

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра биологической химии

Н.А. КЛЕНОВА

ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

Часть 1

(с древних времен до конца XIX века)

Учебное пособие

Самара
Издательство «Универс групп»
2007

*Печатается по решению Редакционно-издательского
совета Самарского государственного университета*

УДК 57
ББК 28.0
К 49

Рецензенты

доктор философских наук, профессор А.А.Шестаков,
доктор философских наук, профессор Е.М. Ковшов

Кленова, Н.А.

К 49 История биологии и химии. Часть 1. (с древних времен до
конца XIX века) [Текст]: учебное пособие / Н.А. Кленова. –
Самара : Изд-во «Универс групп», 2007. – 140 с.

ISBN 978-5-467-00132-6

Учебное пособие подготовлено в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для подготовки студентов биологического факультета по курсу «История и методология биологии и химии». В первой части пособия кратко изложены основные этапы развития биологических и химических наук, их роль в формировании современного естествознания, раскрываются проблемы естественнонаучных парадигм до конца XIX века. Особенностью данного пособия является параллельное рассмотрение истории развития биологических и химических наук, показана их взаимосвязь и необходимость знаний истории химии для студентов-биологов. Пособие может быть использовано также аспирантами при подготовке к кандидатскому экзамену по истории науки.

УДК 57
ББК 28.0

ISBN 978-5-467-00132-6 © Кленова Н.А., 2007

© Самарский государственный университет, 2007

Глава 1. Периодизация развития биологических и химических представлений в человеческом обществе.

Период накопления знаний

Человек не сразу стал так хорошо приспособлен к условиям жизни на планете Земля. С момента формирования рода *Homo* и постепенной трансформирующей эволюции вида *Homo sapiens sapiens*, человек накапливал представления о природе, которые, основываясь на опыте поколений, превращались в знания. Изначально знания служили только практическим потребностям человека, существовали в виде записок, рецептов и передавались из поколения в поколение. Затем формируется слой людей, рассуждающих об общих вопросах отношения к миру, которых стали называть философами. Наконец, формируются собственно науки, отражающие законы развития природы (естествознание). Естествознание проходит сложный путь развития от первых натурфилософских учений о природе как едином Космосе древних греков, затем через расчленение на десятки и сотни специальных дисциплин Нового и Новейшего времен, до воссоединения на базе синтетических и интеграционных процессов в единую картину эволюционирующего Космоса второй половины XX века.

Историю развития биологических и химических наук можно разбить на три крупных этапа, характеризующихся как мировоззренческими особенностями взглядов на природу, так и существующими парадигмами (общепринятыми в конкретных научных сообществах фундаментальными теориями в определенных областях знаний) (Т.Кун).

I. Период накопления знаний. От древнейших цивилизаций до эпохи Возрождения.

II. Период попыток объяснений полученных знаний, формулирование ряда законов. Период расчленения естествознания на множество отдельных научных дисциплин. С XVII по XIX век.

III. Научные обобщения. Интеграция наук. Создание единого взгляда на законы развития природы. XIX - XX века.

Период накопления знаний

Данный период охватывает огромный промежуток времени от древнейших цивилизаций (IV тысячелетие до нашей эры) до эпохи Возрождения. Поэтому целесообразно разбить его на три этапа:

1. Первоначальные представления о живой природе в древнейших цивилизациях.
2. Натурфилософские школы древней Греции и Рима.
3. Схоластический период Средневековья.

Первоначальные представления о живой природе

Источником знаний человека о природе в глубокой древности служила сама практическая деятельность людей. Человек не противопоставлял себя природе, а являлся частью ее. Люди кроманьонского периода хорошо различали многих животных, знали их привычки, поведение, образ жизни. Свидетельством тому служат наскальные рисунки, где изображались эпизоды охоты, а также тела животных, у которых в надлежащих местах изображены соответствующие органы. Древние люди знали не только млекопитающих, но и рыб, птиц, пчел. Наряду с единением с природой в это время появляются первые противопоставления рациональному и материалистическому в своей основе пониманию природы в виде *анимизма*, для которого характерно представление о «душе», способной выходить из тела и вести самостоятельное существование. Анимизм становится основой появления всех религиозных верований человечества.

Ассиро-вавилонская цивилизация. IV тысячелетие до нашей эры. Древнейшие сведения о биологических представлениях в Месопотамии получены после расшифровки содержания клинописных табличек. В них приводятся списки животных и растений, которые были известны и использовались человеком, сведения представлений о природе. Народы Месопотамии делили весь животный мир на «рыб», под которыми они понимали всех водных животных вообще, членистых, змей, птиц и четвероногих. Среди последних различали

плотоядных и травоядных. Растения подразделяли на деревья, овощи, пряности, лекарственные травы.

Народы Месопотамии успешно занимались скотоводством, выводили новые породы животных, которых одомашнили: лошадей, ослов, овец, крупного рогатого скота. Занимались они и земледелием и даже проводили искусственное опыление финиковой пальмы для получения лучших плодов.

На основе ассиро-вавилонской цивилизации начинает развиваться новая цивилизация – древнего Египта. В Египте совершенствуется растениеводство, египтяне знают очень много лекарственных растений, успешно культивируют освоенные еще в Месопотамии хлебные злаки, используют овощи, выращивают фруктовые деревья, маслины, лен. Разводят крупный рогатый скот, лошадей, ослов, овец, коз, свиней. Египтяне впервые одомашнивают верблюдов, антилоп, кошек, гусей, уток и голубей. Затем из Индии сюда завозят кур.

Одновременно с египетской цивилизацией существует и успешно развивается цивилизация Древнего Востока (Индии и Китая). В Индии уже в III тысячелетии до нашей эры выращивали множество культурных растений, разводили скот, собак, голубей. Впервые здесь одомашнили кур, слонов. Знания о живой природе были тесно связаны с практикой: потребностями земледелия, скотоводства и медицины.

Главным сочинением, в котором отражены представления древних индийцев о природе, стало Аюр-веды (VI век до нашей эры). Из этого трактата становится очевидным, что древние индийцы были родоначальниками учения о стихиях, легшего затем в основу мировоззренческих концепций древних греков. Древние индийцы считали, что в природе существуют пять стихий или элементов: огонь, земля, вода, воздух и эфир. Эти представления имели огромное значение для развития первичных понятий о составе веществ и бытовали не только в древности, но и в средневековой алхимии, сохраняясь вплоть до эпохи Возрождения. Сочетания этих элементов с веществами организма: желчью и слизью, образуют кровь, мясо, жир, кости и мозг.

Развитие зародыша по древнеиндийским понятиям идет после слияния мужского и женского начал. Прежде всего, образуется голова, а затем все остальное. В медицинских сочинениях высказывались мысли о наличии у живых существ неизменных наследственных качеств, которые объясняют сходство детей с родителями. Уже в I тысячелетии до нашей эры в индийской философии возникли материалистические течения, согласно которым в природе из комбинации четырех элементов (земли, воды, воздуха и огня) образуются все тела, в том числе и живые организмы. После смерти они распадаются на те же элементы.

Одним из крупнейших очагов возникновения многих сортов культурных растений и домашних животных был древний Китай. Биологические представления в древнем Китае развивались так же в тесной связи с медициной и под воздействием натурфилософских учений, как и в других странах древнего Востока. В древнейших китайских сочинениях, созданных в IX – VII вв. до нашей эры, развивались представления о том, что все вещи состоят из материальных частей, при их взаимодействии возникают пять основных стихий или элементов: вода, дерево, огонь, земля, металл. Стихийно-материалистические воззрения древнего Китая были обобщены в учении китайского философа-материалиста I века нашей эры **Ван Чуна**. Ван Чун считал, что природа материальна и развивается по естественным законам.

Натурфилософские представления Древней Греции и Рима

Греческая философия в своем первом периоде развития есть философия природы, то есть **натурфилософия**. В своей основе натурфилософия бессознательно материалистична. Остановимся на основных философских школах Древней Греции.

Большое влияние на развитие материалистического понимания природы оказала *ионийская философская школа*, которая оформилась около 600 года до нашей эры. Философы данной школы отвергали сверхъестественное, полагая, что Вселенная развивается по естествен-

ным законам, доступным разуму человека. В природе существуют строгие причинно-следственные отношения, то есть она детерминирована. Ионийцы, таким образом, обосновали *рационализм* как философскую систему. К первым представителям ионийской школы натурфилософов следует отнести **Фалеса, Анаксимандра и Анаксимена**.

Фалес (около 625 – около 547 гг. до нашей эры) обладал математическими способностями и астрономическими знаниями, которые приобрел в Финикии и Египте. Главной стихией, основой всего Фалес считал воду, из которой все возникло и состоит. Он представлял себе вещество живым и одушевленным – воззрение, которое было названо «гилозоизмом» (материя и жизнь).

Анаксимандр (610–540 гг. до нашей эры) началом всего считает придуманным им *апейрон* – вещество, не обладающее отличительными свойствами отдельных веществ. Апейрон находится в вечном движении, это «беспредельное», то есть бесконечная масса вещества, из которой возникли все вещи, и в которую они возвращаются после своей гибели. Следствием движения апейрона становится выделение определенных веществ. Сначала отделилось теплое и холодное, затем из них возникло влажное, из влажного произошла Земля. Земля, по мнению Анаксимандра, вначале находилась в жидком состоянии, и при ее постепенном высыхании на ней возникли живые существа.

Анаксимен (588–528 до н.э.) был учеником Анаксимандра, что вполне определяется по характеру его мировоззренческих представлений. В отличие от учителя первоначально он считает воздух, который в чем-то похож на анаксимандровский апейрон, по крайней мере, практически безграничен и непрерывно движется. В силу своего первоначального и бесконечного движения воздух претерпевает изменения – разрежение и сгущение. Первое есть вместе с тем нагревание, а второе – охлаждение. Через разрежение воздух становится огнем, а через сгущение – сначала влагой, затем землей. Возникновение мира Анаксимен связывал с первичным образованием Земли, которую считал плоской. Испарения, идущие с Земли, превращаются в сжатый воздух, в огонь и порождают звезды, которые вращаются вокруг Земли.

Кроме ионийской философской школы в Древней Греции существует пифагорейская школа, основоположником которой становится Пифагор (571–496 гг. до н.э.). Данная школа была средоточием математических изысканий древних греков. Мироззрение Пифагора во всем предполагало порядок и гармонию, в силу которых совокупность вещей слита в прекрасное целое, в космос, где наблюдается правильное движение небесных тел. Математические пристрастия пифагорейцев привели к возведению числа в основу гармонии. Число делает скрытое познаваемым, властвует над мирозданием и делами людей. Число есть сущность вещей, все есть число и состоит из чисел. Применяя свое учение о числах к реальным событиям, пифагорейцы действовали произвольно: они относили физические свойства вещей к числу пять; одушевление – к числу шесть; разум, здоровье – к числу семь; любовь, рассудительность, понимание – к числу восемь, абсолютно не мотивируя это.

Близко к пифагорейцам по взглядам стоял врач, астроном и философ *Алкмеон Кротонский* (конец VI – начало V в. до н. э.). Его считают основоположником анатомических и физиологических знаний в древней Греции. Есть сведения о том, что он первым начал препарировать трупы животных, что позволило ему сделать важные заключения о роли отдельных органов. Алкмеон считал мозг средоточием ощущений и мышления, правильно трактовал роль нервов, идущих от органов чувств к мозгу. На основе физиологических наблюдений он развивает свою теорию ощущений, различием животных и человека усматривает то, что животные только ощущают, а человек еще 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 др. Нарушение этого равновесия ведет к заболеванию. Учения Алкмеона Кротонского оказали большое влияние на развитие медицины в древней Греции. Как и пифагорейцы, Алкмеон признавал бессмертие души.

