, но неизменно учитывали экологические особенности и закономерности их изменения на изучаемой территории. Традиции экологического подхода к проблемам зоогеографии, которые были заложены в отечественной науке еще в первой половине XIX столетия, получили развитие прежде всего в трудах Н. А. Северцова. Его по справедливости принято считать основоположником отечественной исторической зоогеографии. Однако и в своих зоогеографических работах,

исследуя вопросы формирования фаун, он отнюдь не пренебрегал современными условиями, усматривая в них возможность раскрытия путей исторического развития животного мира и реконструкции его среды обитания в далеком прошлом. Принципиально важно, что Северцов, в отличие от большинства зарубежных зоогеографов, оперировал в основном видами, а не более высокими таксономическими категориями. Таким образом, русская зоогеография сразу же приобрела своеобразный, оригинальный характер. Сказанное отчетливо видно на примере труда Северцова "Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных" (1873). Задумав это исследование в чисто экологическом плане, Северцов вскоре пришел к выводу, что "многое в нынешнем распространении животных объясняется не нынешними географическими и физическими условиями, а теми давно минувшими, которые открывает геология". Для осуществления намеченного генетического анализа фауны Северцов широко использовал статистический метод, сравнивая количество видов, отчасти родов и других таксономических категорий в различных районах, поясах; сопоставляя число представителей разных по происхождению фаун и т. д. Как эколог, Северцов применил количественную оценку для характеристики не только зоогеографических, но и экологических явлений. Он писал, что значение "числовых данных, особенно процентных при определении отношений среднеазиатской фауны к другим палеарктическим и при указании различий в периодических явлениях птичьей жизни на разных высотах состоит в том, что они весьма ясно представляют общее выражение влияния местных условий, климатических и топографических, на состав местной фауны, на географическое распространение и жизненные явления животных." 2 Описанный методический прием оказался весьма перспективным и получил широкое распространение в трудах последующих зоогеографов.

Большое принципиальное значение имела мысль Северцова о возможности на основании изучения особенностей современной фауны раскрыть не только пути ее возникновения, но и доказать некоторые палеогеографические и геологические явления, трудно устанавливаемые иными способами. Так, сопоставление ареалов евразийских и североамериканских оленей позволило Северцову обосновать существование в прошлом северного сухопутного соединения между Азией и Америкой. Северцов считал возможным судить о характере фауны птиц ледникового периода, исходя из характера современной высокогорной фауны. Эволюционная направленность всей книги особенно отчетливо проявлялась при рассмотрении проблемы видообразования, например, происхождения горных баранов.

Таким образом, уже в этой работе, посвященной в сущности сравнительно ограниченному району, Северцов затронул ряд коренных вопросов зоогеографии и положил начало этой отрасли отечественной науки.

В той же работе, правда, всего лишь в подстрочном примечании (на стр. 28—29), Северцов бегло остановился на системе районирования всей суши и несколько более подробно Палеарктической области. Схему Склетера и Уоллеса он предложил дополнить Антарктической областью ("для южнополярных весьма своеобразных морских птиц"). В пределах

Палеарктики Северцов различал: полярную тундру; европейско-сибирскую тайгу, или северную лесную область (правильнее было бы сказать подобласть); средиземноморскую область; среднеазиатскую и, наконец, северо-китайскую области. Бросается в глаза, что некоторые из перечисленных подобластей выделены, исходя из ландшафтно-экологических особенностей.

Эту идею Северцов положил в основу районирования Палеарктики. Свою схему районирования Палеарктики он подробно изложил в работе "О зоологических (преимущественно орнитологических) областях внетропических частей нашего материка" (1877). Эта работа стала основополагающей для отечественной зоогеографии благодаря богатству материала, строгости выводов, а главное — вниманию к теоретическим и методологическим сторонам темы. В основу зоогеографического анализа Северцов положил изучение особенностей распространения видов, использовал данные геологии, истории формирования фауны и пр. В противоположность Уоллесу, Северцов подчеркнул большое значение для зоогеографии современных условий. Северцов писал, что он "принял за основание физико-географическое деление нашего материка, преимущественно по растительности, доставляющей зверям и птицам пищу и убежище" Южную границу Палеарктической области Северцов уточнил также исходя из современных условий: за нее он принял северный предел тропических дождей. При характеристике зоогеографических подразделений, по Северцову, следует оперировать не одним только числом видов и статистическим сравнением особенностей их распространения, но дополнять сведениями по экологии, например о сезонной жизни животных. Примечательно, что в специфичности видового состава фауны Северцов усматривал "самую наглядную вывеску особых, благоприятных для них условий борьбы за существование в этой области, не встречающихся в других областях" \ Борьба за существование между аборигенными видами животных, хорошо приспособившимися к местным условиям, и видами, пришедшими извне, может играть роль трудно преодолимой преграды, не менее важной, чем физические препятствия.

Интересные соображения были высказаны Северцовым по поводу границ областей и округов. На суше они нередко бывают весьма неотчетливы и представлены переходными полосами. Поэтому надлежит в первую очередь обращать внимание не столько на установление границ, сколько на выявление центров округов, где их специфические черты выражены в наибольшей степени.

Исходя из совокупности данных, Северцов предложил следующую схему Палеарктики:

Таким образом, в своей статье Северцов обосновал важнейшие принципы зоогеографии и нарисовал широкую программу исследований, отнюдь не ограниченную одними вопросами истории формирования фаун. Поэтому нет оснований, как это обычно делают, видеть в Северцово только основоположника отечественной исторической зоогеографии. На самом деле для него скорее был характерен комплексный — и исторический, и экологический — подход, чем он решительно отличался от современных ему ведущих зарубежных зоогеографов.

Гармоничное сочетание принципов и методов исторической и экологической зоогеографии характерно и для книги последователя Северцова М. Н. Богданова "Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины средней и нижней Волги" (1871). Большой вклад в зоогеографическое познание Средней Азии внес А. П. Федченко.

Зоогеографические идеи Северцова успешно развил его ученик М. А. Мензбир. В 1882 г. в магистерской диссертации "Орнитологическая география Европейской России" он на основе изучения огромных коллекций и обобщения обширной литературы детализировал схему районирования Палеарктики Северцова. Одновременно Мензбир подчеркивал, что в зоогеографических исследованиях надо делать упор не на классификации территорий, а на выяснение качественного своеобразия свойственных им фаунистических комплексов в связи с их происхождением и распространением, на фоне исторических и современных условий. Осуществление этих задач возможно лишь путем анализа ареалов видов. Эта работа

Мензбира интересна также тем, что содержит один из наиболее полных исторических очерков развития зоогеографии как науки.

Упрочению экологической трактовки зоогеографических подразделений Палеарктики способствовала выдвинутая известным почвоведом и географом В. В. Докучаевым (1892) идея о природных, или, как теперь говорят, ландшафтно-географических зонах, охватывающих все элементы природы, включая животных.

Примерно в те же годы различные зарубежные авторы продолжали уточнять ранее предложенные схемы зоогеографического районирования суши, основываясь на распространении тех или иных групп животных. Так, А. Гейлприн (1887) предложил объединить Палеарктику и Неарктику в общую Голарктическую область. А. Рейхенов (1888), исходя из распространения семейств птиц, выделил шесть зон и в них девять областей. В. Блейфорд (1890) сохранил только три области — Австралийскую, Южноамериканскую и Арктическую. Дж. Аллен (1878) соединил Восточную и Эфиопскую области в Индо-Африканскую. В противоположность этому Р. Лидекер (1896) выступил со схемой, включающей десять областей и три царства (Арктогея, Неогей, Нотогея). Этим перечнем далеко не исчерпываются все нововведения в области зоогеографического районирования.

Различаясь в деталях, все упомянутые схемы покоились, на статистических отличиях состава фаун областей и их генезиса. Экологические особенности сравниваемых территорий не привлекали должного внимания исследователей. Одно из немногих исключений составили работы американского зоолога Ч. Мерриема (1892, 1899), выдвинувшего применительно к Северной Америке идею о "зонах жизни", границы которых определяются различиями температур. Указанные зоны Меррием уподоблял вертикальным поясам, свойственным горам, что подчеркнул одинаковыми названиями тех и других. Эти последние сохранились в современной американской литературе, но принципы выделения зон жизни, принимавшиеся Мерриемом, во многом оказались, как отметил В. Шелфорд (1934), несостоятельными.

Зоогеографическое изучение морей и пресных водоемов

Зоогеографическое изучение морей по сравнению с сушей развивалось медленнее, очевидно, в связи со специфическими трудностями исследования их фауны. Тем большую роль сыграли крупные океанографические экспедиции, предпринимавшиеся учеными ряда стран. Среди них особое место занимает плавание зоолога У. Томсона и океанолога Д. Мерри на английском корвете "Челленджер" в 1872—1876 гг. Научные результаты этой экспедиции заняли 50 томов. Они послужили историческим рубежом в становлении морской зоогеографии. Основоположником ее считается немецкий зоолог А. Ортман, опубликовавший в

География растений

Под влиянием идей Дарвина развивалась как в историческом, так и в экологическом направлениях также и фитогеография. Этому способствовала широкая экспедиционная деятельность. В ботанико-географических работах преобладал экологический подход. Первая попытка характеризовать растительные формации мира в связи с климатическими условиями была предпринята в классическом труде немецкого ботаника А. Гризебаха ("Растительность земного шара в ее климатическом подразделении" (1872). А. Гризебах разделил сушу на пояса формаций и 24 основные области. Примечательно, что книга датского ботаника Е. Варминга "Экологическая география растений" (1896) в сущности представляла не столько сводку по географии, сколько по экологии растений. То же можно сказать и о "Географии растений на физиологической основе" (1898) немецкого ботаника Шимпера, в которой он попытался объяснить особенности строения растений физиологическими причинами.

Экологические воззрения Дарвина и Геккеля

Если труды Дарвина оказали столь выдающееся влияние на развитие зоогеографии и ботанической географии, то еще большую роль они сыграли в судьбе той новой отрасли биологии, которую вскоре после выхода в свет "Происхождения видов" Геккель назвал экологией.

В сущности вся эволюционная теория Дарвина была тесно связана с экологией; его труды насыщены экологическими фактами и обобщениями, а некоторые работы (например, исследование роли дождевых червей в образовании почвы, биологии насекомоядных растений и др.) были специально посвящены вопросам экологии.

Основные идеи теории Ч. Дарвина относительно подробно изложены в главе 25, поэтому отметим здесь лишь те, которые имели самое непосредственное отношение к экологии, определили ее развитие.

Наиболее важным для экологии было обоснование исключительной роли взаимодействия разновидностей и видов между собой в связи с условиями их существования. По мнению Дарвина, физические условия, в частности, температура и другие климатические факторы, становятся ведущими лишь в наиболее неблагоприятных для жизни ландшафтах, например на Крайнем Севере, в пустынях и т. д.

К числу кардинальных проблем экологии, исследованных Дарвином, в первую очередь принадлежит борьба за существование. В связи с нею Дарвин установил необычайно высокую потенциальную способность организмов к увеличению численности и вплотную подошел к проблеме динамики численности видов, в частности массовых размножений мышевидных грызунов.

Важным для теории экологии был и вывод Дарвина о несравненно большей остроте борьбы за существование в пределах вида и между близкими формами, чем между разными видами. Глубоко и разносторонне анализируя биотические отношения, Дарвин раскрыл зависимость между животными и растениями. В отдельных случаях Дарвин прибегал к экспериментам, например, желая выявить роль птиц в расселении растений или стремясь установить масштабы почвообразующей деятельности дождевых червей. При этом Дарвин не ограничивался описанием явлений, но сопровождал их количественной оценкой.

Дарвин не прошел мимо влияния образа жизни, условий существования и взаимодействия видов на их морфологию. Достаточно сослаться на его исследования насекомоядных растений, растений и их опылителей, не считая множества отдельных примеров, вроде биологического ряда пластинчатоклювых, различающихся по питанию и строению ротового аппарата.

В "Происхождении видов" содержатся глубокие мысли по теории акклиматизации. Дарвин доказал, что аборигенные виды вовсе не всегда наилучшим образом приспособлены к местным условиям. В ряде случаев интродуцированные формы могут оказаться значительно более жизнеспособными.

Уже этот беглый и далеко не полный перечень показывает, насколько обширен круг экологических проблем, затронутых в сочинениях Дарвина.

Спустя семь лет после публикации "Происхождения видов" Геккель в своей "Всеобщей морфологии" (1866) предложил назвать весь круг вопросов, который связан с проблемой борьбы за существование и влияния на животных комплекса физических и биотических условий, новым термином "экология" (от греческого слова *oikos*, т. е. жилище, местопребывание, убежище). Геккель дал развернутую характеристику этой отрасли биологии, целиком исходя из идей Дарвина, и затем неоднократно возвращался к определению содержания экологии в позднейших произведениях. В программной речи "О пути развития и задаче зоологии", произнесенной в 1869 г., Геккель сказал: "Под экологией мы подразумеваем науку об экономии, домашнем быте животных организмов. Она исследует общие отношения животных как к их неорганической, так и к их органической среде, их дружественные и враждебные отношения к другим животным и растениям, с которыми они вступают в прямые или не прямые контакты, или, одним слоеом, все те запутанные взаимоотношения, которые Дарвин условно обозначил как борьбу за существование"

Вслед за Дарвином, Геккель подчеркивал преобладающую роль биотических отношений сравнительно с действием неорганических факторов. Он обращал внимание на место животных в общей "экономии природы" и на несоответствие числа зародышей количеству взрослых особей. Геккель показал также значение различий экологических требований отдельных видов для богатства их группировок. Иными словами, Геккель отмечал оба аспекта, экологии — и видовой, и биоценологический.

Экология животных после Дарвина (вторая половина XIX века)

Широкое распространение учения Дарвина и, в частности, его экологических представлений способствовало усилению интереса к проблеме взаимодействия между организмами и влияния на них среды обитания. Развитие указанных исследований стимулировало выделение экологии в особую отрасль биологии и появление специального названия этой отрасли. Наконец, экологические исследования привлекли к себе внимание в связи с успешным решением ряда практических задач.

Экология животных в рассматриваемый период развивалась в разных направлениях. Во-первых, продолжалось накопление данных об образе жизни ("естественной истории") отдельных видов, прежде всего из числа имеющих хозяйственное или иное практическое значение. Одновременно на основе анализа подобного рода наблюдений возникали некоторые частные и более широкие теоретические обобщения. Так, А. Ф. Миддендорф (1869) во время путешествий на север и восток Сибири установил много новых интересных фактов о сезонных миграциях птиц, зимней спячке зверей, их приспособлениях к перенесению суровых условий, изучил отдельные проявления взаимодействия животных и растений, вроде сопряженного распространения ряда видов млекопитающих и птиц с некоторыми древесными породами, служащими им источником пищи и кровом. Миддендорф принадлежал к тем зоологам, которые отчетливо понимали настоящую необходимость экологического изучения животных. Вместе с тем он предостерегал от упрощенного толкования зависимости животных от климатических условий, чем нередко грешили ученые в период становления экологии. Наконец, он указывал на необходимость накопления точно установленных фактов для создания теоретических обобщений.

Важные исследования в области экологии в этот период были выполнены М. Н. Богдановым. Он развивал экологические принципы и в своем курсе зоологии, который читал в Петербургском университете, а также в многочисленных научно-популярных статьях и книгах, посвященных преимущественно промыслово-охотничьим зверям и птицам. Благодаря этому к экологическим воззрениям приобщались молодые биологи, а также широкие круги читающей публики, любители природы, охотники и пр.

Познанию экологии животных, в частности охотничье промысловых видов, способствовали многочисленные описания их образа жизни, а также наблюдения, содержащиеся в отчетах путешественников. Большинство таких материалов касалось отдельных видов или фактов, но порой они характеризовали и некоторые более общие явления, например, динамику численности животных. Так, У. Хэдсон (1892) описал массовое размножение мышевидных грызунов на Ла-Плате, вызвавшие его причины и предложил называть подобные явления "волнами жизни". В конце столетия изучение колебаний численности охотничьих зверей и птиц началось и в России, для чего использовались данные пушной торговли, анкетные сведения, которые анализировались с помощью графиков и путем картирования (Туркин, 1894).

Естественно, что ученые больше всего занимались вопросами, имевшими практическое значение. К их числу относились: проблема массовых размножений вредителей сельского хозяйства и борьбы с ними; причины падения уловов рыбы; возможности повышения производительности пушного промысла; методы борьбы с переносчиками заболеваний и пр. Нередко эти исследования принимали весьма широкие масштабы. Их результаты не ограничивались только практическими рекомендациями, но одновременно много давали для развития экологии как науки. Не случайно, американский

зоолог С. Форбс (1895) в одной из своих работ о сельскохозяйственных вредителях счел необходимым привести развернутое определение экологии (вполне адекватное формулировке Геккеля) и подчеркнуть ее огромное теоретическое и прикладное значение. По Форбсу, "это очень обширный, сложный и важный предмет. Однако обширность и значение его мы увидим лишь тогда, когда поймем, что к нему относится все учение Дарвина, с одной стороны, и что все сельское хозяйство зависит от него, с другой. Он включает действительно широкую сферу активной жизни и все формы материи и энергии в их влиянии тем или иным путем на живых существ".

Среди исследований, имевших практическую направленность и в то же время весьма существенных для экологии, следует отметить исследования А. А. Силантьева (1894, 1898 и др.). Силантьев находился под сильным влиянием идей Докучаева о тесном взаимодействии и непрерывном развитии всех элементов природы, включая животный мир. Он принял деятельное участие в комплексных исследованиях, организованных Докучаевым в связи с работами по полесозащитному лесоразведению на юге России. Силантьев сосредоточил внимание на изучении экологии вредных грызунов и насекомых, причин их массового появления и т. д. Решение перечисленных практических вопросов привело Силантьева к интересным теоретическим выводам и методическим предложениям, не утратившим значения до наших дней. В частности в 90-е годы XIX в. он выдвинул задачу прогнозирования численности вредителей, впервые поставил вопрос о необходимости количественных учетов животных и т. д. Силантьев фактически положил начало развитию промысловой и лесной экологии животных.

Массовые размножения вредных насекомых и огромный ущерб, наносимый ими сельскому хозяйству, естественно, привлекли к себе внимание энтомологов, приложивших много усилий для решения возникших перед ними задач.

В процессе изучения образа жизни наиболее опасных вредных насекомых и разработки мер борьбы с ними энтомологи неизбежно должны были принимать во внимание влияние условий обитания в разных частях ареала вида и его взаимодействие с другими организмами, т. е. встать на экологические позиции. В результате их исследования обогатили экологию большим новым фактическим материалом, а нередко и важными теоретическими обобщениями. В частности, глубокому изучению подверглась роль хищников и паразитов, с тем, чтобы с их помощью препятствовать размножению вредных насекомых. И. И. Мечников энергично пропагандировал идею использования в этих целях микроорганизмов.

Биологический метод борьбы с вредителями начал применяться с конца XVIII в. В 70—80 годах XIX в. такие эксперименты получили дальнейшее развитие. В 1898 г. К. Рейли осуществил перевозку божьих коровок из Австралии в Калифорнию. Благодаря этим экспериментам накапливался материал о взаимоотношениях различных видов между собою.

В 80-е годы в связи с началом изучения почвообразующей роли животных, а затем зарождением почвенной зоологии, стало выясняться их взаимодействие с почвой.

Во второй половине столетия значительного уровня достигли исследования, посвященные роли животных в процессе распространения заболеваний человека и животных. Успех этих исследований был связан с широким внедрением экспериментального метода и быстрым использованием полученных данных в медицинской и ветеринарной практике. Это способствовало изучению образа жизни, стадий развития, размножения и распространения большого числа малоизученных видов. В 1865 г. И. И. Мечников установил явление чередования поколений у нематод, профессор Казанского университета Н. М. Мельников в 1869 г. открыл наличие промежуточных хозяев у одного из видов цепней; известный путешественник А. П. Федченко (1871) изучил в экологическом плане жизненный цикл ришты. Значительный вклад в изучение многих систематических групп внесли своими исследованиями немецкие паразитологи Г. Ф. Кюхенмейстер, К. Фогт, Р. Лейкарт, итальянец Б. Грасси, англичанин П. Мансон и др.

Падение уловов рыбы, наступившее сперва в Западной Европе, а затем и в России, вызвало повышенный интерес ученых к причинам сокращения промысла и закономерностям

естественных флюктуации численности. Многие отрицали возможность истощения запасов морских рыб в результате чрезмерного вылова; что же касается колебаний численности, то были выявлены факторы, сопряженные с плодовитостью, смертностью молоди, климатическими условиями, обеспеченностью кормом и т. п.

Среди отечественных зоологов в этом направлении много сделал профессор Петербургского университета К. Ф. Кесслер. Он исследовал фауну и промысел рыб Онежского озера, Финского залива, южных морей России и опубликовал ряд ценных трудов. Формулирование основных положений теории динамики стада рыб и принципов рационального рыболовства связано с именами К. М. Бэра и Н. Я. Данилевского. Они организовали рыбохозяйственную экспедицию, которая работала с 1851 по 1870 г. на огромном пространстве от Каспийского и Черного морей до Северного Ледовитого океана, включая многие крупнейшие озера. Результаты экспедиции были изложены в девяти томах под общим заглавием "Исследования о состоянии рыболовства в России" (1860—1875). Бэр установил зависимость обилия рыбы от кормовых ресурсов водоемов, показал связь плодовитости и смертности, правильно раскрыл причины естественных колебаний численности. Крупный вклад в прикладную ихтиологию внесли О. А. Гримм, Н. А. Бородин, Н. М. Книпович и др.

Началось изучение в экологическом направлении фауны Черного моря. А. А. Остроумов проследил влияние солености и морских течений на распространение животных. Русские ученые не ограничивались исследованием отечественных морей, но распространили свою деятельность на Средиземное море, Атлантический и Тихий океаны.

Важное значение для экологии имела разработка метода количественной оценки численности водных организмов и их динамики. Большая заслуга в этом принадлежит немецкому гидробиологу В. Гензену, который в 70-х годах впервые произвел точную количественную оценку состояния и воспроизводства рыбных запасов и влияния на них промысла в Кильской бухте. В 1887 г. он же опубликовал работу "Об определении планктона, или носимого морем материала из животных и растений", в которой раскрыл характер биологических связей между морскими организмами и положил начало количественного определения продуктивности моря. В дальнейшем выдвинутые им принципы были распространены на пресные водоемы (Апштейн, 1896; Скориков, 1871), а затем связаны с исследованием физико-химических свойств водной среды, которые, как выяснилось, обуславливают различия состава и количества планктона (Брандт, 1899).

Углубленному экологическому и биоценологическому изучению водных организмов очень помогало сочетание экспедиционных исследований с детальными стационарными на морских и пресноводных биологических станциях.

В связи с усиливавшимся загрязнением внутренних водоемов, что вызывало тревогу уже во второй половине прошлого столетия, должен быть отмечен важный вывод, к которому пришли О. Мюллер и Ф. Кон (1869—1870), о громадной роли растений и животных гидробионтов в процессе самоочищения воды.

Таким образом, мы видим, что в формировании экологии животных наряду со специальными экологическими исследованиями важную роль сыграли исследования, проводившиеся в рамках ранее существовавших, отраслей биологии. Так, собственно, всегда бывает, когда формируется новая наука. Но в данном случае мы сталкиваемся с одной особенностью, которая связана с предметом экологии. В силу общебиологического значения этой науки уже на стадии ее становления, а в отдельных отраслях биологии даже раньше, складывался экологический подход в различных отраслях биологии — в морфологии, биогеографии, паразитологии, гидробиологии, энтомологии, ихтиологии и т. д. Его следует отличать от экологии, как науки. Но поскольку экологический подход в некоторых отраслях биологии сыграл важную роль в формировании экологии как самостоятельной науки, мы затронули такие исследования.

В результате взаимодействия с другими отраслями биологии выделялась и уточнялась проблематика и методы экологии. Как и другие науки, она приобрела, однако,

самостоятельный характер, когда были разработаны ее теоретические основы. В общих чертах они сложились во второй половине XIX в. под влиянием практических потребностей и на базе того фактического материала, который был накоплен к тому времени.

Одним из важных обобщений последарвиновского периода, сыгравших исключительную роль в развитии экологии в наше время, была формулировка понятия популяции и определение присущих популяциям особенностей. Элементы этой концепции встречались в работах ряда ученых сравнительно давно, но они не шли дальше фрагментарных мыслей и наблюдений. Дарвин сформулировал их уже в более отчетливой форме, в частности, когда писал о динамике численности мелких грызунов, насекомых и связанных с ними хищных и насекомоядных животных. О ритме колебаний численности растений и животных говорил Г. Спенсер (1863).

В связи с изучением взаимоотношений между вредными насекомыми и их паразитами Белловуа и Лорен (1897) даже попытались сформулировать основные моменты математической интерпретации биологического контроля величины популяции, предложив довольно простое уравнение устойчивого ее состояния. Известный вклад в познание экологических популяций внесли специалисты по биометрии — В. Уэлдон (1898) и другие, исследовавшие их преимущественно с точки зрения морфологического единства.

Пристальное внимание ученых в рассматриваемый период привлекали межвидовые группировки и взаимоотношения организмов. Так, М. Н. Богданов (1871) считал, что в первую очередь надо исследовать комплексы животных и растений, приуроченные к сравнительно небольшим участкам местности. Он писал, что каждый из них "представляет особую группировку как растений, так насекомых и других мелких животных, группировку, в свою очередь колеблющуюся под влиянием изменений в условиях среды, а эти растения и мелкие, низшие формы животных составляют пищу высших форм и регулируют явления их жизни; поэтому, чтобы понять множество мелких обыденных явлений в жизни этих последних, необходимо изучить периодические явления в жизни растений и низших животных в связи с условиями среды". Из приведенных слов видно, что Богданов вплотную подошел к представлению об органическом сообществе.

В 1874 г. в Германии появилась двухтомная книга Г. Йегера, содержащая характеристику распределения группировок животных по местообитаниям и ландшафтными зонам этой страны.

Фундаментальное значение имело формулирование немецким гидробиологом К. Мебиусом (1877), изучившим устричные отмели Северного моря, понятия "биоценоз". Мебиус исходил из теоретических представлений Дарвина и Геккеля о борьбе за существование, влекущей за собой огромную диспропорцию между числом личинок и взрослых особей, тесное взаимодействие между самими устрицами и между ними и их врагами и конкурентами. Одновременно Мебиус подчеркивал зависимость существования моллюсков от характера грунта и физико-химических особенностей прибрежных частей моря. Конечный вывод Мебиуса, что устричная банка есть органическое сообщество, или биоценоз, возникший в процессе эволюционного развития под действием естественного отбора, имел принципиальное значение. С этим исследованием перекликалась работа С. Форбса (1887), рассматривавшего озеро с его населением как своего рода "микрокосмос".

Поскольку объектами экологического изучения стали не только отдельные виды, но и их комплексы, ботаники К. Шретер и О. Кирхнер (1896, 1902) предложили различать соответственно ауто- и синэкологию, что восприняли и зоологи.

Для зарубежной экологии уже во второй половине XIX столетия было характерно использование экспериментального подхода и сочетание методов экологии и физиологии. Таким образом, экспериментальное направление в экологии, приобретшее первостепенное значение в настоящее время, начало складываться уже на ранних этапах формирования экологии как науки. Упомянем, например, исследование В. Кюне (1864) о влиянии кислорода на подвижность амебы; опыты А. Кука (1895) над выживанием пустынных улиток; многочисленные эксперименты по воздействию на животных солености воды, света,

температуры и других факторов среды. Важно, что при этом дело не ограничивалось отдельными опытами, но предпринимались серьезные попытки обобщить накопленные факты. Таковой была книга немецкого ученого К. Земпера "Естественные условия существования животных" (1880). Земпер различал физиологию органов и физиологию организмов; последняя, по его мнению, должна изучать взаимные отношения, которые регулируют баланс между требованиями какого-либо вида и естественными, внешними условиями его существования в широком смысле этого понятия. Земпер последовательно рассмотрел влияние на животных питания, света, температуры, воды, воздуха. Он специально остановился на явлении монофагии и приспособлениях к ней; разработал основные принципы закономерности, которая позднее получила название "пирамиды чисел"; показал первостепенное значение колебаний и крайних пределов температур; экспериментально исследовал роль жизненного пространства в существовании организмов и т. д. К сожалению, это интересное сочинение осталось незавершенным. Сходное назначение имела капитальная сводка американского зоолога Ч. Девенпорта (1897—1899). Хотя она называлась "Экспериментальная морфология", но фактически освещала весьма широкий круг реакций организмов на воздействие физико-химических факторов.

Экология растений

Существенно иным, чем в экологии животных, было положение в области изучения экологии растений и растительных сообществ. Прежде всего эти два направления достаточно рано разделились на самостоятельные дисциплины, тогда как в зоологии до сих пор составляют единое целое. Однако даже теперь многие ботаники по-разному называют упомянутые отрасли и по-разному понимают их объем и взаимное соотношение. Нередко они рассматриваются как разделы геоботаники, трактуемой в широком смысле слова.

Экология растений одновременно зародилась в двух ботанических дисциплинах — фитогеографии и физиологии. Еще в додарвиновский период было накоплено много фактов о зависимости растений от условий произрастания и даже появились первые сводки. Учение Дарвина стимулировало экологическое изучение растительных организмов. Сошлемся, например, на труды крупнейших физиологов того времени немецких ученых Ю. Сакса (1865), а позднее и Г. Клебса, изучавших жизненные процессы растений в зависимости от света, температуры и прочих внешних условий. Правда, их взгляды страдали механицизмом, а трактовка некоторых реакций отличалась чрезмерной схематизацией, но тем не менее деятельность названных ученых сыграла в экологии растений безусловно положительную роль.

В этот же период появились первые для нашей страны специальные экологические экспериментальные и полевые исследования профессора Казанского университета, Н. Ф. Леваковского о влиянии теплоты, света, влажности и почвы на морфологию и развитие растений, в особенности на корневую систему. Идею о влиянии условий обитания на организацию и жизнедеятельность растений положил в основу морфологии А. Н. Бекетов. Он разработал стройную классификацию приспособлений растений к среде, главным образом к температуре и свету.

Пропаганда экологических воззрений, весьма способствовала энергичная деятельность К. А. Тимирязева, направленная на защиту и развитие эволюционной теории Дарвина. В значительной мере по экологической основе начал в 70-х годах свои опыты И. В. Мичурин.

Огромное влияние на формирование экологии растений оказала сводка Е. Варминга, опубликованная в 1895 г. и дважды переиздававшаяся на русском языке под названиями "Экологическая география растений. Введение в изучение растительных сообществ" (1901) и "Распределение растений в зависимости от внешних условий" (1902). В ней содержалась характеристика роли всех основных физико-химических и биотических факторов в жизни растений, классификация жизненных форм и описание главнейших растительных группировок. Варминг первым ввел термин "экология" в ботаническую литературу.

Фитоценология

В более широких масштабах во второй половине XIX в. развивалась геоботаника. Одной из причин, способствовавших ее росту, была необходимость решить ряд актуальных задач лесоведения, лесоразведения, луговодства, освоения новых земель и пр. К тому же в литературе было накоплено много геоботанических описаний отдельных районов и выработались известные навыки полевого изучения растительных группировок.

Основы фитоценологических представлений заложил А. Гризебах. Будучи последователем Гумбольдта, он продолжал детальную разработку системы жизненных форм. Гризебах впервые определил формацию, как основную единицу растительности. Он же в 1866 г. первым предложил термин "геоботаника". Однако Гризебах вкладывал в него значительно более широкое содержание, чем это принято в настоящее время, объединяя вместе экологию растений, ботаническую географию, фитоценологию в современном их понимании. В двухтомном труде "Растительность земного шара" (1872) Гризебах сделал первую попытку описания растительного покрова Земли в связи с климатическими особенностями, а вместе с тем основываясь на жизненных формах и растительных формациях.

Австрийский ботаник И. Лоренц в начале 60-х годов предложил называть группировки растений растительными сообществами (Pflanzengesellschaft), и этот термин получил признание в мировой литературе. Ценным нововведением Лоренца была "культур-географическая", т. е. геоботаническая карта обследованного района Австрии. В те же годы другой австрийский ботаник А. Кернер попытался раскрыть взаимные отношения растений в растительных сообществах. Он был одним из первых исследователей фитоценозов. В качестве основной единицы растительного покрова Кернер принимал формацию, обладающую закономерной структурой, в частности ярусностью. Он изучал фенологические смены характера формаций на протяжении вегетационного периода. По мнению Кернера, изучение формаций должно быть предметом специальной отрасли ботаники, которую он назвал "Pflanzenphysiognomie".

Идею о необходимости детального изучения растительного покрова и существа взаимоотношений между растениями, образующими естественные группировки, а также между последними и почвенно-климатической средой, настойчиво развивал с самого начала 60-х годов А. Н. Бекетов.

Одной из первых геоботанических работ в России было уже упоминавшееся сочинение И. Г. Борщова (1865), где мы находим зачаток современного представления о растительной формации, называемой автором частной, или областной, флорой. Вскоре появилась известная работа Ф. И. Рупрехта "Геоботанические исследования о черноземе" (1866). В ней мы встречаем термин "геоботаника" применительно к учению о взаимодействии растительного покрова со средой, правда, в ином, чем теперь, понимании, а именно преимущественно в историческом аспекте.

В 60—70-х годах был опубликован ряд статей, в которых с фитоценологической точки зрения освещались вопросы луговодства, смены степной и лесной растительности и т. д. Они принадлежали перу агрономов, лесоводов и других практических деятелей и порой оставались малоизвестными современным ученым, но живо свидетельствовали об актуальности подобных вопросов.

Возникновение геоботаники как науки следует отнести к концу 80-х — началу 90-х годов, когда крупные отечественные ботаники — С. И. Коржинский, И. К. Пачоский, П. Н. Крылов подчеркнули необходимость изучения не только флоры, но и группировок растений. Для этого требовалось раскрытие сущности взаимодействия между растениями или, как тогда говорили, их "общественных" или "социальных" отношений.

Конец XIX в. ознаменовался созданием капитальных трудов, появление которых говорило о том, что геоботаника достигла значительной творческой зрелости. Вместе с тем,

они демонстрировали тесную связь геоботаники с исходной для нее наукой — фитогеографией.

Поскольку интересы геоботаников во все большей мере переключались на фитоценологические проблемы, именно в данном направлении уточнялись предмет, методы, понятия этой прогрессирующей науки. Так, А. Н. Краснов (1888) под геоботаникой подразумевал учение о зависимости между растительными группировками и жизнью и историей почв. На неразрывную связь растительности со всем естественно - историческим комплексом постоянно указывал В. В. Докучаев. Материалистические идеи в его классических трудах "Русский чернозем" (1885), "Наши степи прежде и теперь" (1892), "К учению о зонах природы" (1899) и другие оказали исключительно глубокое и многообразное воздействие на формирование отечественной геоботаники. Они внесли в нее идеи всеобщей связи элементов природы, непрерывного развития естественных комплексов, их зональности. Чрезвычайно важным было неизменное стремление Докучаева к сочетанию научных исследований с решением насущных нужд сельского хозяйства.

Большое значение для геоботаники в России имели также работы почвоведом П. А. Костычева, посвященные биологическим основам почвообразования и вопросам смены растительности черноземных степей, как, например, "Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства" (1886), "Связь между почвами и некоторыми растительными формациями" (1890).

Развитию динамического направления в фитоценологии дали толчок исследования финского ученого Р. Хульта, который в середине 80-х годов впервые описал процесс смены растительности по мере заселения ею голого субстрата и формирования на нем сообщества. Этим было положено начало учению об экологических сукцессиях. Определенный вклад в него внес также американский ботаник Г. Каульс. Он был основателем "физиографического" направления в американской геоботанике, зародившегося в результате изучения смены растительности в связи с изменениями рельефа песчаных дюн озера Мичиган под воздействием воды и ветра.

Один из основоположников отечественной фитоценологии И. К. Пачоский в 1891 г. предложил рассматривать исследования растительных сообществ в качестве особой науки — "флорологии", которая призвана заниматься происхождением, жизнью, структурой, развитием и распространением растительных формаций. Согласно Пачоскому, растительность в процессе эволюции проходит через серию стадий, более или менее полную в зависимости от сложившихся условий. В 1896 г. Пачоский, а несколько позднее Крылов (1898) стали называть науку о растительных сообществах "фитосоциологией", что никак нельзя признать удачным. Однако это антропоморфическое название получило довольно широкое распространение. У нас в стране оно применялось до 30-х годов XX столетия, а за рубежом используется до сих пор. Этот термин располагал к неправомерному перенесению в учение о растительных сообществах социальных закономерностей человеческого общества.

Как известно, специфической особенностью растительных группировок является наличие определенных связей между слагающими их компонентами. Этим связям уделял много внимания крупный отечественный ботаник С. И. Коржинский. Он усматривал в них одно из проявлений борьбы за существование и распространял последнюю даже на взаимоотношения между целыми формациями, как, например, лесом и степью на юге страны, причем в таком жизненном соревновании лес якобы должен всегда побеждать, поскольку принадлежит к более сильным формациям.

Представления Коржинского вызвали возражения со стороны многих ботаников, в частности А. Н. Бекетова (1896), отрицавшего борьбу между формациями и подчеркивавшего роль почвенно-климатических условий и степени приспособленности к ним различных видов растений. Полезной была рекомендация Бекетова заменить термин "формация" понятием "сообщество", предложенным в начале 60-х годов Лоренцем и Кернером.