Основоположником *элейской школы* являлся *Ксенофан* (около 580 – около 488 гг. до н.э.), по мнению Ксенофана, Земля образова-

лась из моря и временами снова погружалась в море. Солнце и звезды он считал горящими испарениями, которые образуются ежедневно. Ксенофан наносит ощутимый удар по язычеству, высказывая идею о едином, вечном божестве.

Новый поворот в натурфилософии начинается с *Гераклита Эфесского* (544–483 гг. до н. э.). Сущностью всех вещей, по Гераклиту, является огонь. Огонь обладает наименьшей устойчивостью и не терпит устойчивости других вещей. Из огня и через огонь возникали все другие вещества, процесс превращения никогда не останавливается, все находится в состоянии перехода в противоположное, поэтому одновременно обладает противоположными свойствами. Гераклит понимает природу как единое целое, которое никогда не возникло и не погибнет. Всеобщий мировой закон он усматривает в постоянном изменении, которое является результатом борьбы. Таким образом, в учении Гераклита выражен стихийно-диалектический подход к пониманию природы. Он писал: «Все существует и в то же время не существует, так как все течет, все изменяется, все находится в постоянном процессе возникновения и исчезновения». Сама жизнь также есть непрерывное движение, так как она пребывает в постоянном разложении и обновлении. Мир и мертвой, и живой природы – это поток бесконечно изменяющихся явлений.

Одним из наиболее ярких представителей натурфилософии «стихийного» материализма по праву можно считать *Эмпедокла* (483–423 гг. до н.э.). Он считает все четыре стихии (элементы) равноценными. Земля, вода, огонь и воздух состоят из вечных частиц, которые, вступая во взаимодействие друг с другом в различных количественных соотношениях, образуют под влиянием двух взаимоположенных сил качественно различные, как неживые, так и живые тела природы. Эти силы – «любовь» и «вражда». Сначала сочетания не были удачными и лишь после множества попыток, случайных соединений, возникли гармоничные организмы, которые получили возможность размножаться. Душа, по Эмпедоклу, умирает вместе с телом, так как представляет собой лишь количественное отношение смешанных в

теле элементов. Эмпедокл был врачом и успешно занимался врачебной практикой, его считают основателем сицилийской медицинской школы. Эмпедоклу также приписывают создание учения о четырех темпераментах.

Биологические воззрения Эмпедокла сыграли важную роль в распространении идеи о естественном происхождении живых существ. По его мнению, растения и животные возникли из земли. Сначала возникают отдельные члены, которые существуют самостоятельно, затем они сочетаются, образуя чудовищные химеры, которые вновь распадаются. Удачные сочетания остаются существовать, а целые организмы начинают размножаться половым путем. Эмпедоклу принадлежит идея вечности вещества, идея сложения тел из отдельных элементов и отделения понятия материи от понятия силы, что можно считать предвестником появления философского течения дуализма.

Современником Эмпедокла был еще один интересный древнегреческий натурфилософ – *Анаксагор* (500–428 гг. до н.э.). Он разделяет взгляды Эмпедокла на то, что различные тела возникают при различных сочетаниях элементов и всякое качественное изменение – это изменение лишь состава вещества. Однако это не объясняет наличие движения, с помощью которого происходит сочетание или разделение веществ. Это движение, по его мнению, может быть делом существа, знание и могущество которого распространяется на все. Анаксагор вводит понятие разума – «нуса», который всегда прост, в отличие от вещества, которое всегда сложно. На основе своих представлений Анаксагор строит космогоническую теорию. Начальное состояние мира – неподвижная бесформенная смесь, состоящая из множества мельчайших, чувственно не воспринимаемых частиц – «семян», приобретающих затем движение под действием «нуса» – разума. Из земной тины, оплодотворенной находившимися в воздухе и эфире семенами, возникли живые существа.

Далее идея сложения тел из элементов (по Эмпедоклу) или «семян» (по Анаксагору) была развита в учении *Демокрита* (460–370 гг. до н.э.). Атомистическая теория скорее всего является созданием

Левкиппа, который был современником Анаксагора и Эмпедокла. Приложение этой теории ко всему естествознанию сделано Демокритом, учеником Левкиппа. Согласно атомистической теории мир состоит из мельчайших неделимых частиц – атомов, которые движутся в пустоте. Атомы вечны и неизменны. Они никогда и никем не созданы и не могут быть уничтожены. Движение присуще атомам от природы, они отличаются друг от друга по форме и размерам. Рождение любой вещи есть соединение атомов, а смерть – разъединение. Демокрит написал ряд трактатов, посвященных проблемам биологии, психологии и медицины. Однако ни один из них не сохранился, имеются лишь косвенные сведения о биологических воззрениях Демокрита. Живые существа, согласно Демокриту, возникли из мягкого ила в начале развития нашего мира, когда земля была пропитана влагой. Под действием солнечного тепла в отдельных местах, где скапливалась влага, стали появляться различные животные. Наиболее удачное сочетание атомов досталось человеку, так как он имеет душу. По Демокриту, душа состоит из тонких, гладких и круглых атомов, подобие огня. После смерти душевные атомы рассеиваются.

Современником Демокрита был величайший врач античного мира *Гиппократ* (около 460–377 гг. до н.э.). В гиппократовской медицине были заложены первые основы метода эмпирической индукции. Он и его последователи учили, что медицина должна основываться не на умозрительных натурфилософских спекуляциях, а на тщательном наблюдении и изучении больных, на накоплении и обобщении практического опыта. Гиппократ и его ученики разработали представление о естественных причинах болезней, причем они различали факторы внешней среды, действующие на организм, и влияние наследственности, образа жизни на развитие заболеваний. Гиппократ – создатель учения о четырех жидкостях тела – крови, слизи, желтой и черной желчи, количественное и качественное соотношение которых лежит в основе развития нормальных или патологических процессов в организме человека. До настоящего времени не потеряли своего зна-

чения важные принципы гиппократовской медицины: «не навреди, лечи больного, а не болезнь».

В IV – III веках до нашей эры появляется идеалистическая философская система **Платона** (427–347 гг. до н.э.). У Платона материальный мир является несовершенным отражением постигаемых разумом идей, идеальных прообразов предметов, которые воспринимаются нашими чувствами. Мир идей, согласно Платону, есть цель и вместе с тем причина материального мира. Из воззрений Платона возникло представление о конечных, или целевых причинах, получившее дальнейшее развитие в философии **Аристотеля** и неоднократно затем возрождавшееся в истории биологии.

Знаменитым трудом Платона стали его «Диалоги». Биологические взгляды Платона отражены в диалоге «Тимей». Так как идеи первичны, то несомненно, жизнь начинается на земле только с появлением человека. Творец мира, «демиург», создал человека как самое совершенное существо, подобие бога. Все остальные существа на нашей планете возникают как менее совершенные модификации человека. У Платона, однако, можно найти ряд интересных соображений о соотношении между строением различных органов и их функциями. Следуя традициям пифагорейской школы, идущей от Алкмеона, Платон придает наибольшее значение мозгу как месту пребывания бессмертной души, тогда как две другие части души имеют смертную природу и расположены в области живота и сердца. Эти воззрения оказали влияние на учение Аристотеля о трех родах душ.

Аристотель (384–322 гг. до н.э.) становится наиболее значительным представителем зарождающейся философии дуализма. Он признает, в отличие от Платона, реальность и объективное существование материального мира, не зависящее от сознания человека. Материальный мир существует и находится в непрерывном движении, различные формы которого мы впервые встречаем у Аристотеля. Аристотель развивает **сенсуалистическую** теорию познания, согласно которой источником знаний являются ощущения, перерабатываемые разумом. В основе дуализма Аристотеля лежит признание за материей

пассивного начала, активной же он считает нематериальную «божественную силу», являющуюся источником движения материи.

Аристотеля по праву можно считать основоположником биологии как науки. Ему принадлежат 4 больших и 11 малых биологических трактатов, где отражены все современные Аристотелю познания о живых организмах. В биологических взглядах Аристотеля присутствует дуалистическая концепция мировоззрения. Во всех организмах Аристотель различал две стороны – материю, обладающую различными возможностями, и форму, под влиянием которой реализуется именно данная возможность материи. Форма является одновременно причиной и целью превращений, через которые проходит материя. В понимании явлений жизни Аристотель также исходит из противопоставления материи и формы. Зародыш образуется из смешения семени самца с выделениями самки, которые и образуют материю, но возможность развиться зависит от семени самца, который является формой. Именно в семени, по Аристотелю, заложен принцип развития, то есть душа. Влиянием души Аристотель объясняет целесообразность строения и жизнедеятельности организмов. Предел целесообразности, однако, ставит материя, которая может осуществлять образования, противоречащие цели, – уродства. По Аристотелю, существуют души трех родов: душа растительная или питающая (самая примитивная), душа чувствующая и разумная. Растения имеют одну душу, животные – две, а человек – три. Крупнейшим биологическим трактатом Аристотеля считают «Историю животных», где он после предварительных сведений о животных, дает также описание строения наружных и внутренних органов человека. Аристотель останавливается на сравнительно-анатомических особенностях животных, рассматривает половые различия у животных, способы размножения и развития животных, описывает образ жизни, места обитания, особенности питания и т.д. В трактате «О возникновении животных» содержатся сведения об эмбриологии животных и человека, рассматриваются вопросы происхождения пола, наследования признаков, возникновения уродств и многоплодия, формирования признаков в процессе постэмбриональ-

ного развития. В стремлении к сопоставлению между собой различных живых организмов Аристотель приходит к идее «лестницы природы», сыгравшей в дальнейшем огромную роль в формировании биологических представлений в эпоху Возрождения. Лестница Аристотеля начинается с неорганических тел, далее он помещает растения, как самые низшие живые существа, затем следуют губки и асцидии, голотурии, подвижные морские животные, наземные животные, и венчает лестницу человек.

Всех животных Аристотель делил на «кровавых» и «бескровных». «Кровавых» животных он разделял на живородящих (человек, киты, четвероногие) и яйцеродных (птицы, гады и рыбы). «Бескровных» – на животных с «совершенными» яйцами (головоногие, ракообразные), с яйцами особого рода (насекомые, пауки, скорпионы) и на животных, образующихся из слизи, из почек, возникающих самопроизвольно (некоторые моллюски, иглокожие и др.). Таким образом, Аристотель признавал самозарождение ряда наиболее примитивных животных.

Имеются сведения, что Аристотель занимался и ботаникой, но его труды в этой области не сохранились. Взгляды и познания Аристотеля в этой области дошли до нас за счет работ его ученика *Теофраста* (370–285 гг. до н.э.). По аналогии с учителем Теофраст пишет «Историю растений», где содержатся сведения о строении и размножении многих растений, прикладные данные о лекарственных растениях. Теофраст впервые вводит термины – плод, околоплодник и сердцевина. Он различал такие способы размножения растений, как самопроизвольное зарождение, зарождение от семян, от корня, от клубня, от ветви, от ствола и черенка. Теофраст обнаруживает и описывает различия между однодольными и двудольными растениями, выражающиеся не только в строении семени, но и в расположении и количестве корней и стеблей. Он признает наличие мужского и женского начал у растений, пишет, что созревание плодов требует «подведения мужского начала к женскому, для чего необходимо, чтобы

цветочная пыль «растения-самца» попала на соцветия «растения-самки».