Проблема леса и степи относилась в 90-х годах к наиболее животрепещущим. В ее обсуждении участвовали многие крупнейшие геоботаники (Г. И. Танфильев, П. Н. Крылов, Г. Н. Высоцкий и др.). Причина подобной заинтересованности крылась не только в теоретическом значении вопроса, но и в практическом его аспекте, поскольку научная общественность была серьезно озабочена состоянием сельского хозяйства в степной зоне и борьбой с засухой.

Полевые геоботанические исследования потребовали выработки известных критериев для достаточно точной оценки роли отдельных видов в растительных сообществах. Хульт предложил для этой цели цифровую шкалу, но несравненно более удачной оказалась система О. Друде (1890), который использовал словесные латинские обозначения — *sociales*, *gregariae*, *soriosae* и др., впервые предложенные в 1823 г. Скоу.

Полевая геоботаника нуждалась также в картировании сообществ. Его принципы разработал в конце XIX столетия французский ботаник М. Флао. В Швейцарии в те же годы К. Шретер обобщил имевшийся методический опыт и составил первые программы экологических и геоботанических исследований.

К концу XIX в. геоботанические исследования сильно расширились и усложнились. Возникли первые геоботанические школы. Одну из них возглавлял Друде, имевший много последователей в различных странах.

В России быстрое развитие геоботаники стимулировалось необходимостью сельскохозяйственной оценки новых земель на юге азиатской части страны, куда переселялась масса крестьян из европейской России. Эти исследования позволили расширить знания о строении и динамике степных и луговых растительных сообществ. Большое значение для развития прикладной и теоретической геоботаники имело также детальное изучение естественных лесных насаждений и разработка способов разведения лесов на юге в целях борьбы с засухами. Важную роль в этом сыграла экспедиция, организованная в начале 90-х годов В. В. Докучаевым. Специалисты в области лесоведения — А. Ф. Рудзкий, М. К. Турский, Д. М. Кравчинский и другие — заложили основы научного ведения лесного хозяйства, в частности учения о типах леса, чем способствовали развитию лесной геоботаники.

Деятельное участие в решении хозяйственных задач, связанных с использованием растительных сообществ, принимали и геоботаники других стран мира.

Итак к концу XIX в. экология животных, экология растений и фитоценология сформировались в самостоятельные отрасли биологии. Вместе с этим в арсенал зоологических и ботанических исследований прочно вошел экологический подход. В XX в. он нашел широкое распространение в физиологии, а ближе к его середине в связи с успехами популяционной экологии и в генетике.

Эволюционная теория во второй половине XIX века

Могучее влияние дарвинизма на биологию не ограничилось распространением эволюционной идеи и формированием новых отраслей науки, основанных на применении исторического метода. Зародилась новая особая отрасль биологии, — эволюционная теория, предметом которой является изучение причин, движущих сил и закономерностей исторического развития живой природы. Дата ее рождения — 1859 г. (выход в свет "Происхождения видов"), так как только приняв форму дарвинизма, идея эволюции стала на вполне научную почву.

Дарвинизм – единственная подлинно научная теория эволюции

Более чем 100-летний период развития биологии после создания эволюционной теории Ч. Дарвина полностью подтвердил правильность его учения о естественном отборе как движущей силе эволюционного процесса. Оказалось, что сущность эволюции состоит в адаптивных (приспособительных) преобразованиях популяций, возникающих в процессе сложных взаимодействий многих факторов — наследственной (мутационной) и

ненаследственной (модификационной) изменчивости, скрещиваний, расщеплений и других законов наследственности, борьбы за существование, динамики численности, "волн жизни", миграции, изоляции,— реализующихся в процессе естественного отбора. Естественный отбор обуславливает общий приспособительный характер эволюции, приводящий к возникновению и поддержанию органической целесообразности, к видообразованию, связанному с увеличением многообразия форм при сохранении единства органического мира, и, наконец, он обеспечивает прогрессивный характер эволюции, т. е. общее усовершенствование организации.

Борьба за утверждение дарвинизма

Вскоре после выхода "Происхождения видов" против теории Дарвина выступили консервативно настроенные биологи, геологи и другие естествоиспытатели, а также представители клерикальных кругов. На первых порах вопрос о причинах и движущих силах эволюции почти не затрагивался в полемике. Она была всецело сосредоточена на вопросе — существует ли эволюция?

Проблематика исследований, выполненных с позиций дарвинизма

Начало второго периода (1864—1865 гг.) связано с выходом в свет первых работ, популяризовавших, защищавших и развивавших идею эволюции. Примерами могут служить, например, статьи К. А. Тимирязева, книга Ф. Ролле "Учение Дарвина о происхождении видов" (1865), а также работы по применению эволюционных идей Ч. Дарвина к разработке отдельных отраслей биологии, например, книга Ф. Мюллера "За Дарвина" (1864), монография Э. Геккеля "Всеобщая морфология организмов" (1866), книга Г. Зейдлица "Теория Дарвина" (1871) и др. Кроме того, начало этого периода характеризовалось выходом в свет работ, в которых дарвинизм впервые подвергался критике со стороны эволюционистов, придерживавшихся иных точек зрения. Примером может служить работа А. Келликера "О дарвиновской теории творения" (1864). Согласно Келликеру основным законом эволюции является "внутренний закон развития", то есть автогенетический принцип "стремления к прогрессу", а основным путем эволюции — резкие превращения форм — большие скачки, подобные метаморфозу при непрямом индивидуальном развитии. Позже, в 1876 г., близкую позицию в критике теории Дарвина занял К. Бэр в книге "Об учении Дарвина", в том же году подвергнутой обстоятельной критике Г. Зейдлицем.

Формирование различных течений в дарвинизме

Вскоре после возникновения дарвинизма в нем начало формироваться несколько течений. Среди них можно выделить три основных. Прежде всего — это классический дарвинизм, то есть учение самого Дарвина и других биологов, разделявших представление о ведущей роли в эволюции естественного отбора на основе неопределенной изменчивости и борьбы за существование. Сторонники классического дарвинизма признавали гипотезу наследования приобретенных признаков в качестве подчиненного принципа.

Неоламаркизм и его разновидности

С дарвинизмом конкурировали различные концепции неоламаркизма, имевшие значительное количество сторонников.

Телеологические концепции эволюции.

Значительное распространение получили телеологические концепции эволюции. Одни из них входили в состав ортоламаркизма, другие занимали самостоятельное положение. Лидером телеологического направления в эволюционизме этого периода следует считать К. Бэра, который в 70-е годы выступил с рядом работ, направленных против дарвинизма. В отличие от А. Келликера, К. Негели, С. Майварта и других биологов, развивавших телеологические принципы эволюции преимущественно на эмпирической

основе, Бэр пытался дать им логическое обоснование. Бэр рассматривал "вселенную, и особенно органический мир, как результат развития, стремящегося к высшей цели, и руководимого разумом". Введя понятие о "целестремительности" (Zielstrebigkeit) эволюции, Бэр хотя и подчеркнул, что она "обусловлена материей и ее силами", но тут же добавил, что "общая закономерность в мире исходит от единого духовного начала". Целестремительность, по Бэру, является универсальным законом, действующим как в эмбриогенезе, так и в филогенезе и вызывающим весь процесс усложнения организмов и увеличения гармоничности живого. Впрочем нельзя сказать, чтобы взгляды Бэра на эволюцию, изложенные в этих работах, отличались последовательностью. С одной стороны, Бэр признавал доказанной эволюцию только видов и родов, то есть оставался на позициях ограниченного эволюционизма, с другой — развивал идею о всеобщности развития.

Предтечи концепции теории эволюции.

Во втором периоде развития эволюционной теории зародился и начал распространяться неокатастрофизм — мутационизм. Это течение также сложно по своей структуре. Оно включало такие концепции, как упоминавшаяся гипотеза "гетерогенного размножения" (А. Келликер), представления С. Майварта о скачкообразном видообразовании, В. Ваагена о больших геологических мутациях, С. И. Коржинского о гетерогенезисе, а также идея геолога Э. Зюоса о "перечеканке живых существ", то есть гигантских превращениях форм на протяжении коротких периодов. Общим для неокатастрофизма, как и для большинства неоламаркистских течений, было отрицательное отношение к теории эволюции путем естественного отбора.

Особенности развития эволюционной теории в России

Эволюционная теория в форме учения Дарвина получила широкое распространение в России и победила еще в течение 60-х годов. Выступая на 7-м съезде русских естествоиспытателей и врачей в 1883 г., А. О. Ковалевский говорил, что дарвинизм был принят в России так быстро и без особой борьбы потому, что не встретил "твердо установившихся старых традиций", как это имело место в естествознании Западной Европы, а также из-за того, что его появление совпало с "пробуждением общества" после Крымской войны и приветствовалось ее прогрессивными слоями, то есть революционными демократами—"шестидесятниками".

Гипотеза «органического», или «совпадающего отбора»

В 1896—1897 гг. зоопсихологи Дж. Болдуин, Ллойд Морган и палеозоолог Г. Осборн независимо друг от друга впервые сформулировали представление о механизме фиксации "не наследственных изменений" (т. е. адаптивных модификаций или онтогенетических и функциональных адаптаций).

Первые экспериментальные доказательства эффективности естественного отбора

Развитие эволюционной теории в первую очередь зависело от степени изученности главных законов эволюции, то есть ее движущих сил. Но случилось так, что после победы эволюционизма в течение почти 40 лет, то есть до конца XIX в. движущие силы эволюции по существу не исследовались глубже, чем это сделал Дарвин. Как сторонники, так и противники дарвинизма много спорили о значении борьбы за существование и естественного отбора, принимали или отвергали эти принципы для объяснения тех или иных приспособлений, но сами эти принципы не исследовали. Наука того времени еще не располагала прямыми данными как о существовании самого механизма естественного отбора в природе, так и о тех исключительных функциях, которые приписывались ему дарвинистами. Накапливались только косвенные доводы в пользу существования отбора в природе. Первые эксперименты по исследованию механизма действия естественного отбора были проведены лишь в самом конце XIX в.

Лекция 5

Тема: Развитие биологии и экологии в XX в.

План:

1. Основные этапы развития биологии в XX в.
2. Развитие биохимии и молекулярной биологии. Исследования строения белков и углеводов, нуклеиновых кислот. Разработка теории катализа. Открытие антибиотиков. Рентгеноструктурный анализ нуклеиновых кислот и белка. Новые методы исследования: ультрацентрифугирование, хроматография, рентгеноструктурный анализ.
3. Развитие зоологии. Теоретические работы А.Н. Северцова, Э. Майера, И. Шмальгаузена, В. Догеля. Разработка проблем систематики, зоогеографии, протистологии, паразитологии.
4. Развитие ботаники. Теория строения растений. Новые методы систематики и системы растений. Разработка теории вида.
5. Достижения физиологии человека и животных. Изучение процессов координации. Теория функциональных систем. Рефлекторная регуляция тонуса, функций коры и органов чувств, вегетативной нервной системы, кровообращения и дыхания. Открытие нейромедиаторов, адреналина, тироксина, паратгормона. Возникновение этологии.
6. Развитие классической генетики. Создание хромосомной теории наследственности. Открытие искусственного и химического мутагенеза. Популяционная генетика. Исследование генетической роли нуклеиновых кислот. Открытие двойной спирали ДНК, репликации и обратной транскрипции. Генетический код и биосинтез белков. Дифференциальная активность генов. Методы генной инженерии.
7. Жизнеобеспечение человека и продление его жизни.

Биология XX века: познание молекулярного

уровня жизни. Предпосылки современной биологии. Современная биология основывается на тех достижениях, которые были сделаны в этой науке во второй половине XIX века: создание Ч. Дарвином эволюционного учения, основополагающие работы К. Бернара в области физиологии, важнейшие исследования Л. Пастера, Р. Коха и И.И. Мечникова в области микробиологии и иммунологии, работы И.М. Сеченова и И.И. Павлова в области высшей нервной деятельности и, наконец, блестящие работы Г. Менделя, хотя и не получившие известности до начала XX века, но уже выполненные их выдающимся автором. XX век явился продолжением не менее интенсивного прогресса в биологии. В 1900 году голландским ученым биологом Х. де Фризом (1848-1935), немецким ученым ботаником К.Э. Корренсом (1864-1933) и австрийским ученым Э. Чермак-Зейзенеггом (1871-1962) независимо друг от друга и почти одновременно вторично были открыты и стали всеобщим достоянием законы наследственности, установленные Менделем. Развитие генетики после этого происходило быстро. Был принят принцип дискретности в явлениях наследственности, открытый еще Менделем; опыты по изучению закономерностей наследования потомками свойств и признаков родителей были значительно расширены. Было принято понятие «ген», введенное известным датским биологом Вильгельмом Иогансоном (1857-1927) в 1909 году и означающее единицу наследственного материала, ответственного за передачу по наследству определенного признака. Утвердилось понятие хромосомы как структурного ядра клетки, содержащего дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) — высокомолекулярное соединение, носитель наследственных признаков. Дальнейшие исследования показали, что ген является определенной частью ДНК и действительно носителем только определенных наследуемых свойств, в то время как ДНК - носитель всей наследственной информации организма. Развитию генетики способствовали в большой мере исследования известного американского биолога, одного из основоположников этой науки, Томаса Ханта Моргана (1866-1945). Он сформулировал хромосомную теорию наследственности. Большинство растительных и животных организмов являются диплоидными, т.е. их клетки (за

исключением половых) имеют наборы парных хромосом, однотипных хромосом от женского и мужского организмов.

Хромосомная теория наследственности сделала более понятными явления расщепления в наследовании признаков. Важным событием в развитии генетики стало открытие мутаций — возникающих внезапно изменений в наследственной системе организмов и потому могущих привести к устойчивому изменению свойств гибридов, передаваемых и далее по наследству. Своим возникновением

мутации обязаны либо случайным в развитии организма событиям (их обычно называют естественными или спонтанными мутациями), либо искусственно вызываемым воздействиям (такие мутации часто именуют индуцированными). Все виды живых организмов (как растительных, так и животных) способны мутировать, т. е. давать мутации. Это явление — внезапное возникновение новых, передающихся по наследству свойств — известно в биологии давно. Однако систематическое изучение мутаций было начато голландским ученым Хуго де Фризом, установившим и сам термин «мутации». Было обнаружено, что индуцированные мутации могут возникать в результате радиоактивного облучения организмов, а также могут быть вызваны воздействием некоторых химических веществ. Следует отметить первооткрывателей всего того, что связано с мутациями. Советский ученый-микробиолог Георгий Адамович Надсон (1867-1940) вместе со своими коллегами и учениками установил в 1925 году воздействие радиоизлучения на наследственную изменчивость у грибов. Известный американский генетик Герман Джозеф Меллер (1890-1967), работавший в течение 1933-1937 годов в СССР, обнаружил в 1927 году в опытах с дрозофилами сильное мутагенное действие рентгеновских лучей. В дальнейшем было установлено, что не только рентгеновское, но и любое ионизированное облучение вызывает мутации. Достижения генетики (и биологии в целом) за прошедшее после выхода в свет книги Дарвина «Происхождение видов» время так значительны, что было бы удивительно, если бы все это никак не повлияло на дарвиновскую теорию эволюции. Два фактора: изменчивость и наследственность, которым Дарвин придавал большое значение, получили более глубокое толкование.

Итак, дальнейшее развитие биологии и входящей в ее состав частью генетики, во-первых, еще более укрепило дарвиновскую теорию эволюции живого мира и, во-вторых, дало более глубокое толкование (соответствующее достигнутым успехам в биологии) понятиям изменчивости и наследственности, а следовательно, всему процессу эволюции живого мира. Более того, можно сказать, что успехи биологии выдвинули эту науку в ряды лидеров естествознания, причем наиболее поразительные ее достижения связаны с изучением процессов, происходящих на молекулярном уровне.

Молекулярная биология

Прогресс в области изучения макромолекул до второй половины нашего века был сравнительно медленным, но благодаря технике физических методов анализа, скорость его резко возросла. У. Астбери ввел в науку термин «молекулярная биология» и провел основополагающие исследования белков и ДНК. Хотя в 40-е годы почти повсеместно господствовало мнение, что гены представляют собой особый тип белковых молекул, в 1944 году О. Звери, К. Маклеод и М. Маккарти показали, что генетические функции в клетке выполняет не белок, а ДНК. Установление генетической роли нуклеиновых кислот имело решающее значение для дальнейшего развития молекулярной биологии, причем было показано, что эта роль принадлежит не только ДНК, но и РНК (рибонуклеиновой кислоте).

Расшифровку молекулы ДНК произвели в 1953 году Ф. Крик (Англия) и Д. Уотсон (США). Уотсону и Крику удалось построить модель молекулы ДНК, напоминающую двойную спираль. Наряду с изучением нуклеиновых кислот и процессом синтеза белка в молекулярной биологии большое значение с самого начала имели исследования структуры и свойств самих белков. Параллельно с расшифровкой аминокислотного состава белков проводились исследования их пространственной структуры. Среди важнейших достижений

этого направления следует назвать теорию спирали, разработанную в 1951 году Э. Полингом и Р. Кори. Согласно этой теории, полипептидная цепь белка не является плоской, а свернута в спираль, характеристики которой были также определены. Несмотря на молодость молекулярной биологии, успехи, достигнутые ею в этой области, ошеломляющи. За сравнительно короткий срок были установлены природа гена и основные принципы его организации, воспроизведения и функционирования. Полностью расшифрован генетический код, выявлены и исследованы механизмы и главные пути образования белка в клетке. Полностью определена первичная структура многих транспортных РНК. Установлены основные принципы организации разных субклеточных частиц, многих вирусов, и разгаданы пути их биогенеза в клетке.

Другое направление молекулярной генетики — исследование мутации генов. Современный уровень знаний позволяет не только понять эти тонкие процессы, но и использовать их в своих целях. Разрабатываются методы генной инженерии, позволяющие внедрить в клетку желаемую генетическую информацию. В 70-е годы появились методы выделения в чистом виде фрагментов ДНК с помощью электрофореза.

В 1981 году процесс выделения генов и получения из них различных цепей был автоматизирован. Генная инженерия в сочетании с микроэлектроникой предвещают возможности управлять живой материей почти так же, как неживой.

В последнее время в средствах массовой информации активно обсуждаются опыты по клонированию и связанные с этим нравственные, правовые и религиозные проблемы. Еще в 1943 году журнал «Сайенс» сообщил об успешном оплодотворении яйцеклетки в «пробирке». Далее события развивались следующим образом.

1973 год — профессор Л. Шетлз из Колумбийского университета в Нью-Йорке заявил, что он готов произвести на свет первого «бэби из пробирки», после чего последовали категорические запреты Ватикана и пресвитерианской церкви США.