В период *эллинизма* (от смерти Александра Македонского до завоевания Греции) происходит распространение греческой культуры на Ближний Восток и взаимодействие двух культур: греческой и восточной. Центром научной мысли становится Египет, правитель которого *Птолемей II* основал в Александрии библиотеку и музей. «Александрийский период» в развитии наук продолжался три последних столетия до нашей эры. Александрийская библиотека сгорела, и до настоящего времени дошли лишь фрагменты произведений двух ученых-врачей того времени: *Герофила* и *Эразистрата*. Герофила считают первым греком, практиковавшим вскрытие трупов. Он первым указал на различие между венами и артериями, хотя не понимал роли сердца в движении крови по сосудам. Мозг он рассматривал как место сосредоточения умственных способностей. Тщательно изучал нервные центры и нервы, которые подразделял на подчиненные воле и воле не подвластные. Эразистрат в понимании жизнедеятельности тела исходил из представления, что каждый орган является системой, состоящей из трех элементов – вен, артерий и нервов. Эразистрат установил различия между «малым мозгом» (мозжечок) и большим (полушария). Он обратил внимание на извилины переднего мозга человека и связал это с более развитым интеллектом. Подобно Герофилу, он проводил вивисекции и даже живосечения на преступниках.

На смену греческой цивилизации после смерти А. Македонского (323 г. до н.э.) приходит цивилизация Древнего Рима. Рим покоряет Ближний Восток и на некоторое время центром цивилизации становится Александрия, где создается одна из крупнейших библиотек того времени. У Рима не было своей философии, римляне использовали натурфилософию древних греков. Наблюдается постепенный отход от теоретизации и изложения мировоззренческих концепций и господство практицизма. Основное внимание уделяется нуждам медицины и сельского хозяйства.

Блестящим представителем античного материализма древнего Рима стал римский поэт и философ *Лукреций Кар* (I в. до н.э.; около 99–55 гг.). В своей поэме «О природе вещей» Лукреций Кар утверждал бесконечность Вселенной, допускал возможность существования жизни на других планетах. Природа, по мнению Лукреция Кара, никем не создана и управляется присущими ей самой законами. Мир материален, все тела природы состоят из атомов и подвержены изменениям. Следуя за *Эпикуром* (древнегреческий философ-материалист, 341–270 гг. до н.э.), Лукреций Кар особенно подчеркивал и развивал мысль о спонтанном отклонении атомов от прямолинейного движения, о вызванных этим отклонением встречах друг с другом, что в свою очередь являлось источником образования новых тел природы. Эту мысль Лукреций распространял и на живые существа. По его мнению, растения зарождаются из земли под влиянием влаги и солнечного тепла. Животные возникли из растений: бабочки из цветков, змеи из лиан и т.п. Лукреций придерживается воззрений Эмпедокла о возникновении сначала бесчисленных уродливых, неприспособленных к жизни существ, которые погибали, и гармоничных, получивших возможность воспроизводить себе подобных. У Лукреция можно встретить удивительные по своей прозорливости высказывания. Например, следующие строки:

*«Много животных тогда поколений должно было сгинуть,
Коль размноженьем приплод не могли они выковать новый»...*

Несомненно, что это мысли о возможном отборе среди возникающих на земле живых организмов. Развитие организмов Лукреций представлял себе как результат смешения мужского и женского «семена», причем смешение обуславливает передачу потомству признаков, присущих отцу и матери. Психическую жизнь человека Лукреций объяснял материалистически. Душа состоит из мельчайших и наиболее подвижных «первичных телец», она неразрывно связана с телом и смертна.

Практические потребности сельского хозяйства и медицины стимулировали интерес к специальному изучению растений, животных и

человека и появлению сочинений прикладного характера. Одной из первых книг, посвященных определению полезных для медицины растений, было сочинение *Диоскорида* (I в. н.э.), которое оказало большое влияние на последующую ботанику. Он оставил краткие, но точные описания растений, отметил места их произрастания и происхождения. Современником Диоскорида был римский натуралист *Плиний Старший*. Благодаря Плинию сохранилось большинство античных произведений, огромное количество выдержек из которых он собрал. Все выдержки Плиний поместил в свою многотомную (37 томов) «Естественную историю». Она получила широкое распространение и на протяжении тысячи лет служила главным источником сведений о природе.

В области медицины следует остановиться на трудах выдающегося врача античного времени *Галена* (130–200 гг. н.э.). Он написал множество трактатов, посвященных различным разделам медицины. Как великий врач, анатом и физиолог, Гален получил признание еще при жизни, его авторитет считался непререкаемым на протяжении полутора тысяч лет, особенно в Средневековье. Гален изучил и описал анатомию овец, быков, свиней, собак, медведей и других позвоночных животных, подметил сходство в строении тела человека и обезьяны. Многие наблюдения и описания человеческого тела на самом деле сделаны на маленькой берберийской обезьянке *Inuus caudatus*. Детальному изучению Гален подверг центральную и периферическую нервные системы, исследовал функции нервов спинного мозга. Одной из крупных ошибок, которая за счет непререкаемости его авторитета удерживалась длительный период в медицинской науке, было его представление о том, что воздух поступает непосредственно в сердце через дыхательные пути, а кровь проходит из одного желудочка сердца в другой через отверстие в перегородке между желудочками.

В соответствии с религиозными представлениями, которые получают сильнейшее развитие в эту эпоху, Гален считал, что каждый орган человеческого тела был создан Богом в наиболее совершенной форме и в предвидении той цели, для достижения которой этот орган

предназначен. Это способствовало укреплению авторитета Галена в средневековой Европе. Его работы признавались непогрешимыми, и ошибки, содержащиеся в них, перекочевывали в труды других ученых-медиков.

Схоластический период Средневековья

Период охватывает примерно тысячелетие, лежащее между IV и XIV веками нашей эры. Для отдельных стран Европы сроки существования схоластического мировоззрения, а особенно подавляющего действия теологической парадигмы на развитие естественнонаучных знаний могут быть значительно сдвинуты. Определяется это скоростью формирования новых общественных отношений, в данном случае феодальных, их прочностью, глубиной разрушения хозяйственных и культурных связей, уровнем разобщения и изоляции натуральных феодальных хозяйств. Для азиатских стран он сдвигается на значительный промежуток времени вперед, поэтому во времена «зрелого Средневековья» в Европе в арабоязычных странах познание природы успешно опережает европейский уровень из-за менее жесткого давления религиозной философии на процесс приобретения знаний.

В Европе по мере развития феодальных отношений наблюдается упадок городской культуры, утрата многих ремесел, выхолащивание натурфилософских учений и установление безраздельного господства церковной идеологии. Если для человека античного периода природа – это действительность, то для человека Средневековья – это лишь символ божества. Средневековые воззрения на природу хорошо выражены в словах ведущего философа-теолога (Италия) **Фомы Аквинского** (1225–1274): *«Созерцание творения должно иметь целью не удовлетворение суетной и проходящей жажды знаний, но приближение к бессмертному и вечному».*

Наиболее фундаментальными источниками сведений о биологических знаниях Средневековья являются многотомные сочинения **Альберта Великого** (фон Больштедт, 1206–1290), немецкого философа-схоласта, профессора теологии. В энциклопедии Альберта Вели-

кого есть специальные разделы, посвященные растениям и животным («О растениях»; «О животных»). Детальные описания известных в то время представителей животного и растительного миров в основном позаимствованы Альбертом Великим у древних греков, в частности, у Аристотеля. Использует он также и труды Плиния Старшего. Развивая учение о функциях отдельных частей растений (ствол, ветви, корни, листья, плоды), Альберт Великий пытался найти их функциональное подобие органам животных. Список известных растений приводился в его трудах в алфавитном порядке. Из новых сведений можно отметить хорошее описание масличных культур и ядовитых растений, поскольку уже было налажено производство растительных масел и широко использовались яды, как в медицине, так и в преступной деятельности. Описаны факты по получению новых сортов культурных растений, хотя признавалась фантастическая изменчивость – один вид мог под воздействием среды превратиться в другой: пшеница – в ячмень, дубовые ветви – в виноградные лозы. Сведения о животных также даются в описательной форме со ссылками на Аристотеля, Плиния, Галена. Физиология сводится к описанию поведения и нравов животных, с приданием различным животным черт человеческого характера: ума, хитрости, осторожности, глупости и т.п.

Во многом сходные сведения о природе содержит труд *Венсана де Бове* (доминиканский монах, 1190–1264) «Зеркало природы»; лишь рыбы и птицы у него описаны более подробно, чем у Альберта Великого. Описания де Бове часто практически более значимы, чем у Альберта Великого, специально особое внимание уделяется пчелам. Несколько книг посвящено психологии, анатомии и физиологии. В них подробно описано строение человеческого тела, составленное по данным античных и частично арабских авторов. Однако, по мнению, Венсана (Винцента) де Бове «природа – это книга, написанная перстом Божиим», а растения и животные лишь символы, выражающие идею творца. В этом плане представляет интерес и показывает нам воззрения средневековых философов на природу трактат другого доминиканского монаха *Иоанна де Санто Джеминиано* из Сиены

(первая четверть XIV века) «О поучениях и сходствах вещей». Растения и животные в этом трактате располагаются не по алфавиту, не по объекту природы, а по символам, которыми они служили (агнец и единорог, виноградная лоза – символы Христа; голубь – символ Святого Духа; дракон, змей и медведь – символы дьявола; лилия – невинность; кедр – стойкость и т.п.).

В основу средневековой химии легли представления древнегреческих натурфилософов об основных элементах: воде, земле, огне, воздухе. Помимо практической «химии» – ремесел, которые базировались на традиционных надежных рецептах, передаваемых из поколения в поколение, таких как: крашение, виноделие, выплавка металлов, производство кирпичей и стекла, в Средневековье начала складываться *алхимия* – род занятий средневековых аптекарей. Теоретическую основу алхимической «науки» составляло учение Аристотеля об элементах, а также практический опыт александрийских и арабских алхимиков. В то время, когда химические ремесла были направлены на удовлетворение конкретных потребностей человека, алхимия спекулировала на жадности феодалов к золоту, что побуждало фанатиков к поиску «философского камня». В то же время изготовление красителей, производство стекла, обработка кожи и другие производства требовали конкретных знаний, и они приобретались благодаря усилиям некоторых алхимиков наряду с бесплодными попытками получить золото с помощью «философского камня».

Согласно учению Аристотеля, все вещества состоят из элементов, а первома́терия обладает четырьмя основными свойствами: холодом, теплом, сухостью и влажностью. При сочетании этих свойств попарно образуются элементы: «огонь» – сухой и теплый; «земля» – сухая и холодная; «воздух» – теплый и влажный; «вода» – холодная и влажная. В соответствии с представлениями Аристотеля о присущей первома́терии противоположности свойств, переход одних веществ в другие обусловлен стремлением к некоему «выравниванию» свойств различных элементов. Отсюда попытки применить на деле положения

Аристотеля о превращении одних веществ в другие: получить золото и серебро из ртути, свинца и других металлов.

В VIII веке арабские алхимики предположили, что металлы могут получаться другим путем, уже после непосредственного соединения четырех элементов Аристотеля. Вначале образуется «сера» из «огня» и «воздуха» и «ртуть» из «воды» и «земли», а затем из них получают различные другие металлы. Эта точка зрения получила широкое распространение благодаря трудам арабского алхимика *Гебера (Джабира)* (VIII–IX века) и служила отправной точкой для попыток получить золото из серы и ртути.

Алхимики работали не только с минеральными объектами, но использовали также растительное и животное сырье, а лечебное действие трав и минеральных веществ становилось предметом специального интереса странствующих монахов позднего Средневековья. Изучая процессы гниения, брожения, алхимики знакомились с химическим составом растительного и животного материала.