1978 год — рождение в Англии Луизы Браун, первого ребенка «из пробирки».

1997 год — 27 февраля «Нейчур» поместил на своей обложке — на фоне микрофотографии яйцеклетки — знаменитую овечку Долли, родившуюся в институте Рослин в Эдинбурге.

1997 год — в самом конце декабря журнал «Сайенс» сообщил о рождении шести овец, полученных по рослинскому методу. Три из них, в том числе и овечка Долли, несли человеческий ген «фактора IX», или кровоостанавливающего белка, который необходим людям, страдающим гемофилией, то есть несвертываемостью крови.

1998 год — чикагский физик Сиди объявляет о создании лаборатории по клонированию людей: он утверждает, что отбоя от клиентов у него не будет.

1998 год, начало марта — французские ученые объявили о рождении клонированной телочки. Все это открывает уникальные перспективы для человечества.

Клонирование органов и тканей — это задача номер один в области трансплантологии, травматологии и в других областях медицины и биологии. При пересадке клонированного органа не надо думать о подавлении реакции отторжения и возможных последствиях в виде рака, развившегося на фоне иммунодефицита. Клонированные органы станут спасением для людей, попавших в автомобильные аварии или какие-нибудь иные катастрофы, или для людей, которым нужна радикальная помощь из-за заболеваний пожилого возраста (изношенное сердце, больная печень и т. д.).

Самый наглядный эффект клонирования — дать возможность бездетным людям иметь своих собственных детей. Миллионы семейных пар во всем мире страдают, будучи обреченными оставаться без потомков.

Расшифровка генома человека

Первоначально (в 1988 году) средства на изучение генома человека выделило Министерство энергетики США, и одним из руководителей программы «Геном человека»

стал профессор Чарлз Кэнтор. В 1990 году Нобелевский лауреат Джеймс Уотсон начал лоббирование конгресса США, и вскоре конгресс распорядился выделить сразу сотни миллионов долларов на изучение генома человека. Эти средства были добавлены к бюджету Министерства здравоохранения, отсюда они перетекли в ведение дирекции сети институтов, объединенных под общим названием — Национальные институты здоровья (National Institutes of Health, сокращенно NIH). В составе NIH появился новый институт — Национальный институт исследования генома человека (NHGRI, директор Фрэнсис Коллинз).

В мае 1992 года ведущий сотрудник NIH Крэйг Вентер подал заявление об уходе и объявил о создании нового, частного исследовательского учреждения — Института геномных исследований (The Institute for Genomic Research, сокращенно — TIGR или ТИГР).

Ожидание гигантских прибылей от будущего внедрения результатов изучения геномов хорошо поняли не только в США. В ведущих странах Запада началась настоящая гонка в отношении вклада средств в исследования геномов. 3 мая 1999 года британский «Велком траст» (формально правительство Великобритании финансирует британскую часть проекта «Геном человека» через этот частный благотворительный фонд) добавил дополнительно 100 млн фунтов стерлингов (примерно 167 млн долларов) нескольким английским лабораториям, занимающимся исследованиями генома человека, из них 77 млн долларов было выделено на 1999 год Сэнгеровскому центру в Кэмбридже. При первоначальном объявлении сроков завершения проекта в 2003 году предполагалось, что точность исследования генома составит 99,99%. Потом сроки подвинули, основываясь на том, что для биологов и медиков хватит и 90% -ной точности, зато отрапортовать о завершении генома можно будет к концу 2000 года. 2 декабря 1999 года журнал «Nature» обнародовал данные, касающиеся крупного прорыва в исследовании генома человека: в основном усилиями английских ученых при активном участии других европейских, японских и американских лабораторий был завершен полный анализ одной из хромосом человека (правда, одной из самых маленьких) — хромосомы.

На этом гонка отнюдь не затихла. Как сообщил журнал «Science» со ссылкой на газету «Ле Монд» от 14 мая 1999 года, французское правительство решило в этот момент «впрыснуть» дополнительно 330 млн долларов на ближайшие три года в бюджет расположенного рядом с Парижем исследовательского центра генома в Иври.

В июне 1999 года Германия, которая до этого выделяла явно недостаточно средств на исследования генома человека (всего 23 млн долларов в год, начиная с 1996 года), изменила свой подход: на ближайшие пять лет было отпущено 550 млн. долларов. В ноябре — декабре 1999 года стало ясно, что ученым удалось убедить правительство увеличить ежегодные траты на исследования генома человека до 280 млн. долларов.

13 июля 1999 года об увеличении выделяемых средств на работы по исследованию генома человека объявило правительство Японии. То, что участвовавшая в начале создания международного проекта «Геном человека» Россия фактически приостановила свой вклад в него, можно рассматривать однозначно отрицательно: Россия обрекает себя в этом отношении на скатывание на уровень второстепенных государств, обреченных на экономическую зависимость в будущем от тех, кто вложил средства в эту перспективную научную область.

Описание генома человека ученым удалось получить значительно раньше планировавшихся сроков (2005-2010 гг.). Уже в канун нового, XXI века были достигнуты сенсационные результаты в деле реализации указанного проекта. Оказалось, что в геноме человека — от 30 до 40 тысяч генов (вместо предполагавшихся ранее 80—00 тысяч). Это ненамного больше, чем у червяка (19 тысяч генов) или мухи-дрозофилы (13,5 тысяч). Расшифровка генома человека дала огромную, качественно новую научную информацию для фармацевтической промышленности. Вместе с тем оказалось, что использовать это научное

богатство фармацевтической индустрии сегодня не по силам. Нужны новые технологии, которые появятся, как предполагается, в ближайшие 10-15 лет.

Именно тогда станут реальностью лекарства, поступающие непосредственно к больному органу, минуя все побочные эффекты. Выйдет на качественно новый уровень трансплантология, получит развитие клеточная и генная терапия, радикально изменится медицинская диагностика и т. д.

Кибернетика и синергетика

Впервые термин кибернетика встречается у древнегреческого философа Платона и означает искусство управлять кораблем (искусство кормчего), а в переносном смысле искусство управления людьми. Долгое время этим термином не пользовались. Только в 1948 г. этот термин был взят на вооружение известным американским математиком Норбертом Винером, который опубликовал книгу «Кибернетика, или управление и связь в животном и в машине». Данная работа Винера наряду с книгой фон Неймана и О. Моргенштерна «Теория игр и оптимальное поведение»

(1944 г.) оказались весьма продуктивными для становления электронно-вычислительной техники. Кибернетика поставила в центр внимания такие понятия как информация, обратная связь, управление и др. На основе идей Винера удалось создать общую теорию информации и связи, применимую в самых различных областях — от физики до биологии и языкознания. В развитии теории информации важную роль сыграли также работы советских ученых А.Н. Колмогорова и А.Я. Хинчина. В кибернетике были предприняты первые серьезные усилия по научному исследованию феномена самоорганизации. Кибернетика имела дело как с живыми, так и с техническими (построенными из неживого вещества) управляемыми и саморегулирующимися системами, т.е. с системами, в которых самоорганизация заложена изначально.

Кибернетику интересовали гомеостатические системы, поддерживающие свое функционирование в заданном режиме. Само понятие гомеостазиса указывает на то, что в гомеостатической системе речь может идти только о самоорганизации, направленной на достижение оптимальной структуры ее элементов. Такая идея позволяет понять факт устойчивости и сохранения систем (в том числе живых). Но с позиций гомеостазиса нельзя понять как возникают новые системы, причем не только в живой, но и в неорганической природе. К тому же, проблема гомеостазиса в кибернетике рассматривается с чисто функциональной точки зрения и поэтому в ней не анализируются конкретные механизмы самоорганизации. В настоящее время считается установленным, что процессы самоорганизации (так же как, разумеется, и дезорганизации) могут происходить в сравнительно простых физических и химических средах неорганической природы. А это означает, что простейшая, элементарная форма самоорганизации имеет место уже в рамках физической и химической форм движения материи. Причем, чем сложнее форма движения материи, тем выше уровень ее самоорганизации.

Синергетика как новая парадигма самоорганизации зародилась в нашей стране. Еще в 60-х годах XX века советским ученым Б.Н. Белоусовым были начаты интересные эксперименты с так называемыми автокаталитическими химическими реакциями, которые затем были продолжены А.М. Жаботинским. Эти эксперименты показали, что наличие автокаталитических реакций значительно ускоряет процессы самоорганизации в химической форме движения. Были высказаны веские предположения, что именно автокаталитические самоорганизующиеся химические процессы послужили основой для перехода от предбиологической к биологической форме движения материи. Позднее реакция Белоусова-Жаботинского послужило экспериментальной основой для построения математической модели самоорганизующихся процессов в бельгийской школе лауреата Нобелевской премии И.Р. Пригожина. Исследуя по преимуществу процессы самоорганизации в физических и химических системах, И.Р. Пригожин в целом ряде своих работ (часть из них переведена на

русский язык) раскрывает исторические предпосылки и мировоззренческие основания теории самоорганизации.

В 70—0-х годах XX века работы в области синергетики быстро расширились, в них включались все новые исследователи. Немецкому профессору Г. Хакену (Институт синергетики и теоретической физики в Штутгарте) удалось объединить большую международную группу ученых, создавшую серию книг по синергетике. В этих работах представлялись результаты исследований процессов самоорганизации в самых разных системах, включая и социальные.

В нашей стране разработкой теории самоорганизации на базе математических моделей и вычислительного (компьютерного) эксперимента занялась школа академика А.А. Самарского и члена-корреспондента РАН С.П. Курдюмова. Эта школа выдвинула ряд оригинальных идей для понимания механизмов возникновения и эволюции относительно устойчивых структур в нелинейных средах.

Синергетику, как новую парадигму, можно предельно кратко охарактеризовать тремя ключевыми идеями: самоорганизация, открытые системы, нелинейность.

Физика XIX века ввела понятия необратимых процессах. Провозглашая необратимый характер физических изменений, классическая термодинамика считала, что эти изменения могут происходить лишь в сторону увеличения энтропии, а следовательно, усиления хаоса, дезорганизации материальных систем. Эти представления об эволюции физических (неорганических) систем, способных лишь к движению в сторону дезорганизации, находились в резком противоречии с самоорганизацией живых систем. Но физика XIX столетия рассматривала лишь закрытые, изолированные от окружающей среды системы, в которых энтропия действительно имеет тенденцию к возрастанию. Такие системы «эволюционируют» в сторону термодинамического равновесия и дезорганизации - в полном соответствии со вторым началом термодинамики. Однако в наше время считается установленным, что представление прежней физики о закрытых системах схематизирует и упрощает действительность, то есть является весьма сильной идеализацией, которая реально в природе не встречается.

Во второй половине XX века в науке утвердилось представление согласно которому открытость системы является непременным условием самоорганизации. Еще до появления синергетики американский кибернетик Г. Ферстер выразил это достаточно ясно. «Термин самоорганизующаяся система», - писал он, - становится бессмысленным если система не находится в контакте с окружением, которая обладает доступным для нее энергией и порядком и с которым наша система находится в состоянии постоянного взаимодействия, так что она умудряется как-то «жить» за счет этого окружения». Тот факт, что для самоорганизации необходима открытая система, то есть система, обменивающаяся с окружающей средой веществом и энергией, ставил под сомнение универсальную справедливость выводов классической термодинамики, имеющей дело с закрытыми системами (которые изолированы от окружающей среды и которые, как уже отмечалось выше, фактически не встречаются в природе). Оказалось, что принцип Больцмана (второе начало термодинамики) в буквальном смысле не применим к системам открытого типа. Конечно, и в открытых системах может нарастать энтропия, происходить увеличение беспорядка (дезорганизации), но за счет обмена энергией с окружающей средой эти процессы могут приостанавливаться и даже приобретать обратный характер. В такого рода системах, грубо говоря, использованная, «обесцененная» энергия рассеивается в окружающей среде (а взамен поступает новая энергия из среды). Поэтому подобные системы, или структуры получили наименование «диссипативные», что в переводе с английского означает «рассеивающие». Данное понятие сыграло важную роль в становлении синергетики. Разработка теории диссипативных структур показало, что диссипация - это не фактор разрушения, а необходимое и важное свойство процессов самоорганизации. Именно диссипация есть необходимый процесс, способствующий

выстраиванию упорядоченной структуры в нелинейной открытой среде. Диссипативные структуры, не подчиняющиеся принципу Больцмана, связаны с совершенно другим принципом, который И.Р. Пригожин назвал «возникновение порядка через флуктуации». Как рождается порядок из хаоса (беспорядка)? - ставит вопрос И.Р. Пригожин (и этот вопрос выносит в заголовок своей основополагающей работы по синергетике, написанной в соавторстве с И. Стенгерс). С его точки зрения, иницирующим началом самоструктурирования нелинейной открытой среды является малая флуктуация. Под флуктуациями в синергетике понимают случайные отклонения величин, характеризующих систему, от средних значений. Таким образом, синергетическое понятие флуктуации оказалось тесно связанным с философской категорией случайности.

Синергетика по-новому осветила место и роль случайности в эволюции материального мира. Она опровергла тот привычный взгляд, будто случайная флуктуация незначительна, ибо маломасштабна, и в силу этого, не может определять путь развития системы. С точки зрения синергетики, в открытых нелинейных системах (а таковые типичны в мире, в котором мы живем) случайное малое воздействие - флуктуация - может приводить к весьма существенному результату. Таким образом, случайность играет особую, конструктивную (можно даже сказать — креативную) роль в процессах самоорганизации, происходящих в материальном мире.

Формирование синергетики в последней четверти XX столетия оказалось в чем-то схожим со становлением кибернетики в середине этого столетия. Такая схожесть основывается на обнаруженной общности в феноменах, имеющих место в системах неживой и живой природы, а также в социальных системах. Во всех этих материальных системах имеют место процессы самоорганизации. Вместе с тем между кибернетикой и синергетикой существует и значительное различие. Кибернетика, возникшая на рубеже 40-50-х годов XX века, претендовала на общенаучное значение в изучении процессов управления, имеющих место в некоторых неорганических (созданных человеком), биологических и социальных системах. И, надо сказать, она успешно отстаивала свой общенаучный статус. Синергетика претендует сегодня на большее: она выступает уже как новое миропонимание, как основа концепций глобального и космического эволюционизма.

Итоги ушедшего столетия.

На границе столетий всегда какая-то часть людей была озабочена поисками символов ушедшего времени. Вот и ныне — периодические издания дружно выделяют события, ставшие этапными и оказавшие влияние на жизнь человечества в прошедшие сто лет. Называют атомную бомбу, компьютеры и Интернет, открытие генетического кода и клонированную овечку. Если посмотреть повнимательнее и на прочие более мелкие события века, то все равно окажется, что, подводя итоги времен, люди выделяют прежде всего и чаще всего достижения науки и техники. Известное приложение к «Независимой газете» — «НГ Наука» в течение 2000 года проводила рейтинговые опросы читателей по четырем, как принято сегодня говорить, номинациям:

- самые выдающиеся ученые столетия;
- открытия и научные концепции (теории), в наибольшей степени повлиявшие на развитие цивилизации в XX в.;
- наиболее значимые технологии и изобретения;
- самые грандиозные реализованные технические (инженерные) проекты.

В результате, как и планировала «НГ-Наука», появился список — «Золотая сотня» науки и техники XX в., составленный по мнениям читателей.

Самые выдающиеся ученые столетия:

1. Иван Павлов (теория условных и безусловных рефлексов).
2. Мария Склодовская-Кюри (работы по радиоактивности).
3. Николай Семенов (теория разветвленных химических реакций).
4. Отто Ган (деление ядра урана).

5. Альберт Эйнштейн (специальная и общая теория относительности).
6. Нильс Бор (теория строения атомов).
7. Макс Планк (квантовая теория).
8. Вольфганг Паули (принцип запрета в квантовой механике).
9. Вернер Гейзенберг (квантовая механика).
10. Поль Дирак (квантовая механика).
11. Энрико Ферми (ядерная и нейтронная физика).
12. Эдвард Теллер (ядерные реакции).
13. Стивен Хокинг (теория излучения « черных дыр »).
14. Бенуа Мандельброт (фрактальная геометрия).
15. Фрэнсис Крик, Джеймс Уотсон (открытие двойной спирали ДНК).
16. Норберт Виннер (кибернетика).
17. Илья Пригожин (термодинамика неравновесных процессов).
18. Деннис Габор (голография).
19. Александр Фридман (модель нестационарной расширяющейся Вселенной).
20. Клод Шеннон (математическая теория информации).
21. Уильям Шокли, Джон Бардин, Уолтер Браттейн (транзисторный эффект).
22. Александр Флеминг (открытие пенициллина).
23. Анри Пуанкаре (математическая формулировка принципов специальной теории относительности).
24. Тим Бернерс-Ли (концепция Всемирной паутины — World Wide Web).
25. Кристиан Барнард (пересадка сердца человеку).
26. Петр Капица (физика низких температур).
27. Томас Морган (генетика).
28. Андрей Сахаров (работы в области термоядерного синтеза).
29. Фриц Габер (синтез аммиака).
30. Гленн Сиборг (синтез трансураниевых элементов).
31. Сергей Королев (реализация советских космических программ).
32. Николай Вавилов (генетика).
33. Игорь Курчатов (создание советского атомного оружия).
34. Владимир Вернадский (теория ноосферы).
35. Владимир Ипатьев (химия высоких температур и давлений).
36. Константин Циолковский (теория космических полетов).
37. Юлий Харитон (создание советского атомного оружия).
38. Владимир Уткин (создание ракетно-космической техники).
39. Андрей Мирзабеков (секвенирование геномов).
40. Николай Басов, Александр Прохоров (работы в области квантовой электроники).
41. Уоллес Короузерс (синтез нейлона).

Открытия и научные концепции (теории), в наибольшей степени повлиявшие на развитие цивилизации в XX в

1. Специальная теория относительности.
2. Общая теория относительности.
3. Квантовая механика.
4. Транзисторный эффект.
5. Теория электрослабого взаимодействия.
6. Ноосферная концепция.
7. Теория диссипативных систем.
8. Разветвленные цепные реакции.
9. Лазерный эффект.
10. Двойная спираль ДНК.
11. Ядерный магнитный резонанс.
12. Теория иммунитета.

13. Открытие функции хромосом как носителей наследственности.
14. Экспериментальное подтверждение явления квантовой телепортации.
15. Соотношение неопределенности Гейзенберга.
16. Энтропийный принцип.
17. Концепция Большого взрыва.
18. Кварковая теория строения вещества.
19. Высокотемпературная сверхпроводимость.
20. Концепция устойчивого развития.
21. Концепция «ядерной зимы».
22. Открытие эмбриональных стволовых клеток.
23. Концепция дрейфа материков.
24. Синтез трансурановых элементов.
25. Выделения фермента теломеразы, останавливающего процесс старения клеток.
26. Закон гомологических рядов Вавилова.
27. Открытие реликтового озера Восток под трех километровым панцирем льда в центральной части Антарктиды.
28. Открытие групп крови.
29. Планетарная модель атома.
30. Эффект Вавилова-Черенкова (излучение света движущимся в воде электроном).
31. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.
32. Космологическая теория суперструн.

Наиболее значимые технологии и изобретения

1. Генная инженерия.
2. Интернет.
3. Клонирование млекопитающих.
4. Атомная энергетика.
5. Лазеры.
6. Компьютерные виртуальные реальности.
7. Кремниевые микрочипы.
8. Волоконно-оптическая связь.
9. Факс.
10. Мобильная телефонная связь.
11. Нанотехнологии.
12. Томография.
13. Синтез фуллеренов.
14. Телевидение.
15. Запись информации на CD- и DVD-дисках.
16. Радиолокация.
17. Термоядерный синтез.
18. Молекулярные микрочипы для расшифровки геномов.
19. Реактивная авиация.
20. Синтез пластмасс.
21. Шариковая авторучка.
22. Застежка «молния».
23. Ксерокс.
24. Акваланг.
25. Перфторан (голубая кровь) — кровезаменитель на перфторуглеродных эмульсиях.
26. Технология «чистых комнат».
27. Пузырьковая камера.
28. Ускорители элементарных частиц.
29. Роторные автоматизированные линии.

Реализованные инженерные проекты

1. «Саркофаг» (объект «Укрытие» над 4-м блоком Чернобыльской АЭС).
2. Высадка человека на Луну.
3. Проект «Вега» (исследование вещества кометы Галлея).
4. Автомат Калашникова.
5. Экспедиция марсохода «Соджорнер» (марсианская станция «Марс Пэсфайндер»).
6. Создание и испытание в СССР самой мощной водородной бомбы (50 мегатонн).
7. Космическая орбитальная станция «Мир».
8. Плотины Рогунской ГЭС (высота 355 м).
9. Пересадка человеческого сердца.
10. Первый искусственный спутник Земли.
11. Кольская сверхглубокая скважина (достигнутая глубина — более 12 тыс. м).
12. Ледокол-атомоход «Ленин».
13. Экраноплан «Монстр Каспия» (длина 100 м, размах крыльев 40 м, 10 реактивных двигателей, скорость передвижения 800 км/ч в нескольких метрах над поверхностью воды).
14. Беспилотный полет советского космического челнока «Буран».
15. Туннель под Ла-Маншем.
16. Телескоп Хаббл.
17. Программа «Геном человека».
18. Сибирский горно-химический комбинат (Красноярск-20).
19. Проект «Союз-Аполлон».
20. Здание делового центра в столице Малайзии Куала Лумпур «Петронас Твин Тауэрс», высота 452 м.
21. Останкинская телебашня — 537 м.
22. Радиовещание, начало регулярных радиопередач.
23. Первая посадка на Венеру советского космического аппарата «Венера-3».
24. Юпитерианский зонд «Галилео».
25. Система «Спейс шаттл».
26. Ускоритель элементарных частиц — Большой адронный коллайдер в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН).
27. Газодобывающая платформа «Циклоп» в Северном море.
28. План ГОЭЛРО.

Лекция 6

Тема: Развитие представлений о происхождении и развитии жизни на Земле.

Гипотезы о возникновении жизни.

План:

1. Устаревшие концепции: Самозарождение; Панспермия; Теория стационарного состояния.
2. Современные представления о происхождении жизни: Генобиоз и голобиоз; Теория Опарина-Холдейна.
3. Полицентрическая концепция жизни.
4. Биологическое разнообразие как феномен Земли и проблемы его сохранения. Биотехнология, биоэнергетика, альтернативные источники энергии, обеспечение продовольственными ресурсами. Рациональное использование и воспроизводство биологических ресурсов. Утилизация отходов.
5. Развитие экологии и ее роль в решении проблем устойчивого развития современного общества и охране биосферы.

1. Гипотезы о возникновении жизни. Устаревшие концепции.

В разное время относительно возникновения жизни на Земле выдвигались следующие гипотезы:

Гипотеза биохимической эволюции (жизнь возникла в условиях Земли в результате процессов, подчиняющихся физическим и химическим законам, т.е. в результате биохимической эволюции).

Гипотеза панспермии

Гипотеза стационарного состояния жизни

Гипотеза самозарождения

Эта теория была распространена в Древнем Китае, Вавилоне и Древнем Египте в качестве альтернативы креационизму, с которым она сосуществовала. Аристотель (384—322

гг. до н. э.), которого часто провозглашают основателем биологии, придерживался теории спонтанного зарождения жизни. Согласно этой гипотезе, определённые «частицы» вещества содержат некое «активное начало», которое при подходящих условиях может создать живой организм. Аристотель был прав, считая, что это активное начало содержится в оплодотворенном яйце, но ошибочно полагал, что оно присутствует также в солнечном свечении и гниющем мясе.

С распространением христианства теория спонтанного зарождения жизни оказалась не в чести, но эта идея все продолжала существовать где-то на заднем плане в течение ещё многих веков.

Известный ученый Ван-Гельмонт описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей. Для этого нужны были грязная рубашка, тёмный шкаф и горсть пшеницы. Активным началом в процессе зарождения мыши Ван Гельмонт считал человеческий пот.

В 1688 году итальянский биолог и врач Франческо Реди подошёл к проблеме возникновения жизни более строго и подверг сомнению теорию спонтанного зарождения. Реди установил, что маленькие белые червячки, появляющиеся на гниющем мясе, — это личинки мух. Проведя ряд экспериментов, он получил данные, подтверждающие мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни (концепция биогенеза).

Эти эксперименты, однако, не привели к отказу от идеи самозарождения, и хотя эта идея несколько отошла на задний план, она продолжала оставаться главной версией зарождения жизни.

В то время как эксперименты Реди, казалось бы, опровергли спонтанное зарождение мух, первые микроскопические исследования Антони ван Левенгука усилили эту теорию применительно к микроорганизмам. Сам Левенгук не вступал в споры между сторонниками биогенеза и спонтанного зарождения, однако его наблюдения под микроскопом давали пищу обеим теориям.

В 1860 году проблемой происхождения жизни занялся французский химик Луи Пастер. Своими опытами он доказал, что бактерии вездесущи и что неживые материалы легко могут быть заражены живыми существами, если их не стерилизовать должным образом. Учёный кипятил в воде различные среды, в которых могли бы образоваться микроорганизмы. При дополнительном кипячении микроорганизмы и их споры погибали. Пастер присоединил к S-образной трубке запаянную колбу со свободным концом. Споры микроорганизмов оседали на изогнутой трубке и не могли проникнуть в питательную среду. Хорошо прокипяченная питательная среда оставалась стерильной, в ней не обнаруживалось зарождения жизни, несмотря на то, что доступ воздуха был обеспечен.

В результате ряда экспериментов Пастер доказал справедливость теории биогенеза и окончательно опроверг теорию спонтанного зарождения.

Теория панспермии не решает принципиального вопроса о возникновении жизни, она только отдаляет его в ещё более туманное прошлое Вселенной, хотя и не может исключаться как гипотеза о начале жизни на Земле.

Панспермия

Согласно теории Панспермии, предложенной в 1865 году немецким ученым Г. Рихтером и окончательно сформулированной шведским ученым Аррениусом в 1895 году, жизнь могла быть занесена на Землю из космоса. Наиболее вероятно попадание живых организмов внеземного происхождения с метеоритами и космической пылью. Это предположение основывается на данных о высокой устойчивости некоторых организмов и их спор к радиации, глубокому вакууму, низким температурам и другим воздействиям. Однако до сих пор нет достоверных фактов, подтверждающих внеземное происхождение микроорганизмов, найденных в метеоритах. Но если бы даже они попали на Землю и дали начало жизни на нашей планете, вопрос об изначальном возникновении жизни оставался бы без ответа.

Фрэнсис Крик и Лесли Оргел предложили в 1973 году другой вариант — управляемую панспермию, то есть намеренное «заражение» Земли (наряду с другими планетными системами) микроорганизмами, доставленными на непилотируемых космических аппаратах развитой инопланетной цивилизацией, которая, возможно, находилась перед глобальной катастрофой или же просто надеялась произвести терраформирование других планет для будущей колонизации. В пользу своей теории они привели два основных довода — универсальность генетического кода (известные другие вариации кода используются в биосфере гораздо реже и мало отличаются от универсального) и значительную роль молибдена в некоторых ферментах. Молибден — очень редкий элемент для всей Солнечной системы. По словам авторов, первоначальная цивилизация, возможно, обитала возле звезды, обогащённой молибденом.

Против возражения о том, что теория панспермии (в том числе управляемой) не решает вопрос о зарождении жизни, они выдвинули следующий аргумент: на планетах другого неизвестного нам типа вероятность зарождения жизни изначально может быть намного выше, чем на Земле, например, из-за наличия особенных минералов с высокой каталитической активностью.

В 1981 году Ф. Крик написал книгу «Life itself: its origin and nature», в которой он более подробно, чем в статье, и в популярной форме излагает гипотезу управляемой панспермии.

Теория стационарного состояния.

Согласно теории стационарного состояния, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень незначительно. Согласно этой версии, виды также никогда не возникали, они существовали всегда, и у каждого вида есть лишь две возможности — либо изменение численности, либо вымирание.

Однако гипотеза стационарного состояния в корне противоречит данным современной астрономии, которые указывают на конечное время существования любых звезд и, соответственно, планетных систем вокруг звёзд. По современным оценкам, основанным на учете скоростей радиоактивного распада, возраст Земли, Солнца и Солнечной системы исчисляется ~4,6 млрд лет. Поэтому эта гипотеза обычно не рассматривается академической наукой.

Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определённых ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводит в качестве примера представителя кистеперых рыб — латимерию (целаканта). По палеонтологическим данным кистеперые вымерли в конце мелового периода. Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в районе Мадагаскара были найдены живые представители кистеперых. Сторонники теории стационарного состояния утверждают, что только изучая ныне живущие виды и сравнивая их с ископаемыми останками, можно сделать вывод о вымирании, да и в этом случае весьма вероятно, что он окажется неверным. Используя палеонтологические данные для подтверждения теории стационарного состояния, её сторонники интерпретируют появление ископаемых остатков в экологическом аспекте. Так, например, внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определённом пласте они объясняют увеличением численности его популяции или его перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков.

Современные научные представления.

Сегодня проблема происхождения жизни исследуется широким фронтом различных наук. В зависимости от того, какое наиболее фундаментальное свойство живого исследуется и преобладает в данном изучении (вещество, информация, энергия), все современные концепции происхождения жизни можно разделить условно на:

Концепцию субстратного происхождения жизни (ее придерживаются биохимики во главе с А. И. Опариним).

Концепцию энергетического происхождения. Она разрабатывается ведущими учеными-синергетиками И. Пригожиным, М. Эйгеном.

Концепцию информационного происхождения. Ее развивали А. Н. Колмогоров, А. А. Ляпунов, Д. С. Чернавский.

Генобиоз и голобиоз.

В зависимости от того, что считается первичным, различают два методологических подхода к вопросу возникновения жизни:

Генобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на убеждении в первичности молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода.

Голобиоз — методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на идее первичности структур, наделённых способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма.

Теория Опарина — Холдейна.

В 1924 году будущий академик Опарин опубликовал статью «Происхождение жизни», которая в 1938 году была переведена на английский и возродила интерес к теории самозарождения. Опарин предположил, что в растворах высокомолекулярных соединений могут самопроизвольно образовываться зоны повышенной концентрации, которые относительно отделены от внешней среды и могут поддерживать обмен с ней. Он назвал их Коацерватные капли или просто коацерваты.



Александр Опарин (справа) в лаборатории

Согласно его теории процесс, приведший к возникновению жизни на Земле, может быть разделён на три этапа:

Возникновение органических веществ

Возникновение белков

Возникновение белковых тел

Астрономические исследования показывают, что как звезды, так и планетные системы возникли из газопылевого вещества. Наряду с металлами и их оксидами в нём содержались водород и аммиак, вода и простейший углеводород - метан.

Условия для начала процесса формирования белковых структур установились с момента появления первичного океана (бульона). В водной среде производные углеводов могли подвергаться сложным химическим изменениям и превращениям. В результате такого усложнения молекул могли образоваться более сложные органические вещества, а именно углеводы.

Наука доказала, что в результате применения ультрафиолетовых лучей можно искусственно синтезировать не только аминокислоты, но и другие биохимические вещества. Согласно теории Опарина, дальнейшим шагом по пути к возникновению белковых тел могло явиться образование коацерватных капель. При определённых условиях водная оболочка органических молекул приобретала чёткие границы и отделяла молекулу от окружающего раствора. Молекулы, окружённые водной оболочкой, объединялись, образуя многомолекулярные комплексы — коацерваты.

Коацерватные капли также могли возникать при простом смешивании разнообразных полимеров. При этом происходила самосборка полимерных молекул в многомолекулярные образования — видимые под оптическим микроскопом капли.

Капли были способны поглощать извне вещества по типу открытых систем. При включении в коацерватные капли различных катализаторов (в том числе и ферментов) в них происходили различные реакции, в частности полимеризация поступающих из внешней среды мономеров. За счёт этого капли могли увеличиваться в объёме и весе, а затем дробиться на дочерние образования. Таким образом, коацерваты могли расти, размножаться, осуществлять обмен веществ.

Далее коацерватные капли подвергались естественному отбору, что обеспечило их эволюцию.

Подобные взгляды также высказывал британский биолог Джон Холдейн.

Проверил теорию Стенли Миллер в 1953 году в эксперименте Миллера – Юри. Он поместил смесь H_2O , NH_3 , CH_4 , CO_2 , CO в замкнутый сосуд и стал пропускать через неё электрические разряды (при температуре $80^\circ C$). Оказалось, что образуются аминокислоты. Позднее в разных условиях были получены другие сахара и нуклеотиды. Он сделал вывод, что эволюция может произойти при фазовообособленном состоянии из раствора (коацерватов). Однако, такая система не может сама себя воспроизводить.

Теория была обоснована, кроме одной проблемы, на которую долго закрывали глаза почти все специалисты в области происхождения жизни. Если спонтанно, путём случайных безматричных синтезов в коацервате возникали единичные удачные конструкции белковых молекул (например, эффективные катализаторы, обеспечивающие преимущество данному коацервату в росте и размножении), то как они могли копироваться для распространения внутри коацервата, а тем более для передачи коацерватам-потомкам? Теория оказалась неспособной предложить решение проблемы точного воспроизведения — внутри коацервата и в поколениях — единичных, случайно появившихся эффективных белковых структур. Однако, было показано, что первые коацерваты могли образоваться самопроизвольно из липидов, синтезированных абиогенным путем, и они могли вступить в симбиоз с «живыми растворами» — колониями самовоспроизводящихся молекул РНК, среди которых были и рибозимы, катализирующие синтез липидов, а такое сообщество уже можно назвать организмом.

Мир РНК как предшественник современной жизни.

К XXI веку теория Опарина—Холдейна, предполагающая изначальное возникновение белков, практически уступила место более современной. Толчком к её разработке послужило открытие рибозимов — молекул РНК, обладающих ферментативной активностью и поэтому способных соединять в себе функции, которые в настоящих клетках в основном выполняют по отдельности белки и ДНК, то есть катализирование биохимических реакций и хранение наследственной информации. Таким образом, предполагается, что первые живые существа были РНК-организмами без белков и ДНК, а прообразом их мог стать автокаталитический цикл, образованный теми самыми рибозимами, способными катализировать синтез своих собственных копий.

Мир полиароматических углеводов как предшественник мира РНК.

Гипотеза мира полиароматических углеводов пытается ответить на вопрос, как возникли первые РНК, предлагая вариант химической эволюции от полициклических ароматических углеводов до РНК-подобных цепочек.

Биоэнергоинформационный обмен как основа возникновения жизни.

Одной из новейших концепций происхождения жизни на Земле является концепция о биоэнергоинформационном обмене. Понятие биоэнергоинформационного обмена возникло в сфере биофизики, биоэнергетики и экологии в связи с последними достижениями в этих областях науки. Термин биоэнергоинформатика был введен доктором технических наук, профессором МГТУ им. Н. Э. Баумана В. Н. Волченко в 1989 году, когда им его единомышленниками была проведена первая Всесоюзная конференция по биоэнергоинформатике в Москве.

Изучение биоэнергоинформационного обмена дало основание высказать предположение об информационном единстве Вселенной, о наличии в ней такой субстанции, как «Информация – Сознание», а не только известных форм материи и энергии.

Одним из элементов этой концепции выступает наличие во Вселенной общего замысла, плана. Эта гипотеза подтверждается современной астрофизикой, согласно которой фундаментальные свойства Вселенной, значения основных физических констант и даже формы физических закономерностей тесно связаны со структурой Вселенной во всех ее масштабах и с возможностью Жизни.

Отсюда следует второй элемент концепции биоэнергоинформатики – Вселенную нужно рассматривать как живую систему. А в живых системах фактор Сознания (информации) наряду с материей и энергией, должен занимать весьма существенное место. Таким образом, можно говорить о необходимости триединства Вселенной: материи, энергии и информации.

Химическая эволюция.

Теория химической эволюции — современная теория происхождения жизни — также опирается на идею самозарождения. Однако, в основе ее лежит не внезапное возникновение живых существ на Земле, а образование химических соединений и систем, которые составляют живую материю. Она рассматривает химию древнейшей Земли, прежде всего химические реакции, протекавшие в примитивной атмосфере и в поверхностном слое воды, где, по всей вероятности, концентрировались легкие элементы, составляющие основу живой материи, и поглощалось огромное количество солнечной энергии. Эта теория пытается ответить на вопрос: каким образом в ту далекую эпоху могли самопроизвольно возникнуть и сформироваться в живую систему органические соединения?

Большинство современных специалистов убеждены, что возникновение жизни в условиях первичной Земли есть естественный результат эволюции материи. Это убеждение основано на доказанном единстве химической основы жизни, построенной из нескольких простых и самых распространенных во Вселенной.

Исключительное морфологическое разнообразие жизни (микроорганизмы, растения, животные) осуществляется на достаточно единообразной биохимической основе: нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, жиры и несколько более редких соединений типа фосфатов.

Основные химические элементы, из которых построена жизнь, — это углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор. Очевидно, организмы используют для своего строения простейшие и наиболее распространенные во Вселенной элементы, что обусловлено самой природой этих элементов. Например, атомы водорода, углерода, кислорода и азота имеют небольшие размеры и способны образовывать устойчивые соединения с двух- и трехкратными связями, что повышает их реакционную способность. Образование сложных полимеров, без которых возникновение и развитие жизни вообще невозможны, связано со специфическими химическими особенностями углерода.