Давление религиозного мировоззрения сказывалось менее сильно в арабском мире, поэтому мы имеем прекрасные труды, оказавшие большое влияние на развитие медицины и рациональное понимание природы, написанные *Абу Али Ибн-Синой (Авиценна, 980–1037)* и *Ибн-Рошда (Аверроэс, 1126–1198)*. «Канон медицины» и «Книга исцелений» Авиценны содержат сведения медицинского характера, а также сведения по ботанике, зоологии и геологии. Субстратом любых жизненных и психических явлений Ибн-Сина считал пневму – летучую субстанцию, носителя и телесных, и душевных сил. Авиценна допускал смертность души. Ибн-Рошд боготворил Аристотеля, защищал его учение от искажений теологов. Он считал, что природа возникла и развивается закономерно, без вмешательства разумного начала, на основе процессов разрушения и зарождения. Аверроэс учил, что душа – функция материи, она умирает вместе с телом.

Практические потребности пробуждают повышенный интерес к природе в зрелом Средневековье, и продвижение вперед осуществляется в напряженной борьбе между рациональным взглядом на явления

природы и символично-мистическим восприятием мира. В эпоху распространения в Западной Европе в значительной степени искаженных в интересах богословия учений Аристотеля и Платона, центральным в схоластике становится спор между *номиналистами и реалистами*. Реализм зрелого Средневековья признавал подлинное существование универсалий; номиналисты считали, что сущность вещей выражают только индивиды, универсалии же являются словесным обозначением этой сущности. В номинализме просматривается начало рационального воззрения на явления природы. Спор между номиналистами и реалистами нашел отражение в естественнонаучных трактатах средневековых авторов, нередко приобретая драматическую форму. Так, выдающийся мыслитель XIII века англичанин *Роджер Бэкон* резко высказывался против схоластики, догматизма, обличал невежество духовенства и феодальной знати. В своем главном произведении «Opus Majus» он утверждал, что не теологические авторитеты, а наблюдения и опыт являются надежными источниками знаний о природе. Ценность науки – в практической пользе, которую она может принести, и от ее развития «зависит благосостояние всего мира». Церковь не могла простить таких заявлений, Р. Бэкон был лишен кафедры в Оксфорде и брошен в монастырскую тюрьму, откуда вышел дряхлым, больным стариком накануне смерти.

Представления о животных и растениях в то время значительно расширяли поэтические описания путешественников. Так, византийский поэт *Мануил Фил* (XIII–XIV вв.), побывав в Персии, Аравии и Индии, написал три стихотворных сочинения: «О свойствах животных»; «Краткое описание слона» и «О растениях», имевших большое познавательное значение и отражавших уровень зоологических знаний XIV века.

Господство феодальных отношений, порождавших раздробленность и изоляцию и приведших к потере многих достижений античного периода, сильно сдерживали накопление сведений о реальной природе, но не могли его остановить. Практические потребности человечества способствовали все более нарастающей необходимости знаний

для производства, медицины, земледелия, скотоводства, различных ремесел. После тысячелетнего «пробуксовывания» человечества начинается рост городов, ремесленного производства, культуры и, наконец, появляются настоящие науки, положения которых основаны не на символично-мистическом восприятии мира, а на наблюдении и опыте.

Глава 2. Попытки объяснения накопленных знаний. Эпоха Возрождения

Развитие товарных отношений способствовало формированию капитализма, что вело к более быстрому росту производительных сил, требовало получения новых и истинных знаний о явлениях природы. Период ломки феодальных отношений и переход на капиталистические в различных странах происходил в различный временной промежуток и отличался определенным своеобразием. Наиболее рано эпоха Возрождения начинается в Италии, но затем она замедляется, и Англия, Франция и Голландия опережают Италию по темпам развития капитализма. В сильно раздробленной феодальной Германии вплоть до XIX века капиталистические отношения остаются слабо развитыми, еще в большей степени отстает Россия.

Эпоха Возрождения – это эпоха огромного культурного подъема, характеризующаяся бурным развитием науки, философии, искусства, хотя в начале этого периода (XIV–XVI вв.) происходит возврат к утраченным ценностям античного периода. Ломка канонов схоластического, догматического мышления начинается с возрождения философских учений Аристотеля и Платона в первоначальном, не искаженном теологическими универсалиями, виде. В крупных городах появляются университеты, с развитием книгопечатанья формируются обширные библиотеки, в ряде стран складываются научные сообщества – Академии наук. В 1660 г. организуется и в 1662 г. официально открывается Лондонское Королевское общество – Английская Академия наук; в 1666 г. – Парижская; в 1700 г. – Берлинская; 1724 г. – Петербургская и т.д. Появляются научные труды академий, что приводит к огромному росту числа естественнонаучных сочинений и служит основанием для констатации факта формирования естественных наук как таковых.

Жизнь, практика, производство ставили перед развивающимися естественными науками все новые и новые задачи. Так, для того, чтобы изучить состав руды и совершенствовать способы выплавки из нее

металлов, нужно было разработать аналитические методы очистки и обогащения руд и металлургические процессы. Медицина требовала новых лекарственных веществ и изучения их свойств. С решения этих вопросов и началось формирование химии, как отдельной области человеческого познания. Оно тесно связано по крайней мере с двумя именами: *Георг Агрикола* (1494–1555) и *Теофраст Парацельс* (1493–1541).

Георг Агрикола – врач и естествоиспытатель – является основоположником научной минералогии, а также первым разработчиком технологии добычи полезных ископаемых из руд в металлургии. Его труды стали первыми научными химическими трактатами, они отличались от алхимических отсутствием домыслов, безусловной практической направленностью.

Теофраст Парацельс был родом из Швейцарии, изучал медицину в Германии, Франции, Италии. В 1515 году 22-летний юноша получает во Флоренции степень доктора медицины, затем совершает путешествия по разным странам в поисках новых знаний, осуществляя при этом успешную медицинскую практику. Подобно алхимикам, Парацельс исходил из представления, что все вещества состоят из элементов, способных соединяться друг с другом. При разложении веществ элементы разъединяются. Но, в отличие от алхимиков, Парацельс подчеркнул вещественный характер трех начал: «серы» – начала горючести; «ртути» – начала летучести; «соли» – начала огнестойкости. Таким образом он рассматривал состав всех тел, включая человека.

Первоначальной задачей химии Парацельс считал поиск веществ, которые могут быть использованы как лекарственные средства, так как главной причиной болезней он полагал нарушение химических процессов в организме из-за нехватки тех или иных соединений. Данное направление получило название *иатрохимии*. С целью поиска новых лекарственных веществ Парацельс проверял действие на больных людей соединений меди, свинца, ртути, сурьмы, мышьяка. Прославился Парацельс в результате эффективного лечения си-

филиса солями ртути. Бледная спирохета действительно гибла под действием солей ртути, а человек в зависимости от состояния либо поправлялся от ртутного отравления, либо умирал, но он мог умереть и от сифилиса. Метод лечения сифилиса почти по Парацельсу, солями ртути, в частности, сулемой, просуществовал вплоть до открытия антибиотиков.

Обосновать новые материалистические принципы познания природы попытался английский философ XVI века **Френсис Бэкон**. «Целью нашего общества является познание причин и скрытых сил всех вещей и расширение власти человека над природой, покуда все не станет для него возможным», – писал Ф.Бэкон. Согласно Ф.Бэкону, не слепое преклонение перед авторитетами, а изучение самой природы с помощью наблюдения, сравнения, анализа, индукции и эксперимента должно лечь в основу познания.

Большое влияние на развитие естествознания имели работы и взгляды **Галилео Галилея**, который сделал выдающиеся открытия в области механики, астрономии и обосновал важнейшие принципы механики. Основываясь на принципах механики, французский философ **Рене Декарт** в XVII веке создает учение о строении мироздания. Согласно этому учению, природа – это огромный механизм, а все тела, ее составляющие, все качества этих тел сводятся к чисто количественным различиям. Однако, Декарт отрывал материю от мышления, считая мышление особой субстанцией. Признавал бессмертие души, а также существование Бога как высшей, третьей субстанции (кроме материи и мышления).

Учение Р.Декарта оказало существенное влияние на развитие представлений о живой природе. Однако уже современники Декарта относились к идеалистической метафизике его философии критически. Так, **Спиноза** – голландский философ-материалист и атеист, находившейся под сильным влиянием Декарта, все же считал природу вечной и бесконечной, подчиняющейся во всем строгой необходимости. Спиноза признавал материальность мышления и решительно отвергал дуализм Декарта.

Собственную философскую систему, центральном звеном которой стало учение о «монадах», построил выдающийся философ, математик и натуралист **Готфрид Лейбниц** (1646–1769). Под «монадами» Лейбниц понимал абсолютно простые, неделимые духовные субстанции, составляющие «элементы вещей». На развитие естествознания существенное влияние оказало учение Лейбница о *континууме* – признание абсолютной непрерывности явлений. «Природа не делает скачков» – известное выражение Лейбница – превратилось в афоризм. Особое значение имела «лестница существ», созданная Лейбницем с применением принципа непрерывности явлений природы. Согласно Лейбницу, живые существа выстраиваются в единый, непрерывный ряд, если отыскать промежуточные формы. Лестница существ Лейбница оказала значительное влияние на взгляды Ж.Б.Ламарка при создании им эволюционной теории.

Развитие биологических и химических наук в начальный период Возрождения (XVI-XVII века)

В области изучения растений предпринимаются попытки классификации растений. Главные задачи: описать растительный покров, выделить главные формы растений, классифицировать по определенным, легко распознаваемым признакам.

Ученых, занимающихся этими проблемами, с большим основанием можно назвать основоположниками ботанических наук.

Иероним Бок (1498–1554) – немецкий ботаник, описал 567 видов растений, объединив сходные в группы, которые сейчас во многом соответствуют семействам губоцветных, сложноцветных, крестоцветных, лилейных. Классификация получилась столь удачной, потому что Бок группировал растения по общему сходству.

Карл Клузиус (1525–1609) – нидерландский ботаник, описал флору Восточной Европы, Пиренейского полуострова, Индии, Передней Азии. Однако предложенная им классификация была абсолютно искусственной, поскольку опиралась то на потребности человека, то на

разделение по жизненным формам, то на какие-то характерные признаки, присущие многим несходным по другим признакам растениям. Он делил растения на: 1) деревья, кусты, полукустарники; 2) луковичные растения; 3) хорошо пахнущие растения; 4) непахнущие растения; 5) ядовитые растения; 6) папоротники, злаки, зонтичные.

Маттиас Лобелий (1538–1616) – фламандский ботаник, пытался классифицировать растения, главным образом, по форме листьев. Успехом такой классификации можно считать только выделение злаков и сближение их с лилейными.

Значительный успех в развитии ботаники в конце XVI – начале XVII века связан с именем швейцарского ученого **Каспара Баугина** (1560–1624). Баугин изучил и описал около 6000 видов растений. Многим дал двойные, тройные и даже четырехчленные названия. Объединение в группы Баугин проводил по принципу общего сходства. Все растения он подразделил на 12 «книг», каждая «книга» делилась на секции, секции на роды, роды – на виды. За счет использования принципа общего сходства растений по многим признакам, ряд секций вполне соответствуют современным семействам.

Накопление фактического материала настоятельно требовало углубления приемов систематики и их унификацию. Ученые пытаются найти признаки, которые могли бы стать основой в подразделении растений на группы. Определенную роль в этом отношении сыграли работы итальянского ботаника **Андреа Чезальпино** (1519–1603). Чезальпино пытается установить исходные принципы классификации растений, считает, что семена олицетворяют собой «жизненный принцип» растения, поэтому необходимо обращать наибольшее внимание на строение цветов, семян и плодов. Несмотря на в целом правильный подход к систематике цветковых, Чезальпино представляет совершенно искусственную классификацию, в которой даже смешивает однодольные и двудольные растения, тогда как Баугин точно их разделяет. По ряду признаков А.Чезальпино выделяет растения семенные и бессеменные (водоросли, мхи, папоротники). Каждый орган растения он рассматривал с учетом числа, формы и места положения

на растениях. Все растения Чезальпино разделял на отделы, роды и виды. Созданные им принципы систематики во многом предвосхитили работы К. Линнея.

Развитие зоологии XV–XVI веков значительно отстает от ботаники, работ по классификации мало. В основном ведется «первичная инвентаризация» имеющихся сведений о животных.

Стоит отметить работы швейцарского натуралиста *Конрада Геснера* (1516–1565). Он является автором 5-томной «Истории животных», которая содержит описание всех известных в это время форм животных в алфавитном порядке! Эта инвентаризация становится характерной чертой зоологии данной временной эпохи, главная задача – составление зоологической сводки. Подобных работ проводится довольно много, но есть и более глубокие исследования. Примером может служить труд *Эдварда Уоттона* (1492–1555) (английский натуралист) «О различиях животных» (1552). Уоттон дает описание большого количества как высших, так и низших животных, но придерживается классификации, предложенной еще Аристотелем.

Освоение нового обширного материала по зоологии и ботанике требовало углубления знаний о строении животных и растений. Дополнительным стимулом изучения строения животных становится практическая медицина. Наряду с накоплением анатомических сведений идет постепенное изучение функций отдельных органов, что приводит к формированию физиологических направлений, как в зоологии, так и в ботанике. Однако вивисекции еще строжайше запрещены, давление религиозных клерикальных кругов остается весьма значительным, и анатомия, и физиология человека находятся в зачаточном состоянии.

Многие важные исследования в области анатомии человека сделаны *Леонардо да Винчи* (1452–1519). Он проводил вскрытие трупов, делал вивисекции, создавал замечательные анатомические рисунки, но делал это тайно. Поэтому работы Леонардо да Винчи не стали известны ученым того времени и, к сожалению, не оказали никакого влияния на развитие анатомии человека. Они были найдены только

через 400 лет после смерти Л. да Винчи, когда все уже имело только историческую ценность. Однако его почти современник и соотечественник – *Андреас Везалий* (1514–1564) – профессор Падуанского университета, не боялся гнева святой инквизиции и, проводя вскрытия, публиковал полученные сведения. А. Везалий выпустил «Семь книг о строении человеческого тела» (1543). Он разработал множество методов препарирования, делал неплохие зарисовки, значительно усовершенствовал анатомическую терминологию. В его труде блестяще представлена топографическая и описательная анатомия человека. Он установил, что левый и правый желудочки сердца человека не сообщаются между собой, что положило конец ошибочным представлениям Галена, продержавшимся столько столетий. С именами итальянских физиологов XVI века *Мигеля Сервета* и *Ренальдо Колombo* (сожжены, 1553) связаны первые близкие к истинным описания легочного кровообращения и функции легких. Эти работы опередили время и не были поняты современниками.

Таким образом, XV–XVI века характеризовались малыми темпами развития естествознания, что обуславливалось еще господствующей теологической парадигмой, недостаточностью развития методов исследования сложно устроенных живых систем. Лишь постепенно наблюдается накопление сведений о живой природе, основанных на непосредственном наблюдении и изучении ее явлений. Темпы развития понемногу нарастают, что определяется растущими насущными потребностями человеческого общества: разнообразием ремесел, проблемами земледелия и скотоводства, вопросами медицины.

С наступлением нового, XVII века можно уже связать появление химии как науки, хотя еще велико преклонение перед авторитетами средневековых алхимиков, ориентированных на учение Аристотеля о 4-х элементах, на работы Парацельса по иатрохимии. Однако потребности медицины, в частности фармакологии, породили целую плеяду выдающихся химиков-экспериментаторов, выросших на базе совершенствования аптекарского искусства. Одной из самых крупных фигур химиков-аптекарей несомненно являлся немец *Иоганн Рудольф*

Глаубер (1604–1668). Глаубер отличался просто выдающимися способностями к проведению химического эксперимента. Он получил концентрированные азотную и серную кислоты (следует упомянуть, что в то время они так не назывались. К примеру, серная называлась купоросной и т.п.). Убедился, что азотная растворяет многие металлы. Затем получил соляную кислоту и соли многих металлов. Наиболее известна глауберова соль – сульфат натрия, которую он тут же использовал в качестве слабительного средства, ведь он был аптекарь. Из угля с добавлением соляной кислоты при нагревании Глаубер получил карболовую кислоту (фенол) и тоже использовал для лечения. Лаборатория Глаубера представляла собой прообраз современных химических заводов без вентиляции. Кроме аптекарства Глаубер успешно занимался виноделием, впервые выделил в чистом виде винный спирт, уксусную кислоту. Разработал способы получения алкалоидов из растений и их применения для лечения. Освоил стекловарение и научился получать цветные стекла. За свою короткую жизнь Глаубер выполнил такое количество экспериментов и получил такое количество новых соединений, что их с успехом хватило бы не на один десяток жизней ученых. Практически со всей Европы стекались к этому великому экспериментатору аптекари-химики за химическими соединениями, словно эта лаборатория была магазином химических реактивов.

Но не только экспериментаторами стал богат этот век, в этот век появляются уже ученые, пытающиеся дать теоретическое объяснение результатам проведенных химических экспериментов, и даже формулирующие первые замеченные закономерности в химических процессах. Одним из таких ученых был **Роберт Бойль** (1627–1691). Выходец из аристократической ирландской семьи, Р.Бойль получил блестящее и разностороннее образование: изучал естествознание, медицину, древние языки. Если Глаубер и другие химики-аптекари преклонялись перед авторитетом Парацельса, то на Бойля сильное впечатление произвели воззрения Ф.Бекона о признании опыта как критерия истины. Бойль был твердо уверен, что справедливы лишь те

теоретические представления, которые подтверждаются наблюдениями и опытом. А значит, учение о «четырех элементах и трех началах» Аристотеля–Парацельса может быть подвергнуто сомнению. В 1661 году Р.Бойль публикует анонимно свою основную работу по химии – «Химик-скептик», где категорически выступает против учения Аристотеля–Парацельса. По его мнению, элементом можно считать вещество, которое не имеет составных частей и не может быть разложено. Как экспериментатор Бойль разрабатывает новые методы очистки веществ, обнаруживает свойство лакмуса изменять свой цвет в растворах кислот и щелочей. Применяя лакмус, Бойль делит соли на кислые и щелочные. Р.Бойля по праву можно считать основоположником аналитической химии.

В 1662 году Р.Бойль заинтересовался проблемами физических свойств газов, решив повторить наблюдения Э.Торричелли. Изучая физические свойства газовых смесей, Бойль открывает закономерность, что при постоянной температуре объем газа обратно пропорционален давлению:

$$P \cdot V = \text{const.}$$

В 1676 году независимо эту же закономерность устанавливает французский ученый *Мариотт* и закон получает название закона Бойля–Мариотта, хотя Бойль открыл его на 14 лет раньше.

Вместе с другими естествоиспытателями Бойль стал организатором «Невидимой коллегии», которая, будучи сначала тайной, в дальнейшем была преобразована в Королевское общество – Английскую Академию наук. Теоретические и экспериментальные работы Р.Бойля оказали решающее влияние на развитие химии как науки. Кроме того, Бойлем был выполнен ряд экспериментов по физиологии растений: проращивая семена тыквы, он стал сторонником водной теории питания растений.

На рубеже XVII и XVIII веков можно назвать имя еще одного ученого, ошибка которого сначала способствовала развитию химии, а затем долгое время тормозила. Это *Георг Эрнст Шталь* (1659–1734) – немецкий врач, основоположник анимизма, учения, согласно кото-

рому жизненные процессы не могут быть объяснены только на основании представлений о химико-механистических реакциях, без учета содействия «разумной души». Шталь вошел в историю химии как основатель теории флогистона (от греческого *φλογιστος* – воспламеняющийся). Согласно этой теории, все горючие тела, а также металлы содержат флогистон, который при обжиге теряется. Металлы при этом превращаются в окалины, а все тела – в «известии». Если эти «дефлогистированные» субстанции прокалить с углем (почти чистый флогистон), то они соединятся с ним и снова станут металлами или горячими телами. Флогистон может распространяться в воздух при горении, отсюда поступать в растения и от них при питании переходить в животных. В живых организмах, согласно Шталю, флогистон участвует в процессах брожения и дыхания. Положительным в этой теории было то, что она стала первой попыткой объяснения процессов горения с точки зрения окислительно-восстановительных реакций, а также понимания взаимосвязи между горением, брожением и дыханием. Для объяснения того, что масса окалин металлов выше, чем самих металлов, Шталь утверждал, что масса флогистона отрицательная.

Несмотря на ошибочность теории флогистона, она нашла поддержку у многих ученых, поскольку объясняла сущность процесса горения, которая была совершенно неизвестна. Хотя стоит отметить, что на ошибочность теории флогистона указывали ученые-современники Шталя, в частности, М.В. Ломоносов.

В самом начале XVII века появляются микроскопы. Изобретение микроскопа обычно приписывают голландцам *Янсенам* – отцу и сыну. Однако, скорее всего микроскоп впервые был сконструирован *Галилеем* или физиком *Дреббелем*. Кем бы ни был сконструирован микроскоп, он стал мощным инструментом в руках естествоиспытателей, способствовал углублению и конкретизации анатомических и физиологических представлений о живых организмах, позволил открыть микроорганизмы, невидимые невооруженным глазом человека.

Большое значение для развития ботаники и систематики растений в XVII веке, имели работы немецкого натуралиста и философа **Иоахима Юнга** (1587–1657) – основателя научной морфологии растений. Он предложил выделить комплекс диагностических признаков, касающихся растения в целом и его «внутренней сущности», учитывая «гомологию» органов. И. Юнг подробно описывает различные формы стебля, ветве- и листорасположения, многообразие листовых пластинок и соцветий. Юнг значительно совершенствует терминологию морфологии растений. Английский натуралист **Джон Рей** (1628–1705) описывает множество растений, опираясь на терминологию Юнга. В 1672 году он публикует «Историю растений», где подразделяет весь растительный мир на 31 группу, некоторые из групп близки к естественным. Систематика Рея содержит четко выделенные таксономические группы: классы, роды, виды. Дж. Рей располагает свои «классы» в виде восходящего ряда в порядке усложнения организации. Хотя предложенное расположение было еще весьма несовершенным, в нем можно усмотреть зачатки того плодотворного подхода, который получил затем развитие в трудах **А. Жюссье** и **Ж.Б. Ламарка**. В качестве признаков классификации Дж. Рей использовал строение плодов, цветов и их расположение, форму и строение листьев, особенности корневой системы. Англичанин **Роберт Гук** (1635–1703) одним из первых дает описание тонкой структурной организации растений, анатомического строения некоторых тканей, замечает наличие клеток. Хотя это и были мертвые клетки пробки, хорошо заметные из-за толстой, пропитанной лигнином клеточной стенки, но данное открытие имело огромное значение для понимания микроорганизации живых систем. Еще более тщательные исследования проводит и публикует их результаты в виде подробных и точных рисунков великий итальянский микроскопист **Марчелло Мальпиги** (1628–1694). Выдающийся талант Мальпиги позволяет его современникам и всем потомкам узнать детальное строение тканей стебля: коры, древесины, сердцевины. Пишет Мальпиги и о «пузырьках», «мешочках» – так он называет растительные клетки, но в науке остается термин, предложенный Р.Гуком, хотя он совсем не от-

ражает сущности наименьшей структурно-функциональной единицы живого. Мальпиги обнаруживает сосудисто-волокнистые пучки, подробно изучает органы размножения растений, делает еще массу потрясающих открытий, которых мы коснемся ниже.

Развитие ботаники и особенно анатомии растений создавало предпосылки для зарождения науки о жизненных процессах, протекающих в растениях, – физиологии растений. Важную роль в ее появлении сыграло распространение в XVII веке экспериментальных методов, использование физических и химических методов для объяснения различных явлений в жизни растений. Первые попытки научного толкования вопроса о почвенном питании растений принадлежат французскому ремесленнику *Б.Полисси*. В 1563 году он объяснил плодородие почв наличием в них солевых веществ.