Другие два биогенных элемента — сера и фосфор — присутствуют в относительно малых количествах, но их роль для жизни особенно важна. Химические свойства этих элементов также дают возможность образования кратных химических связей.

Сера входит в состав белков, а фосфор — составная часть нуклеиновых кислот. Кроме этих шести основных химических элементов в построении организмов в малых количествах участвуют натрий, калий, магний, кальций, хлор, а также микроэлементы: железо, марганец, кобальт, медь, цинк и небольшие следы алюминия, бора, ванадия, иода и молибдена. Следует отметить и некоторые исключительно редкие атомы, которые встречаются случайно и в ничтожных количествах.

Следовательно, химическая основа жизни разнообразится еще 15 химическими элементами, которые вместе с шестью основными биогенными элементами участвуют в различных соотношениях в строении и осуществлении функций живых организмов.

Этот факт особенно показателен в двух отношениях: 1) как доказательство единства происхождения жизни и 2) в том, что сама жизнь, являющаяся результатом самоорганизации материи, включила в эволюцию биологических макромолекул не только все самые распространенные элементы, но и все атомы, которые особенно пригодны для осуществления жизненных функций (например, фосфор, железо, иод и др.). Как отмечает советский ученый М. Камшилов, «для осуществления функций жизни важны химические свойства ее атомов, к которым, в частности, относятся квантовые особенности». Не только структура, обмен веществ, но даже и механические действия живых организмов зависят от составляющих их молекул. Это, однако, не означает, что жизнь может быть сведена просто к химическим закономерностям.

Жизнь — одно из сложнейших, если не самое сложное явление природы. Для нее особенно характерны обмен веществ и воспроизведение, а особенности более высоких уровней ее самоорганизации обусловлены строением более низких уровней.

Современная теория происхождения жизни основана на идее о том, что биологические молекулы могли возникнуть в далеком геологическом прошлом неорганическим путем.

Сложную химическую эволюцию обычно выражают такой обобщенной схемой: атомы ® простые соединения ® простые биоорганические соединения ® макромолекулы ® организованные системы. Начало этой эволюции положено нуклеосинтезом в Солнечной системе, когда образовались основные элементы, в том числе и биогенные. Начальное состояние — нуклеосинтез — быстро переходит в процесс образования различных по сложности химических соединений. Этот процесс протекает в условиях первичной Земли со все нарастающей сложностью, обусловленной общекосмическими и конкретными планетарными предпосылками.

Примитивнейшими свободно живущими организмами являются так называемые микоплазмы. Они имеют элементы, которые обнаружены в клетках, но в чрезвычайно упрощенном виде. Это может указывать на примитивность, но также может быть следствием вторичной дегенерации, связанной с паразитической жизнью, как полагает Бернал.

В 1977 году американский биохимик К. Воуз широко оповестил о результатах одного своего исследования, которые объявил открытием первой формы жизни. В горячих (65-70°C) источниках Йеллоустонского парка он обнаружил микроорганизмы, которые поглощают двуокись углерода и водорода и выделяют метан. Так как сегодня известны две основные формы жизни — растения и животные, то метанопродуцирующие организмы были объявлены третьей ее формой. А в сущности, третья ли это форма жизни или первая, которая позже дала начало другим.

В настоящее время общепринято, что пробионты имели черты йеллоустонских метанопродуцирующих «бактерий» и жили без кислорода, с помощью ферментации.

Открытие Воуза бесспорно в отношении развития метанопродуцирующих микроорганизмов. Но являются ли они представителями первых организмов или представляют собой результат вторичного приспособления и дегенерации бактерий, не известно.

Многие специалисты скептически приняли сообщение К. Воуза не из-за традиционного недоверия к сенсации, а потому, что известно много современных анаэробных бактерий, которые живут за счет различных видов ферментации, фотосинтеза или химических процессов. К. Гробштейн, американский биолог и биохимик, приводит характерные примеры приспособления бактерий к горячим (до 80°C) растворам путем последовательной «колонизации» различными поколениями отдельных температурных зон, начиная от 30 и до 80°C.

Религиозные концепции.

Креационизм.

Креационизм (от англ. Creation — создание) — религиозно-философская концепция в рамках которой всё многообразие органического мира, человечества, планеты Земля, а также мир в целом, рассматриваются как намеренно созданные неким верховным существом или божеством. Теория креационизма, отсылая ответ на вопрос о возникновении жизни к религии (сотворение жизни Богом), по критерию Поппера находится вне поля научных изысканий (так как она неопровержима: научными методами невозможно доказать, как то, что Бог не сотворил жизни, так и то, что Бог её сотворял). Кроме того, эта теория не даёт удовлетворительного ответа на вопрос о причинах возникновения и существования самого верховного существа, обычно просто постулируя его безначальность.

Теория эволюции дает возможность понять оптимальную стратегию взаимоотношения человека и окружающей живой природы, позволяет ставить вопрос о разработке принципов управляемой эволюции. Отдельные элементы такой управляемой эволюции уже сегодня просматриваются, например, в попытках не простого промыслового использования, а хозяйственного управления эволюцией отдельных видов животных и растений.

Изучение процессов эволюции важно для охраны окружающей среды. Человек, вторгаясь в природу, еще не научился предвидеть и предупреждать нежелательные последствия своего вмешательства. Человек использует для борьбы с вредителями гексахлоран, ртутные препараты и многие другие ядовитые вещества. Это немедленно ведет к эволюционному «ответу» природы – возникновению устойчивых к пестицидам рас насекомых, «суперкрыс», устойчивых к антикоагулянтам и т. п.

Часто таким же катастрофическим становится промышленное загрязнение. Миллионы тонн стиральных порошков, попадая в сточные воды, убивают высшие организмы и вызывают невиданное прежде развитие цианей и некоторых микроорганизмов. Эволюция в этих случаях приобретает уродливые формы, и не исключено, что в будущем человечество столкнется с неожиданной «эволюционной угрозой» со стороны каких-нибудь суперустойчивых к промышленным загрязнениям микроорганизмов, бактерии и цианей, которые смогут изменить облик нашей планеты в нежелательном направлении.

Лекция 7

Тема: История биологии и экологии в Республике Беларусь.

План:

1. Биологические исследования в Беларуси в XX ст.
2. Роль НАН Беларуси и высших учебных заведений. Основные научные центры и школы.
3. Достижения ученых биологов и экологов Беларуси. Разработка теории и практики рационального использования биоресурсов, сельского, охотничьего и рыбного хозяйства, медицины и ветеринарии.
4. Разработка научных основ охраны живой природы, Сети охраняемых природных территорий.

Биологические исследования в Беларуси 20 века. Основные научные центры, главные открытия и внедрения.

1. К концу XX столетия биологическая наука заняла в системе существующих знаний одно из лидирующих мест. Произошел качественный прорыв в представлениях о том, как устроена клетка и какие процессы, протекающие в ее субклеточных и молекулярных структурах, лежат в основе функционирования клетки, то есть жизни. Прогресс, который сравнивают с революционными изменениями в физике в 20-40-х годах прошлого столетия, затронул физико-химические направления биологической науки, молекулярную биологию и генетику, биохимию, биофизику, физиологию человека, животных, растений и микроорганизмов. В последние годы, особый акцент делается на развитии одного из самых перспективных направлений в социально-экономическом развитии общества, прикладного направления биологии. Биотехнологии, позволяющей решать ключевые проблемы сельскохозяйственного производства, практической медицины и охраны окружающей среды, то есть важнейшие проблемы социально-экономического развития общества, обеспечения продовольственной безопасности страны и повышения качества жизни ее населения.

Основными направлениями биологических исследований в конце XXв. были: изучение состояния и тенденций развития биологического разнообразия животного мира и разработка научных основ воспроизводства, сохранения и рационального использования

ресурсов животного мира Республики Беларусь. Исследование закономерностей функционирования природных сообществ и популяций основных таксономических групп животных (млекопитающие, птицы, амфибии, рептилии, рыбы, наземные и водные беспозвоночные, паразитические организмы). Разработка путей и мер охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных. Оценка биологической роли и разработка мер по снижению негативного влияния инвазивных видов, регулированию численности вредителей сельского, лесного и охотничьего хозяйства, научное обеспечение создания схемы рационального размещения особо охраняемых природных территорий и национальной экологической сети. Разработка экологически безопасных методов борьбы с природно-очаговыми и трансмиссивными инфекциями и инвазиями. Создание научных основ и научное обеспечение государственного мониторинга и государственного кадастра животного мира. Подготовка проектов нормативно-методических и регламентирующих документов для органов управления в области охраны и устойчивого использования биологических природных ресурсов.

В последние годы глубокое развитие получили новые направления биотехнологии, связанные с изучением функционирования генетического аппарата клетки (геномика), ее белков (протеомика), внутриклеточных структур, отдельных клеток, а также с изучением клеточных технологий (клеточная инженерия) и проблем нанобиологии (новых наноматериалов), включая создание биосенсоров и информационных систем. Появилась возможность направленного конструирования молекул наследственности ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) и РНК (рибонуклеиновой кислоты), а также отдельных клеток и целых организмов. ДНК-технологии, разрабатываемые на основе методологии генетической инженерии, открывают огромные перспективы для прогресса промышленности, сельского и лесного хозяйства, медицины, охраны окружающей среды, обеспечения национальной безопасности. Развитие биотехнологий и создание на основе их достижений новых или перепрофилирование существующих производств позволит решить ряд насущных проблем - обеспечить население качественным продовольствием, разработать профилактические меры, технологии диагностики и лечения заболеваний человека и сельскохозяйственных животных, создать новые материалы.

2. Значительный вклад в развитие разделов биологии (анатомии и физиологии) внесли ученые Беларуси. Открытие в Гродно медицинской академии, которую возглавил **профессор анатомии Ж. Э. Жилибер**, способствовало преподаванию анатомии и других медицинских дисциплин в Беларуси. При академии были созданы анатомический театр и музей, библиотека, в которой находилось много книг по медицине.

Значительный вклад в развитие физиологии внес **уроженец Гродно Август Бекю — первый профессор самостоятельной кафедры физиологии Виленского университета.**

М. Гомолицкий, который родился в Слонимском уезде, возглавлял кафедру физиологии Виленского университета. Он широко проводил эксперименты на животных, занимался проблемами переливания крови. Его докторская диссертация была посвящена экспериментальному изучению физиологии.

С. Б. Юндзилл, уроженец Лидского уезда, профессор кафедры естественных наук Виленского университета, издал учебник по физиологии. С. Б. Юндзилл считал, что жизнь организмов находится в постоянном движении и связи с внешней средой, «без которых невозможно существование самих организмов». Тем самым он приблизился к положению об эволюционном развитии живой природы.

Я. О. Цибульский впервые выделил в **1893— 1896** гг. активный экстракт надпочечников, что в дальнейшем позволило получить гормоны этой железы внутренней секреции в чистом виде.

Развитие анатомической науки в Беларуси тесно связано с **открытием в 1921 г.** медицинского факультета в Белорусском государственном университете. Основателем белорусской **школы анатомов** является профессор **С. И. Лебедкин**, который возглавлял кафедру анатомии Минского медицинского института с 1922 по 1934 г. Главным

направлением его исследований были изучение теоретических основ анатомии, определение взаимоотношений между формой и функцией, а также выяснение филогенетического развития органов человека. Свои исследования он обобщил в монографии «Биогенетический закон и теория рекапитуляции», изданной в Минске в 1936 г. Вопросам развития периферической нервной системы и реиннервации внутренних органов посвящены исследования **известного ученого Д. М. Голуба, академика АН БССР**, который возглавлял кафедру анатомии МГМИ с 1934 по 1975 г. За цикл фундаментальных работ по развитию вегетативной нервной системы и реиннервации внутренних органов Д. М. Голубу в 1973 г. присуждена Государственная премия СССР.

Последние два десятилетия плодотворно разрабатывает идеи С. И. Лебежкина и Д. М. Голуба **профессор П. И. Лобко**. Основной научной проблемой коллектива, который он возглавляет, является изучение теоретических аспектов и закономерностей развития вегетативных узлов, стволов и сплетений в эмбриогенезе человека и животных. Установлен ряд общих закономерностей формирования узлового компонента вегетативных нервных сплетений, экстра- и интраорганных нервных узлов и др. За учебное пособие «Вегетативная нервная система» (атлас) (1988) П. И. Лобко, С. Д. Денисову и П. Г. Пивченко в 1994 г. присуждена Государственная премия Республики Беларусь.

Целенаправленные исследования по физиологии человека связаны с созданием в 1921 г. соответствующей кафедры в Белорусском государственном университете и в 1930 г. в МГМИ. Здесь изучались вопросы кровообращения, нервные механизмы регуляции функций сердечно-сосудистой системы (И. А. Ветохин), вопросы физиологии и патологии сердца (Г. М. Прусс и др.), компенсаторные механизмы в деятельности сердечно-сосудистой системы (А. Ю. Броницкий, А. А. Кривчик), кибернетические методы регуляции кровообращения в норме и патологии (Г. И. Сидоренко), функции инсулярного аппарата (Г. Г. Гацко).

Систематические физиологические исследования развернулись в 1953 г. в Институте физиологии АН БССР, где было взято оригинальное направление на изучение вегетативной нервной системы.

В 1956 году было создано отделение биологических наук НАН Беларуси путем реорганизации. Отделения биологических, сельскохозяйственных и медицинских наук Академии наук БССР, выполняет и координирует комплекс исследований в различных областях биологических наук.

Значительный вклад в развитие физиологии на Беларуси **внес академик И. А. Булыгин**. Свои исследования он посвятил изучению спинного и головного мозга, вегетативной нервной системы. За монографии «Исследования закономерностей и механизмов интерорецептивных рефлексов» (1959), «Афферентные пути интерорецептивных рефлексов» (1966), «Цепные и канальцевые нейрогуморальные механизмы висцеральных рефлекторных реакций» (1970) И. А. Булыгину в 1972 г. присуждена Государственная премия БССР, а за цикл работ, опубликованных в 1964—1976 гг. «Новые принципы организации вегетативных ганглиев», в 1978 г. Государственная премия СССР.

Научные исследования академика Н. И. Аринчина связаны с физиологией и патологией кровообращения, сравнительной и эволюционной геронтологией. Он разработал новые методы и аппараты для комплексного исследования сердечно-сосудистой системы.

Физиология XX в. характеризуется значительными достижениями в области раскрытия деятельности органов, систем, организма в целом. Особенностью современной физиологии является глубокий аналитический подход к исследованиям мембранных, клеточных процессов, описанию биофизических аспектов возбуждения и торможения. Знания о количественных взаимоотношениях между различными процессами дают возможность осуществить их математическое моделирование, выяснить те или иные нарушения в живом организме.

XX в. ознаменовался огромным прогрессом биологических знаний, относительным и абсолютным возрастанием роли биологии среди других отраслей естествознания. Крупные успехи биологии XX столетия, определившие ее превращении из науки преимущественно

описательной в науку преимущественно экспериментальную и точную, вооруженную новейшими методами и техническими средствами исследования, тесно связаны с достижениями физики, химии, математики, техники - всего естествознания в целом.

3. Биологические исследования в Беларуси в XX в. Основные научные центры, главнейшие открытия и внедрения.

Основными научными центрами биологических исследований Республики Беларусь являются:

Научно-практический центр Национальной академии наук Республики Беларусь по биоресурсам.

Институт леса Национальной академии наук Республики Беларусь.

Государственное научное учреждение Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича.

Государственное научное учреждение Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси.

Институт биофизики и клеточной инженерии национальной академии наук Беларуси

Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси.

Вышеперечисленные научные центры в области исследования биологических проблем занимаются следующими вопросами:

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ ЛЕСА. Основан в 1930 г.

На период до 2010 года Национальной академией наук Институту леса определены основные направления научно-технической деятельности и научных исследований, соответствующие приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных научных исследований в Республике Беларусь. Среди них:

1. Разработка технологий устойчивого управления лесами и лесопользования.
2. Разработка технологий сохранения биоразнообразия, воспроизводства лесов на генетико-селекционной основе.
3. Разработка технологий лесовосстановления, лесовыращивания, повышения продуктивности и экологической устойчивости лесов.
4. Разработка технологий, методов и средств охраны лесов от пожаров, защиты от насекомых-вредителей и болезней.
5. Разработка технологий оценки лесных ресурсов, лесного мониторинга и дистанционного зондирования лесов.
6. Разработка технологий реабилитации лесов и лесных земель, ведения лесного хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами.
7. Исследование генетических, физиологических и биохимических механизмов формирования продуктивности и устойчивости лесов.
8. Научные основы воспроизводства, рационального использования и охраны лесных биологических ресурсов.
9. Биотехнология для промышленности, сельского хозяйства, медицины и охраны окружающей среды.

Государственное научное учреждение Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича. Создан в 1931 г.

Основными направлениями деятельности Института, закрепленными за ним постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси № 418 от 31 августа 2006 года, являются:

по приоритетному направлению научно-технической деятельности. «Технологии производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции»:

-разработка адаптивных методов ведения земледелия:

по приоритетному направлению научно-технической деятельности. «Экология и рациональное природопользование»:

-охрана и эффективное использование биологических ресурсов

-технологии рационального природопользования, обеспечивающие воспроизводство растительных ресурсов:

- технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды:

по приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований

«Физические, химические, биологические и генетические методы и технологии получения новых веществ, материалов, модифицированных форм, наноматериалы и нанотехнологии»:

-исследование физиологических и биохимических механизмов формирования продуктивности и устойчивости растений:

по приоритетному направлению фундаментальных и прикладных научных исследований

«Экологическая безопасность, охрана окружающей среды, полезные ископаемые и недра Беларуси, эффективное использование и возобновление природных ресурсов, предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций»:

научные основы воспроизводства, рационального использования и охраны растительного мира:

методы мониторинга окружающей среды, прогнозирования и предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

Перечисленные направления исследований отражают особенности Института и стремление к всестороннему комплексному изучению растений на уровне фитоценоза, популяции, организма, клетки и отдельной органеллы, а также широкое использование результатов НИР в лесном и сельском хозяйстве, практике охраны и мониторинга растительного мира.

Институт как ведущее научное учреждение координирует ботанические и физиолого-биохимические исследования в республике. Он является головным по государственной программе ориентированных фундаментальных исследований «Проблемы устойчивого функционирования природных экосистем, рационального использования, воспроизводства и сохранения биологических ресурсов растительного и животного мира» (Ресурсы растительного и животного мира) и соисполнителем государственных программ ориентированных фундаментальных исследований «Селекция, семеноводство и генетика». «Природопользование». «Радиация и экосистемы». «Биологическая инженерия и биобезопасность». «Биорациональные пестициды», государственных программ прикладных исследований «Новые биотехнологии». «Земледелие и механизация».

Институт утвержден в качестве головного учреждения Национальной академии наук по реализации Государственной программы развития Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 2006-2010 годы. Он является исполнителем или соисполнителем ряда заданий научно-технических программ: «Экологическая безопасность», «Управление лесами и рациональное лесопользование», «Ядерно-физические технологии для народного хозяйства Беларуси»; «Агропромкомплекс -возрождение и развитие села», Российско-белорусской программы «Повышение эффективности производства и переработки плодоовощной продукции на основе прогрессивных технологий и техники»; ГНХСП «Фитопрепараты»; Государственной программы оздоровления экологической обстановки на озере Нарочь.

Продукция и услуги: предоставление услуг в области растениеводства; услуги, связанные с лесоводством (лесная таксация); производство агрохимических продуктов; экологические экспертизы воздействия хозяйствующих субъектов на растительный мир прилегающих территорий; микологическая экспертиза (определение видового состава съедобных и ядовитых грибов); диагностика плесневых грибов в жилых, коммунальных и промышленных помещениях; определение грибных патогенов культурных и дикорастущих растений; определение супрессивности почв (по видовому составу почвенных грибов) для сельхозпредприятий; паспортизация зеленых насаждений и других объектов растительного

мира; разработка технико-экономических обоснований для создания (преобразования) особо охраняемых природных территорий; разработка кодексов установившейся практики (ТКП, ОВОС) для оценки воздействия субъектов хозяйствования на растительный мир прилегающих территорий; научный экотуризм

Государственное научное учреждение Институт микробиологии национальной академии наук Беларуси.

Институт специализируется на изучении физиолого-биохимических и генетических основ использования микроорганизмов в биотехнологических процессах, а также разработке биотехнологий для промышленности, сельского хозяйства, медицины и охраны окружающей среды. Совместно с Высшим техническим Университетом г. Лунда, Швеция и Институтом биоорганической химии НАН Беларуси выполняется проект VISBY-01147/2007 (2007-2009 гг.) "Glucosconjugates of *Vifidobacterium* in prevention and treatment of celiac disease.

Совместно с учреждениями Российской Федерации выполняются 5 проектов, финансируемых БРФФИ-БелРос:

1. «Угледод-оксидазы семейства GMC (glucose-methanol-cholin oxidases): природа различной специфичности к акцепторам электронов у глюкозооксидаз и целлобиозодегидрогеназ мицелиальных грибов» (Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН);

2. «Выделение и характеристика новых низкомолекулярных бактериоцинов как эффективных факторов подавления антибиотикорезистентных бактерий» (Институт экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН);

3. «Гликополимеры и углеводсвязывающие белки ксилоторофных базидио-мицетов: функции и биологическая активность» и «Липофильные соединения мицелиальных грибов: образование, характеристика» (Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН);

4. «Научные основы новых биотехнологий комплексной переработки возобновляемого крахмалсодержащего сырья для получения широкого ассортимента востребованных продуктов, в том числе глюкозо-фруктозных сиропов» (Институт катализа СО РАН).

В рамках БРФФИ-ГФФИУ выполняются проекты:

-«Криоконсервация штаммов микроорганизмов - объектов новых биотехнологий» (с Институтом криобиологии и криомедицины НАН Украины);

-«*Cordyceps militaris* - новый объект современной биотехнологии: физиологически активные соединения, механизмы регуляции, биологическое действие» (с Институтом ботаники им Н.Г.Холодного).

В рамках белорусско-латвийского сотрудничества выполняется проект «Исследование механизмов регулирования физиологической активности и жизнеспособности бактерий - основы биопестицидов с целью повышения эффективности и стабильности их действия (с Институтом микробиологии и биотехнологии Латвийского университета).

Выполняется проект с Вьетнамской академией науки и технологии «Растительные и микробные ферменты - основа технологии получения белка и хитинсодержащих компонентов функционального питания».

В рамках договора о творческом сотрудничестве с Никитским ботаническим садом - Национальным научным центром Украинской академии аграрных наук проводятся исследования в питомнике Степного отделения НБС по изучению влияния инокуляции семян миндаля и сеянцев антипки активными штаммами азотфиксирующих и фосфатмобилизующих микроорганизмов.

Подготовлен и находится в стадии рассмотрения контракт между Институтом микробиологии НАН Беларуси и Венесуэльским Институтом научных исследований, конечной целью которого является создание комплексного биоудобрения для широкого спектра бобовых культур, востребованных в Венесуэле и Беларуси.

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ И КЛЕТОЧНОЙ ИНЖЕНЕРИИ. Создан в 1973 г.

По приоритетным направлениям фундаментальных и прикладных исследований, утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17.05.2005 г. № 512 «Об утверждении перечня приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований Республики Беларусь на 2006-2010гг.):

фундаментальные научные исследования

1. «Физические, химические, биологические и генетические методы и технологии получения новых веществ, материалов, модифицированных форм, наноматериалы и нанотехнологии»:

- молекулярная биология, биофизика регуляторных процессов и протеомика,
- нанобиология,

«Разработка новых лечебных, диагностических, профилактических и реабилитационных технологий, приборов и изделий медицинского назначения, лекарственных и иммунобиологических препаратов, клеточных и молекулярно-биологических технологий»:

- прикладные научные исследования
- биофизические и генно-инженерные методы диагностики заболеваний человека;

По приоритетным направлениям научно-технической деятельности, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 06.07.2005 г. № 315 «Структура приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2006-2010гг.»:

«Промышленные биотехнологии» Приоритетная макротехнология
производство биопродуктов:

- направленное культивирование клеток растений и животных

Продукция и услуги: способы диагностики заболеваний человека и животных; технология получения гомогенной популяции стволовых клеток с заданными стабильными морфофункциональными свойствами; технология выращивания биомассы спирулины; адаптивные технологии возделывания яровой и озимой пшеницы; защитно-стимулирующие составы для предпосевной обработки семян и для укоренения черенков; способ определения устойчивости растений к стресс-факторам; способ и устройство для определения жизнеспособности семян; MALDI-ToF-массспектрометрия

**Государственное научное учреждение ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД.
Создан в 1932 г.**

Основные направления научной деятельности

1. Интродукция и акклиматизация растений;
2. биохимия и биотехнология растений;
3. охрана окружающей среды;
4. декоративное садоводство и ландшафтная архитектура.

Научный коллектив ботанического сада разрабатывает теоретические основы и методы использования мировых растительных ресурсов для нужд народного хозяйства и культуры Беларуси, решает фундаментальные и прикладные проблемы структурно-функциональной организации растительных систем и объектов. Разработки вносят значительный вклад в решение практических вопросов зеленого строительства, нетрадиционного плодоводства, лекарственного растениеводства, охраны окружающей среды. В Центральном ботаническом саду НАН Беларуси созданы и успешно развиваются научные школы по интродукции растений, экологической физиологии растений. В 1998 г. в состав учреждения вливается из Института экспериментальной ботаники НАНБ научная школа по биохимии и биотехнологии растений.

В ботаническом саду в разное время работали видные ученые: академики АН БССР М. П. Томин, Н.В. Смольский, Н.Д. Нестерович, Т.Н. Годнев, член-корреспондент АН БССР СП. Мельник, доктора наук А.П. Пидопличко, А.В. Бойко, М.А. Кудинов, Н.В. Шкутко, СВ. Горленко и другие. Работают академик НАН Беларуси В.Н. Решетников и член-корреспонденты НАН Беларуси Е.А. Сидорович и Ж.А. Рупасова.

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ МИКРОБИОЛОГИИ

Создан в 1975 г.

Продукция и услуги: биологические препараты для животноводства, растениеводства, медицины, пищевой промышленности, очистки почвы и воды; консультации по применению препаратов, наработка небольших партий препаратов; микробиологическое обследование строительных объектов, природных и промышленных материалов со следами биоповреждений и разработка рекомендаций по их устранению

В основе развития биологической науки в Республике Беларусь лежат программы инновационного развития государства:

1). ГКПНИ «Биологическая инженерия и биобезопасность» (институт биоорганической химии НАН Беларуси) проведена экспрессия цитохрома P-450 1A1 человека в клетках линии насекомых *Spodoptera frugiperda* с использованием бакуловирусных плазмид в питательной среде в отсутствие и в присутствии фетального сывороточного альбумина. Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси - определены оптимальные физико-химические режимы создания липосомальной формы бутаминофена.

2). ГКПНИ «Современные технологии в медицине» (НИИ эпидемиологии и микробиологии) впервые в Беларуси разработана и апробирована методика выращивания клеток мозга из стволовых клеток нервной системы человека, что будет использованы в терапии заболеваний мозга различной этиологии.

3) ГПОФИ «Природопользование» предложена комплексная оценка факторов динамики сельскохозяйственного производства, базирующаяся на индексном методе анализа и позволяющая оценить вклад агротехнических факторов и погодно-климатических условий, а также размера и структуры посевных площадей в прирост валовых сборов урожая сельскохозяйственных культур за различные интервалы времени.

4) ГПОФИ «Ресурсы растительного и животного мира» проведены углубленные инвентаризационные и систематические исследования микробиоты Беларуси, составлены диагнозы и полные описания 100 видов агарикоидных грибов, обнаружен новый для науки вид из рода *Athelium*. Впервые для Республики Беларусь зафиксирован возбудитель пятнистости листьев черники и брусники, степень поражения которым достигает 3-4 балла по пятибалльной шкале.

5). ГПОФИ «Радиации и экосистемы» установлены факторы, оказывающие наиболее выраженное воздействие на накопление ¹³⁷Cs древесиной. С целью разработки методов определения химических загрязнителей в окружающей среде и новых способов разрушения этих соединений изучена способность ксилотрофных базидиомицетов, относящихся к афиллофороидным и агарикоидным гименомицетам, продуцировать лигнинолитические ферменты.

6). ГПОФИ «Селекция, семеноводство и генетика» в целях повышения эффективности селекции ячменя на основе методов ДНК-генотипирования проведен подбор 8 маркеров SSR-типа, предположительно ассоциированных с признаками качества зерна и устойчивости к сетчатой пятнистости.

7). ГППИ «Животноводство и ветеринария» разработан рецепт новой биологически активной кормовой добавки «Гумелан», обладающей антиоксидантным действием на организм коров, и др.

Биологические исследования в Беларуси XX в. Основные научные центры, главные открытия и внедрения.

За последние десятилетия XX в. белорусская наука смогла создать базовые условия для решения современных задач. Сохранен и приумножен значительный научно-технический потенциал, заложены основы формирования развернутой инновационной системы, созданы условия; при которых результаты научно-технической деятельности успешно реализуются в производстве в виде технологических инноваций.

Основными юридическими лицами, находящимися в ведении Национальной академии наук Беларуси, являются ее научные организации: научно-практические центры по основным

направлениям научной деятельности, создаваемые по решению Президента Республики Беларусь, институты, а также центры и другие организации на правах институтов. В ведении Академии наук находятся также республиканские унитарные предприятия, учреждения и иные организации (в том числе научные), объединения республиканских унитарных предприятий, учреждений.

Государственные научно-производственные объединения

ГНПО «Химические продукты и технологии».

ГНПО «Химический синтез и биотехнологии».

Научно-практические центры

Научно-практический центр по биоресурсам

Научно-практический центр по животноводству

Научно-практический центр по земледелию

Научно-практический центр по картофелеводству и плодо-овощеводству

Научно-практический центр по материаловедению

Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства

Научно-практический центр по продовольствию

Межотраслевой научно-практический центр систем идентификации и электронных деловых операций

Научные институты и центры

Витебский зональный институт сельского хозяйства

Гродненский зональный институт растениеводства

Институт биоорганической химии о Хозрасчетное опытное производство

Институт биофизики и клеточной инженерии

Институт генетики и цитологии о Национальный координационный центр биобезопасности

Институт защиты растений

Институт искусствоведения, этнографии и фольклора им. К.Крапивы

Институт истории

Институт леса

Институт льна

Институт математики

Институт мелиорации

Институт механики металлополимерных систем им. В.А.Белого

Институт микробиологии

Институт мясо-молочной промышленности

Институт общей и неорганической химии

Институт овощеводства

Институт порошковой металлургии

Институт почвоведения и агрохимии

Институт плодоводства

Институт «Плодоовощпроект»

Институт прикладной физики

Институт природопользования

Институт радиобиологии

Институт рыбного хозяйства

Институт системных исследований в АПК

Институт социологии

Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова

Институт технической акустики

Институт технологии металлов

Институт физики им. Б.И.Степанова

Институт физико-органической химии

Институт физиологии
Институт философии
Институт химии новых материалов
Институт экономики
Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича
Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н.Вышелесского
Институт энергетики
Институт языка и литературы им. Я.Коласа и Я.Купалы
Научно-инженерное предприятие «Геоинформационные системы»
Научно-исследовательский центр проблем ресурсосбережения
Научно-производственный центр «Институт фармакологии и биохимии»
Научно-производственное предприятие «Центр светодиодных и опто-электронных технологий»

о Республиканское производственное унитарное предприятие «Академ-фарм»

Объединенный институт машиностроения

Объединенный институт проблем информатики

Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – «Сосны»

Полесский аграрно-экологический институт

Полесский институт растениеводства

Физико-технический институт

Центр геофизического мониторинга

Центр системного анализа и стратегических исследований

Центральный ботанический сад

Государственное научно-производственное объединение НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО БИОРЕСУРСАМ. Создан в 1980 г.

Продукция и услуги: идентификация видов фауны Беларуси; рыбовод-но-биологические обоснования; проекты охотоустройства, контрольные учеты численности охотничьих и промысловых животных; оценка экологических рисков, экологическая оценка качества поверхностных вод; определение стойких органических загрязнителей и отдельных элементов в водной среде и почве, методы дистанционного зондирования, проведение геодезических работ, подготовка проектов по объявлению и преобразованию ООПТ, разработка планов управления ООПТ, научные обоснования ренатурализации нарушенных болот, планы управления редкими и исчезающими видами фауны, рекомендации по их охране; программы и схемы развития экотуризма, разработка маршрутов и их обустройство; экспертиза экологических, рыбоводно-хозяйственных, охотоустроительных проектов; разработка технологий переработки и утилизации органических отходов

Государственное научное учреждение ИНСТИТУТ ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ. Создан в 1965 г.

Продукция и услуги: анализ пищевого сырья и продуктов питания на ГМО; ДНК-паспортизация сортов сельскохозяйственных культур; ДНК-маркирование сельскохозяйственных растений и животных по хозяйственно-полезным признакам; ДНК-диагностика наследственных заболеваний человека; ДНК-идентификация диких животных и микроорганизмов; разработка и экспертиза нормативно-правовой базы в области биобезопасности; проведение семинаров и консультации по вопросам безопасности генно-инженерной деятельности

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР БИОБЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ. Создан в 1998 г.

Направления деятельности: сбор, анализ и систематизация информации о законодательстве и научных исследованиях по биобезопасности, полевых испытаниях, ввозе/вывозе, коммерческом использовании ГИО и продуктов, состоящих из ГИО или их содержащих в Беларуси, а также информации по биобезопасности из баз данных международных информационных сетей; создание национальной базы данных по

биобезопасности; представление информации по биобезопасности заинтересованным министерствам и другим республиканским органам государственного управления, юридическим и физическим лицам, средствам массовой информации; обмен информацией с координационными центрами биобезопасности других стран, международными организациями; организация научной экспертизы безопасности ГИО и продуктов на их основе, испытание или использование которых предполагается на территории Республики Беларусь; оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам государственного управления в разработке проектов законодательных актов, касающихся ввоза/вывоза и безопасного использования ГИО и продуктов на их основе, документов по оценке и предупреждению риска для окружающей среды и здоровья человека, инструкций по технике безопасности для лабораторий генетической инженерии и т.п.; оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам государственного управления в подготовке предложений по заключению двусторонних и региональных соглашений, в разработке международных соглашений по биобезопасности.

Лекция 8

Тема: Концепции современной биологии.

План:

1. Оценка современного уровня состояния биологии, ее роли в жизни общества. Дальнейшее развитие биологии и экологии: классических и новых наук.
2. Дальнейшая дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследований. Уровни биологических исследований. Теоретическая биология. Биология развития. Космическая биология. Разработка проблемы происхождения, эволюции и уровней жизни.
3. Перспективы биологии и экологии в обеспечении устойчивого развития современного общества и охраны природы.

Новейшие направления биологии 20 века: биотехнология, биоэнергетика, продовольственная безопасность, утилизация отходов, охрана и использование биоразнообразия.

Биотехнология

Термин "биотехнология" был введен в 1917г. венгерским инженером Карлом Эреки при описании процесса крупномасштабного выращивания свиней с использованием в качестве корма сахарной свеклы.

Биотехнология — это использование микроорганизмов, животных и растительных клеток или же их ферментов для синтеза, разрушения или трансформации различных материалов с целью получения полезных продуктов для различных нужд человека.

Биотехнология - междисциплинарная область научно-технического прогресса, возникающая на стыке биологических, химических и технологических знаний и призванная к созданию новых биотехнологических процессов, которые в большинстве случаев будут осуществляться при низких температурах, требовать небольшого количества энергии и будут базироваться преимущественно на дешевых субстратах, используемых в качестве первичного сырья.

Главная причина успехов биотехнологии в прогрессе молекулярной биологии, в частности в разработке технологии рекомбинантных молекул ДНК. С помощью этой

технологии оказалось возможным манипулировать с наследственным материалом клеток, получая новые сочетания полезных признаков и способностей.

Биоэнергетика

Биоэнергетика - научная дисциплина, исследующая энергетические процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах и т.д. (Словарь по естественным наукам.)

Это понятие ввел в науку А. Сцент-Двердби, книга которая под тем же названием вышла в 1957г. Биоэнергетика отвечает на два основных вопроса: какие именно молекулы среди всего разнообразия природных соединений ответственны за превращение энергии в клетке и каким образом они выполняют свою функцию?

Продовольственная безопасность.

Главным приоритетом правительств всех стран являются безопасность продуктов питания и защита потребителя. Безопасное и здоровое продовольствие - существенный фактор нормального функционирования общества и жизненно важно для экономики любой страны. Беспокойство вызывают микробиологические загрязняющие вещества, различные продовольственные добавки, антимикробные препараты в продуктах животного происхождения, соли тяжелых металлов, радионуклиды, генетически модифицированные продукты.

Безопасность пищевых продуктов - совокупность свойств продовольственного сырья и пищевых продуктов, при которых они не являются вредными и не представляют опасности для жизни и здоровья нынешнего и будущих поколений при обычных условиях их использования.

В Беларуси в 2003г. принят Закон Республики Беларусь «О качестве и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов для жизни и здоровья человека».

Повышению экологической безопасности пищевых продуктов пищевой и сельскохозяйственной продукции способствует внедрение в организациях и предприятиях по переработке и производству пищевых продуктов Системы анализа риска и контроля критических точек (НАССР), применяемой согласно законодательству в странах Европейского союза и ряде других развитых стран мира. В республике приняты государственные стандарты, устанавливающие требования данной Системы, и разработаны руководящие документы по ее внедрению.