В 1600 году голландский естествоиспытатель *Ян ван Гельмонт* (1577–1644) провел опыт, который принято считать первым физиологическим исследованием. Выращивая ивовую ветвь в сосуде с почвой в течение 5 лет, он отметил, что вес почвы не изменился, хотя ветка стала маленьким деревцем. На основании этого опыта Гельмонт сделал вывод о том, что своим ростом растение обязано не почве, а воде. Как указывалось выше, в 1661 году Р.Бойль пришел к тем же выводам, проведя опыты с проращиванием семян тыквы. Важное наблюдение сделал М.Мальпиги, также описывая развитие семян тыквы. Он предположил, что именно в листьях, подвергающихся действию солнечного света, должна происходить переработка доставляемого корнями «сырого сока» в пригодный для растений «питательный сок». Именно Мальпиги установил наличие в растениях восходящих и нисходящих токов и их непосредственную связь с процессом питания растений.

Ученые также интенсивно изучают вопросы полового размножения растений. Английский ботаник *Н. Грю* (1641–1712) описал тычинки, пыльцевые зерна, пестики, семязачки, семена растений и высказал мнение, что тычинки и пестики имеют отношение к зарождению семян. Ясные и полные экспериментальные доказательства нали-

чия пола у растений были приведены немецким ученым **Р.Камерариусом** (1665–1721). Проведя множество опытов, он показал, что пыльники являются местом образования мужского семени, а завязь соответствует женским половым органам.

В XVII веке появляются работы по классификации животных. Среди них следует отметить исследования **Дж. Рея**, который делил животных (почти как Аристотель) на кровеносных и бескровных. Кровеносных Дж. Рей в свою очередь подразделяет на легочнодышащих и жабернодышащих. Среди легочнодышащих он различал живородящих и яйцекладущих. Беспозвоночных (бескровных) Дж.Рей делил на мягкотелых, ракообразных, черепнокожих и насекомых. Подразделял он животных и на более мелкие таксономические единицы, учитывая различные особенности строения.

Вопрос о движении крови у млекопитающих и человека, в частности, оставался неясным, общепринятыми были еще воззрения Галена, содержащие множество ошибок. Правильное понимание процесса кровообращения связано с именем знаменитого английского физиолога **Вильяма Гарвея** (1578–1657). В 1628 году Гарвей выпустил труд «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных». Гарвей установил, что сердце является центром системы кровообращения, его сокращения движут кровь по сосудам. Далее он полагал, что кровь переходит в полости тела, а затем снова собирается в вены. Точку в этом вопросе поставил гениальный наблюдатель М.Мальпиги, который обнаружил капилляры и указал на связь артерий и вен через капилляры. Кроме того, Мальпиги тщательно изучил и подробно описал микроскопическое строение печени, легких, почек. Коснулся его пытливый взор и анатомии беспозвоночных, где он обнаружил органы выделения, по настоящее время носящие название «мальпигиевы сосуды».

Под впечатлением работы Гарвея **Рене Декарт** (1596–1650), французский философ и естествоиспытатель, выдвигает идею о том, что процессы в нервной системе, центром которой является головной мозг, совершаются автоматически и не нуждаются в участии души.

Воззрения о механическом устройстве живых организмов, в котором есть место «насосам», «рычагам», быстро завоевывало умы естествоиспытателей XVII века, что привело к появлению *иатромеханики*, направления ученых, пытавшихся объяснить и свести сложные законы жизнедеятельности к простым законам механики. Из представителей этого направления следует отметить работы ученика Галилея *Джованни Борелли* (1608–1679). В 1671 году он публикует работу «О движении животных», где описывает механику хождения, бега, плавания, прыганья, полета и дыхательных движений. Наряду с иатромеханическим развивается и иатрохимическое направление, основы которого были заложены еще Парацельсом в XV веке. К этому направлению относятся труды французского врача и химика *Франциско Боэ* (Сильвий, латинизированное имя Боэ (1614–1672), пытавшегося в XVII веке создать химические представления о процессах пищеварения.

Совершенствование техники микроскопирования способствовало развитию гистологии и привело к открытию мира простейших и бактерий. Наряду с выдающимся микроскопистом М. Мальпиги, XVII век и начало XVIII века – это время непревзойденного современниками и ближайшими потомками шлифовальщика линз, голландского мануфактурщика *Антони ван Левенгука* (1632–1723). Он не был даже натуралистом, имел собственную мануфактурную торговлю. Однако у Левенгука было странное хобби, по поводу которого его считали немного «не в себе». Забывая о семье и друзьях, Антони Левенгук просиживал целые ночи напролет в своей странной лаборатории, вытачивая мельчайшие симметричные линзы, а затем наводя их на все, что под руку попадет. Рассматривая бычьи глаза, он восторгался тонким строением хрусталика, изучал микроскопическое устройство зубов, волос, нервов, крови. Он первым увидел и описал сперматозоиды, эритроциты. А однажды, направив свои линзы на каплю дождевой воды, он увидел своих замечательных «зверюшек», впервые открыв мир простейших и бактерий для человечества. Свои наблюдения он направлял в адрес Английского Королевского Общества, они

обычно начинались так: «Перечень некоторых наблюдений, сделанных с помощью микроскопа, изобретенного мистером Левенгуком...» и т.д. А.Левенгук не терпел учеников, никому не передавал секретов своего мастерства, поэтому никому из его современников не удавалось увидеть так много подробностей из жизни его любимых «зверюшек», он же описывал не только их форму, но и способы движения и даже размножения.

Однако не у него, а у сотрудника Гарвея, *Дж.Энта* впервые мы встречаем мысль о том, что инфекционные заболевания могут вызываться этими мельчайшими организмами. Микроскопическое изучение простейших, кроме Левенгука, проводил его современник и соотечественник, голландский ученый *Ян Сваммердам* (1637–1680), но наибольших успехов он добился в изучении метаморфоза насекомых, строения нервной системы и других структур беспозвоночных. Его монографический труд был напечатан спустя 50 лет после смерти ученого. Важное наблюдение делает также еще один голландец *Ренье де Грааф* (1641–1673). Он установил, что в женской половой системе также образуются яйцеклетки. Хотя за яйцеклетки Грааф принял фолликулы, которые получили название «Граафовы пузырьки», это открытие имело огромное значение для понимания процессов размножения млекопитающих и, в частности, человека.

Интерес к эмбриологии животных получил свое развитие еще в XVI веке. Очень интересные рисунки зародышей выполнены были Леонардо да Винчи. Итальянский ученый *Джероломо Фабриций* (1537–1619) изучал развитие зародышей человека и разных животных: кролика, морской свинки, мыши, собаки, кошки, овцы, свиньи, лошади, коровы – и сравнивал зародышевое развитие животных между собой. Небольшой трактат по наблюдению за развитием зародышей был выпущен Р.Декартом (1648), где он описывал последовательность и способы образования некоторых органов. Важной вехой в истории эмбриологии была книга В. Гарвея «О зарождении животных» (1651). Гарвей писал о новообразовании органов в процессе зародышевого развития, критиковал ученых, сторонников самозарож-

дения живого из неживого, утверждая, что «все живое из яйца». Утверждение в последствии превратилось в афоризм. Интересные опыты, свидетельствующие против возможности самозарождения мух в гнилом мясе, выполнил в 1668 году итальянский врач и естествоиспытатель **Франческо Реди** (1626–1697). Он накрывал сосуд с гниющим мясом кисеей, и в нем не наблюдалось появление личинок мух, тогда как в открытом сосуде их было множество. Реди делает вывод: личинки мух развиваются только из яиц, отложенных в мясо мухами. Однако эмбриология находится еще в зачаточном состоянии, эти блестящие опыты почти не привлекают внимания ученых.

Развитие биологических и химических наук в XVIII веке

В XVIII веке прежде всего продолжается становление химии как науки. Если в первой половине еще господствует «теория флогистона», то во второй половине работы выдающихся химиков-экспериментаторов XVIII века приводят к ее неизбежному краху и открытию количественных законов в химии. В XVIII веке развитие химии связано с именами таких великих ученых, как М.В.Ломоносов, К.В.Шееле, Дж.Пристли, Г.Кавендиш, А.Л.Лавуазье, Ж.Л.Пруст, К.Л.Бертолли и других.

Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765) писал в 1752 году «Изучение химии имеет двоякую цель: одна – усовершенствование естественных наук, другая – умножение жизненных благ». Как замечательно Ломоносов предугадал роль химии! Действительно, без знаний химии невозможно в полной мере понять ни физических, ни биологических процессов, а уж как преобразила химия быт человечества: и моющие средства, и строительные материалы, и упаковка, и ткани, и многое другое!

В России до середины XVIII века не было научного учреждения, где можно было бы заниматься экспериментальными химическими исследованиями. Ломоносову с большим трудом удается добиться постройки химической лаборатории при Петербургской АН и то только потому, что он обязался выполнить исследования, имеющие

для России важное практическое значение: разработать метод получения цветных стекол и рецептуру для изготовления русского фарфора. Обе задачи М.В. Ломоносов с честью решил: получил цветные стекла для мозаики и положил начало развитию русской фарфоровой промышленности, не уступающей немецкой. Благодаря решению практических задач Ломоносов имел возможность для проведения экспериментов, решающих теоретические, фундаментальные задачи в области физической химии. Ломоносов расширил воззрения на природу тепла и холода, на процессы горения и сформулировал *закон сохранения массы веществ*. Причиной изменения температуры тел Ломоносов считал изменение скорости движения молекул, их составляющих, тогда как среди ученых того времени бытовало представление о «теплороде» как особом виде материи. Таким образом, М.В. Ломоносов сформулировал молекулярно-кинетическую теорию природы тепла и холода и, исходя из ее положений, развил кинетическую теорию газов. Ломоносов одним из первых физико-химиков начал изучать химические процессы количественно. Он обратил внимание на то, что масса металлов увеличивается после их обжигания на воздухе, и предположил, что они соединяются с частицами воздуха, причем с одной пятой от массы воздуха. Ломоносов также сформулировал в наиболее общем виде закон сохранения материи и движения.

Всю свою недолгую жизнь М.В. Ломоносов стремился к передаче своих знаний ученикам, активно участвовал в основании в 1755 году первого в России университета в Москве, который с 1940 г. носит его имя.

Существенно способствовали становлению химии как науки выдающиеся экспериментальные исследования шведского ученого **Карла Вильгельма Шееле** (1742–1786). Он открыл многие химические элементы: кислород (за два года до Дж. Пристли), хлор, марганец, барий, молибден, ванадий. Выделил в чистом виде органические кислоты: винную, лимонную, щавелевую, молочную; получил серный ангидрид, сероводород, плавиковую и кремнефторводородную кислоты и многие другие соединения. К.Шееле показал, что железо, медь и

ртуть имеют разные степени окисления (переменную валентность), выделил глицерин, получил синильную кислоту из берлинской лазури. Открыв кислород, Шееле назвал его «огненным воздухом», но не смог отойти от теории флогистона, рассматривая кислород как антипод флогистона. В 1775 году К.Шееле, не имевший высшего образования (он был беден и не имел средств на учебу), был избран действительным членом Шведской АН, что не случилось ни до него, ни после него.

Английский физико-химик *Джозеф Пристли* (1733–1804), в отличие от Шееле, был достаточно богат и имел прекрасную лабораторию. Однако у Дж.Пристли было одно опасное увлечение: он активно участвовал в политической жизни, поддерживал французских революционеров, что сыграло в судьбе ученого роковую роль. В 1791 году его лаборатория и дом были полностью разрушены толпой реакционно настроенных англичан, а в 1794 году Пристли был вынужден покинуть Англию и уехал в Америку.

Исследования Дж.Пристли по химии газов и, особенно, открытие вслед за Шееле кислорода, подготовили почву для поражения теории флогистона и наметили новые пути развития химии. Тщательно изучая воздух, Пристли обнаружил газ, не поддерживающий горения и дыхания – углекислый, он назвал его «удушливый». Наблюдая за растениями, Пристли убедился, что они на свету поглощают «удушливый» газ и при этом выделяется газ, поддерживающий горение и дыхание – кислород. Пристли сообщил о своем открытии А.Лавуазье, который затем и поставил точку на теории флогистона, сам же Пристли так и не смог полностью оценить своего открытия.

Современник и соотечественник Дж.Пристли *Генри Кавендиш* (1731–1810) политикой не интересовался, и это не помешало ему стать одним из наиболее прогрессивных ученых конца XVIII века. Кавендиш унаследовал огромное состояние, доходы от которого почти целиком тратил на экспериментальные исследования. Основными областями научных интересов Кавендиша были химия и физика газов, он занимался также проблемами астрономии и метеорологии. В 1790

году он опубликовал труд, в котором приводит вычисление гравитационной постоянной Земли. Кавендиш разделял атомно-корпускулярные представления о строении материи и природе тепла и холода как результата движения частиц, установил количество кислорода в воздухе – 20,84%. Изучая взаимодействие металлов с разбавленной серной кислотой, наблюдал выделение водорода, назвав его «горючим воздухом». Исследуя свойства водорода, Кавендиш решил, что ему удалось наконец-то поймать неуловимый флогистон. Смешав чистый кислород и водород в отношении 1:2, Кавендиш наблюдал после громкой реакции образование капелек воды на стенках сосуда. Результат просто поразил ученого, опыт был поставлен под сомнение многими учеными, современниками Кавендиша. Не отказываясь от теории флогистона, Кавендиш объяснил горение водорода в атмосфере кислорода как реакцию соединения «дефлогистированного воздуха» с флогистоном, приводящую к образованию воды.

Исследование окисления водорода и установление продуктов его горения были эпохальными открытиями. Они увенчали работы Г.Кавендиша и вскоре послужили А.Лавуазье для экспериментального подтверждения созданной им новой кислородной теории горения.

Антуан Лоран Лавуазье (1743–1794) по настоянию отца-адвоката успешно закончил юридический факультет Сорбонны в 1763 году, но ему с юности нравились естественные науки: геология, химия. Поэтому еще будучи студентом, он посещал лекции по химии Г.Руэля – профессора химии Парижского университета. Он самостоятельно познакомился с трудами Р.Бойля, Г.Штала. В 1769 году Лавуазье, как юрист, вступил в Компанию откупов, вносящую налоги за бедные слои населения, а затем возвращающую себе деньги с большими процентами. Это позволило нажить ему большое состояние и оборудовать прекрасную химическую лабораторию, но сыграло в его судьбе роковую роль.

Самый крупный вклад Лавуазье в развитие химии XVIII века заключался в правильном понимании явлений горения. Основываясь на результатах работ К.Шееле, Дж.Пристли, М.В. Ломоносова, Лавуазье

провел многочисленные количественные исследования процессов горения и восстановления веществ. Из опытов Ломоносова он знал, что при горении с веществами соединяется $1/5$ часть воздуха, а после доклада Дж. Пристли об открытии «дефлогистированного» воздуха (кислорода) А. Лавуазье понял, что эта часть и есть кислород. Когда в Париж приехал Г. Кавендиш с демонстрацией своего знаменитого опыта взаимодействия водорода и кислорода с образованием воды, Лавуазье только утвердился в своих догадках. Теперь Лавуазье стал рассматривать процесс горения как процесс соединения веществ с кислородом. Так как при этом, он считал, образуется кислота, Лавуазье дал название этому газу – кислород. Название водорода – рождающий воду – тоже принадлежит Лавуазье, так как он первый понял состав воды. Своими опытами Лавуазье также многократно подтвердил закон сохранения массы веществ в химических реакциях, сформулированный М.В. Ломоносовым. Открытия и теоретические выводы Лавуазье произвели революцию в химических понятиях и номенклатуре того времени. Простыми веществами теперь называли только те, которые не могли быть разложены; соединения веществ с кислородом получили обозначение окислов, «удушливый воздух» стал азотом. В названиях кислот стали применяться термины исходных элементов, их формирующих, и они приобрели те обозначения, которые нам известны (вместо купоросной – серная кислота и т.п.).

Впервые Лавуазье создает классификацию веществ, разделив их на три класса: кислоты – соединения кислорода с неметаллами; основания – соединения кислорода с металлами; соли – соединения кислот и оснований.

Вероятно, еще многое мог бы сделать 50-летний, полный сил Лавуазье, если бы не кровавый террор французской буржуазной революции. Якобинцы, начавшие в 1793-1794 годах жестокую борьбу против ненавистных феодальных отношений, арестовали А.Л. Лавуазье вместе с другими членами Компании откупов. Все они были приговорены к смертной казни, и 8 мая 1794 года Лавуазье был гильотинирован. Мир потерял одного из величайших умов конца XVIII века.

Современником, соотечественником, коллегой А.Л.Лавуазье был **Клод Луи Бертолле** (1748–1822). Он был беден, работал во благо революции, которую встретил с восторгом. Бертолле получил хлор, дал ему название «зеленый», поскольку хлор – это газ зеленого цвета, и подробнейшим образом исследовал его свойства. Пропуская хлор через раствор едкого калия, он получил две соли: обычный хлорид калия и хлорат калия, содержащий много кислорода. Эта соль носит название бертоллетовой. Бертолле случайно открыл ее взрывоопасные свойства, когда растирал в ступке. Ступка разорвалась в его руках, повредив ученому лицо и глаз. Открытие и обнаружение отбеливающих свойств хлора принадлежит Шееле, Бертолле же разработал методы использования этих свойств на практике, в частности, для отбеливания тканей. Обнаружение газообразных хлористого и цианистого водорода, наличия у них кислотных свойств при растворении в воде, послужило в дальнейшем предпосылкой для создания новой теории кислот, где определяющим становится водород, а не кислород. Так как революции необходимо было оружие, Бертолле организует завод для выпуска селитры, получает «гремучее серебро» (азид серебра) для изготовления капсулей к патронам и снарядам. Вместе с Лавуазье он участвует в разработке новой химической номенклатуры. Наблюдая процессы кристаллизации солей, Бертолле высказывает ошибочное предположение, что исходные продукты соединяются друг с другом в различных соотношениях в зависимости от их количества.

Совершенно иную точку зрения отстаивал другой французский химик **Жозеф Луи Пруст** (1754–1826). Это явилось причиной знаменитого спора между двумя учеными. Восемь лет химики, поделившись на два лагеря, спорили. Победу одержал Пруст, который с помощью точных исследований показал, что оксиды одного и того же металла имеют вполне определенный и постоянный состав. Таким образом, наиболее известным открытием Ж.Пруста становится закон постоянства состава химических соединений.

В биологии XVIII век – это прежде всего эпоха великого шведского натуралиста **Карла Линнея** (1707–1778). Его перу принадлежат

труды, на которых основывалась вся систематика этого века, особенно система растительного мира: «Основания ботаники», «Философия ботаники», «Виды растений», «Роды растений», «Система природы» и другие.

К.Линней получил медицинское образование в Упсальском университете и в молодом возрасте совершает путешествие по Лапландии, проходит пешком около 700 км, собирает значительные коллекции и публикует свою первую книгу – «Флора Лапландии». Весной 1735 года Линней прибывает в Голландию для защиты диссертации на медицинскую тему и остается в Голландии, где печатает первые труды, содержащие в начальном виде его идеи об улучшении ботанической терминологии, системе растительного мира. В 1738 году он возвращается на родину, где вскоре получает титул «королевского ботаника», продолжая медицинскую практику. К.Линней принимает участие в создании Стокгольмской Академии наук и в 1742 году становится профессором ботаники в Упсальском университете и теперь всецело отдает себя научной деятельности.

В «Видах растений» (1761) К.Линней описал 1260 родов и 7540 видов растений, отдельно выделив также разновидности. Линней делил растения на 24 класса, положив в основу деления строение тычинок и пестиков. Внутри классов он выделял отряды по характеру строения пестиков. Ошибкой Линнея стало слишком пристальное внимание с его стороны к количеству тычинок и пестиков, тогда как первостепенное значение имеет общая морфология цветка, семени и плода. Система получилась искусственной, несмотря на всю проницательность К.Линнея. Заслугой Линнея становится окончательное установление бинарной номенклатуры, всем растениям и затем животным он дает двойное название: родовое и видовое. Линней сам осознает искусственность своей системы и создает новую, которая ему кажется ближе к естественной. Он распределяет растения по 65-67 порядкам (семействам) на основе общего сходства, и они оказываются более близкими к существующим в настоящее время семействам.

Многие систематики растений в XVIII веке были убеждены, что в природе существует «естественный порядок», основанный на «сродстве» (сходстве строения). Так французский ботаник *Мишель Адансон* (1727–1806) предлагал использовать для систематики целый комплекс признаков, не учитывая значимости отдельных признаков. Он разработал коэффициент сходства: отношение сходных признаков к общему числу изученных признаков. Чем он выше, тем выше «сродство» растений. Систематика, основанная на коэффициенте сходства, получила название *нумеристической* и до сих пор успешно используется в систематике бактерий.

Наиболее близкой естественной в ботанике XVIII века следует считать систему другого француза – *Антуана Жюссье* (1748–1836). Система Жюссье содержала 65 классов, 100 порядков, приблизительно соответствующих нынешним семействам. Классы Жюссье объединяет в три большие группы: бессеменных, семенных однодольных и семенных двудольных. Жюссье считал необходимым тщательно анализировать признаки, выявляя наиболее важные, характерные, постоянные.

Для развития ботаники огромное значение имели флористические исследования путешественников. Значительный вклад был внесен российскими флористами. *Иоган Георг Гмелин* (1709–1755) выпустил «Флору Сибири», в которой описал 1178 видов растений, из них 500 новых, до этого не известных науке. *Степан Петрович Крашенинников* (1711–1755) путешествует по Камчатке и издает «Описание земли Камчатской», *Питер Симон Паллас* (1741–1811), будучи профессором ботаники Петербургской Академии наук, пишет двухтомный труд – «Флора России».

В области физиологии растений ученые XVIII века снова и снова возвращались к ошибочной водной теории питания растений. В 1763 году против нее решительно выступил М.В. Ломоносов. Другой русский ученый *Андрей Тимофеевич Болотов* (1738–1833) намечает основные принципы минеральной теории питания растений, подвергает критике водную теорию и разрабатывает (до Ю.Либиха) приемы

внесения в почву удобрений. Правильное понимание роли минеральных соединений в жизни растений обнаруживается в работах Лавуазье, который также выступает против теории водного питания растений. Научно-экспериментальные доказательства минерального питания растений получены в самом конце XVIII века и в печати появляются только в начале XIX – в 1804 году, они принадлежат швейцарскому естествоиспытателю **Николе Соссюру**. Во второй половине XVIII века начинает развиваться гумусовая теория питания растений. Значение света и углекислого газа показано химиком Дж. Пристли, подтверждено женеvским ботаником **Жаном Сенебье** (1742–1809) и голландским врачом **Яном Ингенхаузом** (1730–1799).

Зоологическая классификация К. Линнея (1735, «Система природы») была очень несовершенна, но использовалась зоологами этого времени. Заслугой Линнея можно считать введение четких таксономических подразделений: класс-отряд-род-вид. В пределах вида Линней признавал существование разновидностей. Линней делил животных на 6 классов: млекопитающие, птицы, амфибии, рыбы, насекомые, черви. Все микроорганизмы он обозначил как «хаос». Наиболее несовершенной у Линнея была классификация беспозвоночных.