Утилизация отходов

Промышленные отходы, находящиеся в жидком агрегатном состоянии, обычно являются трудноутилизируемыми, а зачастую представляют серьезную угрозу окружающей среде ввиду высокой токсичности. Жидкие отходы, по сравнению с твердыми отходами, технологически значительно более сложно изымать из производства, транспортировать.

Механическая очистка сточных вод

Механическая очистка сточных вод, как правило, является предварительным этапом для очистки промышленных сточных вод. При этом обеспечиваются выделение незначительной доли взвешенных веществ и снижение загрязнения.

Физико-химические методы очистки сточных вод

Физико-химические методы очистки сточных вод пригодны для использования на предприятиях различных отраслей и могут применяться как самостоятельно, так и в комплексе с другими способами очистки и переработки сточных вод.

Методы коагуляции и флокуляции могут применяться на предприятиях химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, легкой промышленности. Сорбционные методы, с использованием в качестве сорбентов золу, торф, коксовую мелочь, активированные угли различных марок, наиболее эффективны для извлечения из сточных вод ценных растворенных веществ с их последующей переработкой и использованием, а очищенные воды пригодны для оборотного водоснабжения промышленных предприятий.

Очистка стоков методом ионного обмена позволяет извлекать и утилизировать ценные компоненты сточных вод: цветные металлы, ПАУ, радиоактивные вещества -

очищать сточные воды до ПДК с последующим использованием вод в замкнутых технологических процессах предприятий.

Одним из перспективных направлений очистки сточных вод является применение мембранных технологий: обратный осмос, ультра- и микрофльтрация - наиболее универсальные, экономически целесообразный и экологически безопасные методы обработки сточных вод. Биологическая очистка сточных вод

На современном этапе развития науки и техники биоочистка является основным и наиболее перспективным методом удаления загрязнений из сточных вод, т.к. обеспечивает достаточно глубокий распад веществ и основан на использовании природных процессов и катализаторов.

Среди биологической очистки наибольшее распространение получил аэробный метод, который постоянно продолжает совершенствоваться. Постоянно разрабатываются новые типы агрегатов, модифицируются существующие конструкции.

Путем интенсификации процесса биологической очистки путем применения высоконагружаемых одноступенчатых систем, установок, совмещающих биоочистку с ионизацией и использования для аэрации чистого кислорода.

Твердые бытовые отходы (ТБО) включают отходы, производимые населением, муниципальными и коммунальными службами, учреждениями, торговыми предприятиями.

Основной проблемой утилизации ТБО в настоящее время является, так называемый «кризис свалок», связанный с трудностью выделения территорий для мусорных полигонов.

В отечественной практике промышленной переработке ТБО наиболее распространенным методом являются компостирование и захоронение.

Компостирование - это технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении.

Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического происхождения.

Захоронению на специальных полигонах подлежат особо токсичные ТБО, которые не могут быть подвержены переработке или сжиганию безопасно для окружающей среды.

Охрана и использование биоразнообразия. Сохранение разнообразия экосистем на планете - важнейшее условие устойчивого развития человеческой цивилизации, поэтому проблема сохранения биологического и ландшафтного разнообразия вызывает всеобщую озабоченность в современном мире. Неслучайно во второй половине 20 века мировое сообщество выработало ряд международных соглашений, среди которых самым значимым, определяющим стратегию действий в деле сохранения живой природы, является Конвенция ООН о биологическом разнообразии (1992г.).

Биоразнообразие - разнообразие жизни во всех ее проявлениях. В более узком смысле под биоразнообразием понимают разнообразие на трех уровнях организации живой природы: генетическое (внутривидовое), разнообразие видов в экосистемах, разнообразие самих экосистем.

Потеря биоразнообразия - это утрата важной основы поддержания жизни. Набор антропогенных факторов и формы их воздействия на

Биоразнообразие разнообразны. Все формы можно условно разделить на группы - прямые и косвенные воздействия.

Прямые - проявляются в чрезмерном объеме и низкой культуре промысла; нелегальном промысле; осушении болот и т. д.

Косвенные:

Физическое (изменение климата; изменение физических свойств почвы или грунта; шумовое воздействие)

Химическое (загрязнение воды, воздуха, почв промышленными предприятиями и транспортом; бытовыми и муниципальными стоками)

Биологическое (нарушения структуры природных биоценозов: преднамеренная и непреднамеренная интродукция, саморасселение чужеродных видов; распространение болезней животных и растений)

Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) выделила несколько важных причин потери биоразнообразия, связанных с чрезмерной нагрузкой на него хозяйственной деятельности человека. Одно из них — это нынешняя неэффективная структура землепользования, в результате которой примерно 40% первичной продукции биоты Земли изменено человеком.

Вторая причина сокращения биоразнообразия - чрезмерное изъятие биологических видов человеком, включая браконьерство.

Среди других причин можно назвать внедрение чужеродных видов, загрязнение и интоксикацию экосистем, влияние глобальных климатических изменений на экосистемы.

В июне 1992г. в Рио-де-Жанейро руководители более чем 100 стран (к 2005 г. к ней присоединились уже 189 государств), в том числе и Республика Беларусь, подписали Конвенцию о биологическом разнообразии (КБР).

В соответствии с КБР, которая является выражением международного научного и политического консенсуса в отношении биоразнообразия, поставлены три основные цели в этой сфере:

сохранение биологического разнообразия,
устойчивое использование его компонентов,
получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов.

5.БЛОК КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «История биологии»

Задания для СКР

Самостоятельная контролируемая работа студентов и ее объем

№ п/п	Наименование	Содержание	Объем в часах
1.	Написание реферата по заданной теме вопросов программы курса. Его защита.	Историческая периодизация развития биологических наук. Социально-экономические факторы. Основные научные школы и представители. Главнейшие научные открытия. Интеграция и дифференциация наук. Современные методы исследования. Роль естественных наук в обеспечении устойчивого развития общества.	1
2.	Биология и экология в Беларуси XIX-XX вв.	История биологии и экологии в Беларуси. Современное состояние. Основные научные центры и школы. Открытия белорусских ученых. Роль белорусской науки в решении народных хозяйственных проблем.	1

Темы рефератов по истории биологии.

1. Общие закономерности и факторы, определяющие развитие биологической науки.
2. Роль личности в развитии науки. Понятие о парадигме.
3. Основные периоды развития биологической науки. История термина «биология».

4. Методы научного познания в биологии. Соотношение эксперимента и теории в биологии. Научное открытие и доказательства.
5. Истоки биологических знаний. Первоначальное представление человека о живой природе и связях живых организмов со средой обитания. Накопление сведений о растениях и животных у первобытных людей.
6. Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья.
7. Развитие биологии в древней Индии.
8. Развитие биологии в древнем Китае.
9. Биологические воззрения древнегреческих натурфилософов – Пифагора, Гиппократ, Платона, Демокрита, Аристотеля и Теофраста.
10. Развитие биологических знаний в эпоху эллинизма. Л.Кар и его поэма о природе вещей.
11. Развитие биологических знаний в Римской империи. Работы К.Галена по медицине, анатомии и физиологии.
12. Символическое видение мира в средневековье. Реализм и номинализм.
13. Биологические представления в Византии и странах арабского Востока.
14. Биологические представления в средневековой Европе. Первые европейские университеты и их роль в развитии биологии.
15. Особенности хозяйственной жизни славян и их взаимодействия с живой природой. Значение религии в проникновении биологических знаний из стран Европы и Ближнего Востока.
16. Географические открытия Русских ученых и роль в развитии биологии. Освоение Сибири, Севера и дальнего Востока и их ресурсов.
17. Взгляды на живую природу и мир Ф.Скорины, М.Гусовского и других белорусских просветителей.
18. Синтез эвристического и теоретического знания Р.Бэкона, Г.Галилея и Р.Декарта.
19. Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании. Искусство как отражение видения мира и живой природы.
20. Предпосылки бурного развития естествознания и биологии в эпоху Просвещения. Лейбниц и его идея «лестницы существ», И.Ньютон.
21. Накопление биологических знаний, развитие описательной зоологии, первые классификации и систематизации растений и животных. Изобретение микроскопа.
22. Возникновение анатомии и систематики растений. опыты по «водному» питанию растений, движению воды и транспирации, роли воздуха и света.
23. Первые сводки о животных. Система животной природы К.Линнея.
24. Естественная история Ж.Бюффона.
25. Анатомия человека в трудах А.Везалия, У.Гарвея, М.Мальпиги, А.Левенгука, Р.Граафа.
26. Первые экспериментальные работы по биологии русских ученых: М.Тереховского и А.Шумлянского.
27. Преформизм и эпигенез в эмбриологии животных. Микроскопические исследования зародышевого развития К.Ф.Вольфа.
28. Креационизм и трансформизм, как первые гипотезы развития живой природы. Господство метафизического мировоззрения. Концепция постоянства видов и преформизм. Идеалистическая трактовка целесообразности в природе.
29. Основные биологические открытия 15-18 веков.
30. Формирование естественных наук в первой половине 19 века. Их роль в промышленной революции. Кризис метафизического мировоззрения. Развитие анатомии и морфологии животных. Вклад Ж.Кювье и Э.Сент-Илера. Их диспут (1830).

31. Открытие клеточного ядра. Клеточная теория Т.Шванна. Формирование гистологии в трудах Я.Пуркине и И.Мюллера.
32. Теория Ж.Б.Ламарка, его вклад в ботанику и зоологию.
33. К.Ф.Рулье – первый Русский эволюционист, его взгляды на живую природу и ее развитие.
34. Теория эволюции Ч.Дарвина. Ее значение в развитии биологии. Последователи Дарвина в России (В.О и А.О.Ковалевские, И.И.Мечников) и Западной Европе (Ф.Мюллер, Э.Геккель, Т.Гексли).
35. Формирование микробиологии. Исследования Р.Коха и Л.Пастера. Фагоцитарная теория иммунитета И.И.Мечникова и гуморальная теория П.Эрлиха. Открытие вирусов. Формирование почвенной микробиологии (С.Н.Виноградский).
36. Выделение цитологии в самостоятельную науку. Открытие митоза. Разработка проблем мейоза и оплодотворения. Открытие двойного оплодотворения у растений (С.Г.Навашин).
37. Формирование экологических понятий. Возникновение экологии. Экология в трудах Э.Геккеля, К.Ф.Рулье, Н.А.Северцова.
38. Основные этапы развития биологии в 20 веке.
39. Развитие зоологии в 20 веке. Теоретические работы А.Н.Северцова, Э.Майера, И.Шмальгаузена, В.Догеля. Разработка проблем систематики, зоогеографии, протистологии, паразитологии.
40. Развитие ботаники в 20 веке. Теория строения растений. Новые методы систематики и системы растений. Разработка теории вида.
41. Достижения физиологии человека и животных в 20 веке. Возникновение этологии.
42. Развитие классической генетики в 20 веке.
43. Современные представления о происхождении жизни. Полицентрическая концепция жизни.
44. Биологическое разнообразие как феномен Земли и проблемы его сохранения. Биотехнология, Биоэнергетика. Рациональное использование и воспроизводство биологических ресурсов.
45. Оценка современного уровня состояния биологии, ее роли в жизни общества
46. Дальнейшая дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследований. Уровни биологических исследований. Теоретическая биология. Биология развития. Разработка проблем происхождения, эволюции и уровней жизни.
47. Перспективы биологии и экологии в обеспечении устойчивого развития современного общества и охраны природы.
48. Роль белорусской биологической науки в решении хозяйственных проблем.

5.3. Вопросы к зачету

1. Общие закономерности и факторы, определяющие развитие биологической науки.
2. Роль личности в развитии науки. Понятие о парадигме.
3. Основные периоды развития биологической науки. История термина «биология».
4. Методы научного познания в биологии. Соотношение эксперимента и теории в биологии. Научное открытие и доказательства.
5. Истоки биологических знаний. Первоначальное представление человека о живой природе и связях живых организмов со средой обитания. Накопление сведений о растениях и животных у первобытных людей.
6. Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья.
7. Развитие биологии в древней Индии.

8. Развитие биологии в древнем Китае.
9. Биологические воззрения древнегреческих натурфилософов – Пифагора, Гиппократ, Платона, Демокрита, Аристотеля и Теофраста.
10. Развитие биологических знаний в эпоху эллинизма. Л.Кар и его поэма о природе вещей.
11. Развитие биологических знаний в Римской империи. Работы К.Галена по медицине, анатомии и физиологии.
12. Символическое видение мира в средневековье. Реализм и номинализм.
13. Биологические представления в Византии и странах арабского Востока.
14. Биологические представления в средневековой Европе. Первые европейские университеты и их роль в развитии биологии.
15. Особенности хозяйственной жизни славян и их взаимодействия с живой природой. Значение религии в проникновении биологических знаний из стран Европы и Ближнего Востока.
16. Географические открытия Русских ученых и роль в развитии биологии. Освоение Сибири, Севера и дальнего Востока и их ресурсов.
17. Взгляды на живую природу и мир Ф.Скорины, М.Гусовского и других белорусских просветителей.
18. Синтез эвристического и теоретического знания Р.Бэкона, Г.Галилея и Р.Декарта.
19. Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании. Искусство как отражение видения мира и живой природы.
20. Предпосылки бурного развития естествознания и биологии в эпоху Просвещения. Лейбниц и его идея «лестницы существ», И.Ньютон.
21. Накопление биологических знаний, развитие описательной зоологии, первые классификации и систематизации растений и животных. Изобретение микроскопа.
22. Возникновение анатомии и систематики растений. Опыты по «водному» питанию растений, движению воды и транспирации, роли воздуха и света.
23. Первые сводки о животных. Система животной природы К.Линнея.
24. Естественная история Ж.Бюффона.
25. Анатомия человека в трудах А.Везалия, У.Гарвея, М.Мальпиги, А.Левенгука, Р.Граафа.
26. Первые экспериментальные работы по биологии русских ученых: М.Тереховского и А.Шумлянского.
27. Преформизм и эпигенез в эмбриологии животных. Микроскопические исследования зародышевого развития К.Ф.Вольфа.
28. Креационизм и трансформизм, как первые гипотезы развития живой природы. Господство метафизического мировоззрения. Концепция постоянства видов и преформизм. Идеалистическая трактовка целесообразности в природе.
29. Основные биологические открытия 15-18 веков.
30. Формирование естественных наук в первой половине 19 века. Их роль в промышленной революции. Кризис метафизического мировоззрения. Развитие анатомии и морфологии животных. Вклад Ж.Кювье и Э.Сент-Илера. Их диспут (1830).
31. Открытие клеточного ядра. Клеточная теория Т.Шванна. Формирование гистологии в трудах Я.Пуркине и И.Мюллера.
32. Теория Ж.Б.Ламарка, его вклад в ботанику и зоологию.
33. К.Ф.Рулье – первый Русский эволюционист, его взгляды на живую природу и ее развитие.
34. Теория эволюции Ч.Дарвина. Ее значение в развитии биологии. Последователи Дарвина в России (В.О и А.О.Ковалевские, И.И.Мечников) и Западной Европе (Ф.Мюллер, Э.Геккель, Т.Гексли).
35. Формирование микробиологии. Исследования Р.Коха и Л.Пастера. Фагоцитарная теория иммунитета И.И.Мечникова и гуморальная теория П.Эрлиха. Открытие вирусов. Формирование почвенной микробиологии (С.Н.Виноградский).
36. Выделение цитологии в самостоятельную науку. Открытие митоза. Разработка проблем мейоза и оплодотворения. Открытие двойного оплодотворения у растений (С.Г.Навашин).

37. Формирование экологических понятий. Возникновение экологии. Экология в трудах Э.Геккеля, К.Ф.Рулъе, Н.А.Северцова.
38. Основные этапы развития биологии в 20 веке.
39. Развитие зоологии в 20 веке. Теоретические работы А.Н.Северцова, Э.Майера, И.Шмальгаузена, В.Догеля. Разработка проблем систематики, зоогеографии, протистологии, паразитологии.
40. Развитие ботаники в 20 веке. Теория строения растений. Новые методы систематики и системы растений. Разработка теории вида.
41. Достижения физиологии человека и животных в 20 веке. Возникновение этологии.
42. Развитие классической генетики в 20 веке.
43. Современные представления о происхождении жизни. Полицентрическая концепция жизни.
44. Биологическое разнообразие как феномен Земли и проблемы его сохранения. Биотехнология, Биоэнергетика. Рациональное использование и воспроизводство биологических ресурсов.
45. Оценка современного уровня состояния биологии, ее роли в жизни общества
46. Дальнейшая дифференциация и интеграция биологических наук. Новые методы исследований. Уровни биологических исследований. Теоретическая биология. Биология развития. Разработка проблем происхождения, эволюции и уровней жизни.
47. Перспективы биологии и экологии в обеспечении устойчивого развития современного общества и охраны природы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Перечень литературы	Год издания
Основная		
1	История биологии с древнейших времен до начала XX в. Под ред. С.Р. Микулинского. М.	1972
2	История биологии с начала XX в. до наших дней. Под ред. Л.Л. Бляхера. М.	1975
3	Бабий Т.П. и др. Биологи (биографический справочник). Киев.	1984
4	Лункенич В. В., От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии, 2 изд., т. 1-2, М., 1960;	
5	Сорокина Т.С. История медицины. Мн.	1988
6	Полянский Ю.И. Клеточная теория, современность, перспективы. М.	1989
7	Сойфер В.Н. Очерки истории молекулярной генетики. М.	1970
8	Петров К.М. Общая экология. СПб.	1998
Дополнительная		
1	Рожанский И.Д. Античная наука. М.	1980
2	Тимирязев К. А., Соч., т. 6 - Исторический метод в биологии, М.	1939
3	Комаров В. Л., Учение о виде у растений, М. - Л.	1944
4	Естественнонаучные представления древней Руси. М.	1978

5	Культиасов И. М., Павлов В. Н., История систематики и методы (источники) филогении покрытосеменных растений, М.	1972
6	Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. М.	1998
7	Вермель Е.М. История учения о клетке. М.	1970
8	Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. М.	2002
9	Соломатин В.А. История и концепции современного естествознания. М.	2002
10	Академия наук Белорусской ССР. Мн.	1979
11	Атлас науки Республики Беларусь. Мн.	2004
12	О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2006 г. Мн.	2007
13	Живописная Россия. Отечество наше в его земельном, историческом, племенном, экономическом и бытовом значении. – СПб – м.: Издание книгопродавца-типографа М.О. Вольфа, 1882. – 490 с. – с. 455.	1882
14	Портал «Проблемы эволюции»	
15	Лорен Грэхэм Глава III. Проблема происхождения жизни // Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе.	
16	Николов Т. Долгий путь к жизни, М., Мир.	1986
17	Чернавский Д.С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // Успехи физических наук. Т.170. № 2. С. 157-183.	2000