В XVIII веке появляются исследователи, уделяющие основное внимание не систематике, а изучению и описанию разных сторон жизни животных. Энциклопедический труд с описанием различных сторон жизни животных, основами зоогеографии, идеями трансформизма создает выдающийся естествоиспытатель 18 века **Жорж Бюффон** (1707–1788). Тридцать шесть томов вышли в период с 1749 до 1788 года. Французский физик и естествоиспытатель **Рене Реомюр** (1683–1757) подробно описал инстинкты насекомых в книге «Мемуары по истории насекомых». Регенерацию червей, метаморфоз насекомых изучал швейцарский натуралист и философ **Шарль Бонне** (1720–1793). Ш. Бонне открыл партеногенез (развитие из неоплодотворенного яйца) у тлей и стал основоположником направления *преформизма* в эмбриологии XVIII века. Подробные экспериментальные исследования, впоследствии ставшие классическими, проведены и описаны

швейцарцем *Абраамом Трамбле* (1710–1784). Они посвящены питанию, размножению и регенерации гидры.

В XVIII веке получили дальнейшее развитие микроскопические исследования простейших. Интересные работы принадлежат датскому ученому *Отто Мюллеру* (1730–1784), который описал около 200 видов простейших. Также интерес представляет диссертационная работа *Мартына Матвеевича Тереховского* (1740–1796) 1775 года (Россия) «О наливочном хаосе Линнея». В ней не только описывались неизвестные до этого микроорганизмы, но доказывалась ошибочность господствовавшего тогда учения *Джона Тербвила Нидхэма* (английский священник) (1713–1781) и поддерживавшего его Ж.Бюффона о самопроизвольном зарождении микроорганизмов.

Между сторонниками самозарождения микроорганизмов и их противниками в XVIII веке развернулась ожесточенная полемика. Особенно острой она была между Дж. Нидхэмом и Ж.Бюффоном с одной стороны и *Ладзаро (Лаццаро) Спалланцани* (1729–1799) – с другой. В этот период более популярной была точка зрения о самозарождении жизни. Дж.Нидхэм, вообразивший себя ученым-экспериментатором, завоевал популярность в Англии и Ирландии сообщением о том, что микроскопические «животные» могут чудесным образом зарождаться в бараньей подливке. Он слил подливку, сняв ее прямо с огня, и закрыл сосуд пробкой, подогрев ее еще раз, чтобы убить всех попавших туда микробов. Дж.Нидхэм оставил бутылку постоять несколько дней, затем открыл пробку и обнаружил там микроорганизмы. Нидхэм сделал вывод о том, микробы самозародились в бараньей подливке. Результаты были доложены Английскому Королевскому обществу. Узнав научную новость, в далекой Италии с этим не согласился Л.Спалланцани. «Откуда могли взяться маленькие животные в кипяченой подливке или в сенном отваре? Несомненно, Нидхэм недостаточно плотно закупорил бутылку!» – решил Спалланцани. Он тут же взялся за работу и установил, что если пузырьки запаять и прокипятить, то в отварах не появляется никаких микробов, сколь долго бы их ни хранили. Растерявшийся Нидхэм обратился за помощью к Ж.Бюффону, ко-

торый тут же обвинил Спалланцани в том, что запаяв склянки, прокипятив их, он убил «Производящую силу», находящуюся в воздухе или семенах. Спалланцани ответил серией оригинальных экспериментов, в которых доказал, что ни семена, ни воздух не обладают «Производящей силой», а микробы никогда не появляются в отварах, если их туда не занести. Нидхэм и Бюффон вынуждены были отступить, гипотеза самозарождения даже микробов осталась недоказанной.

Среди работ по микроскопической анатомии животных и человека конца XVIII века наиболее выдающейся несомненно являлась работа *Александра Михайловича Шумлянского* (1748–1795) 1782 года «О строении почек», заложившая основы анатомии нефрона. Во второй половине XVIII века углубляются знания по физиологии животных. В 1757–1766 годах выходят в свет «Элементы физиологии» швейцарского естествоиспытателя и профессора Гёттингенского университета *Альбрехта Галлера* (1708–1777). Галлер изучал функции нервов, применяя искусственное раздражение их, исследовал механизмы дыхания и кровообращения, подробно описал строение и функции глаза и гортани человека.

В XVIII веке значительно углубляются сравнительно-анатомические работы. Голландский ученый *Петер Кампер* (1722–1789), проводя сравнительно-анатомическое изучение животных, указал на глубокое сходство в строении основных систем органов человека и высших животных. Важные сравнительно-анатомические исследования принадлежат французскому ученому *Феликсу Вик Д'Азису* (1748–1794). Он обратил внимание на единство структуры и функции органов. Особенно важными стали его сравнительно-анатомические исследования млекопитающих. Он впервые установил зависимость строения зубной системы млекопитающих от их образа жизни и особенностей питания. Но особенной высоты достигают сравнительно-анатомические исследования в конце XVIII века, и связаны они с именами двух выдающихся французских зоологов: *Жоржа Кювье* (1769–1832) и *Этьена Жоффруа Сент-Илера* (1772–1844). Но основные их достижения, а также их знаменитый спор, оказавший огромное влияние

на развитие биологических наук, принадлежат первой трети XIX века и будут рассмотрены чуть позже.

До середины XVIII века в зачаточном состоянии находилась эмбриология животных и растений. Ученые продолжали накапливать фактические данные о развитии организмов. По мере их накопления начали четко оформляться две основные концепции развития зародыша: преформистская и эпигенетическая. Преформисты полагали, что зародышевое развитие сводится к росту вполне сформированного зародыша, уже предсуществующего в яйце или сперматозоиде. Исходя из этого, они разделились на «овистов» (зародыш предсуществует в яйцеклетке) и «анималькулистов» (зародыш предсуществует в сперматозоиде). Сторонниками овистов были Ш.Бонне, Я.Сваммердам, а анималькулистов – А.Левенгук, Г.Лейбниц, А.Галлер. Одним из важнейших представителей преформизма стал Ш.Бонне, который считал совершенно невозможным появления зародыша из «бесформенного» зачатка. Как доказательство предсуществования зародыша Ш.Бонне использует открытое им явление партеногенеза у тлей. Для объяснения происхождения целого зародыша в яйце, Ш. Бонне формулирует «теорию вложенных зародышей», когда в яйцах эмбриона уже есть зародыши будущих поколений и т.д.

Сторонники эпигенетической концепции считали, что органы не предсуществуют, а образуются вновь. Наиболее важное значение для развития концепции эпигенеза имели эмбриологические исследования российского эмбриолога, члена Петербургской Академии наук **Каспара Фридриха Вольфа** (1733–1794). Вольф имел медицинское образование, которое получил в Берлине и Галле. В 1759 году К.Вольф опубликовал диссертацию «Теория зарождения». Работа была встречена враждебно и подверглась резкой критике со стороны А.Галлера и Ш.Бонне. В первой части Вольф представил данные по развитию растений. Он установил, что все части растений развиваются из верхушечной части осевого органа, которую Вольф обозначил как «точку роста». Проследив стадии образования цветков, он понял, что цветы являются видоизменением листьев, предвосхитив тем самым учение о метаморфозе. Вторая часть

его работы была посвящена развитию куриного эмбриона, где Вольф проследил начало развития сердца и сосудов, а также процесс формирования конечностей. Вольф обнаружил первичные почки, которые в дальнейшем были названы в его честь вольфовыми телами, а их протоки – вольфовыми протоками. В 1766 году Вольф получил приглашение Петербургской Академии наук занять кафедру анатомии. Он принял предложение, и в 1768 году покинул Германию навсегда. В том же году Вольф представил Академии наук свою работу «Об образовании кишечника у цыпленка». На примере развития кишечника Вольф установил принципы формирования органов из листовых пластинок, образующихся путем различных процессов разрастания, складывания и сворачивания (трубки, полости). Таким образом, К.Вольф заложил основы будущего учения о зародышевых листках. Работа была основана на тщательно выполненных опытах и обладала полной убедительностью. Существенные доводы против преформизма также содержали его работы по тератологии. Вольф готовил большой труд, посвященный «теории уродов», в котором хотел изложить систему своих эпигенетических представлений о развитии эмбрионов, но внезапная смерть помешала ученому осуществить свои планы.

Идеи эпигенеза поддерживали некоторые ученые, современники К.Ф.Вольфа: Ж.Бюффон, русские – С.Г.Забелин, Н.Максимович-Амбодин, А.Н.Радищев. Однако большинство не разделяли взглядов Вольфа, его работы были не поняты и не приняты в XVIII веке. Несмотря на свою прогрессивность, теория эпигенеза была односторонней, так как предполагала развитие зародыша из бесструктурной массы и под влиянием факторов окружающей среды. И все же именно она подготовила почву для появления идей развития, эволюции.

В XVIII веке в основном господствовало мнение о неизменности видов, хотя ряд ученых высказывали идеи о возможном «перерождении» видов, «дегенерации». Мысль о постепенном превращении одних видов в другие в целом была чужда этому столетию. К.Линней, в молодости решительно отвергавший возможность изменения видов, в дальнейшем пишет о том, что виды могут изменяться под влиянием

климата и почвы, а также в результате гибридизации, формируя разновидности. Изменения растительных форм путем естественной гибридизации допускал А.Т.Болотов (1738–1833). Ж.Бюффон прямо высказывал мнение об изменяющем влиянии климата и гибридизации. Даже Ш.Бонне, отстаивающий позиции преформизма и неизменности видов, допускал, что паразитические черви произошли от свободноживущих. Идеи развития органического мира широко высказывались французскими философами-материалистами XVIII века: *Д.Дидро*, *Ж.О.Ламеттри*. В конце XVIII века обсуждение проблемы изменчивости видов находим в работах *Эразма Дарвина* (1731–1802, дед Ч.Дарвина). Он предполагал изменение видов под влиянием различных внешних условий, зародышевых вариаций, скрещивания, упражнения и неупражнения органов. При этом Э.Дарвин ссылается на образование рогов оленя, хобота слона, когтей хищных животных и т.д.

В XVIII веке среди ученых была широко распространена уверенность в наследовании приобретенных под влиянием внешней среды признаков. Представление же об изменчивости ограничивалось констатацией фактов изменчивости среди низших систематических категорий (видов, родов), речь не шла об историческом развитии мира от низшего к высшему. Хотя еще со времен Аристотеля философы и ученые приходили к мысли, что все создания природы могут быть расположены в линейном порядке, сообразно высоте их организации. Эта идея становится особо популярной в философии естествознания XVIII века. Ш.Бонне таким образом интерпретировал «лестницу существ»: «между самыми простейшими и совершеннейшими проявлениями природы существуют постепенные переходы так, что все тела составляют всеобщую непрерывную цепь». Основание лестницы у Ш.Бонне составляют монады, а ее вершину венчает высшее существо – Бог. В России представление о градации всех природных тел, о «лестнице существ» поддерживал А.Н.Радищев.

В преобразованной форме представления о градации нашли свое отражение в эволюционной теории *Ж.Б.Ламарка*, вышедшей в свет в самом начале нового, XIX века.

Глава 3. Научные обобщения. Интеграция наук. Создание единого взгляда на законы развития природы. Первая половина XIX века

Развитие химических наук в первой половине XIX века

В первой половине XIX века исключительное значение для развития химии имели работы английского ученого *Джона Дальтона* (1766–1844). Дальтону удалось объединить лучшие черты атомистических представлений Р.Бойля, И.Ньютона, М.В.Ломоносова с новыми химическими воззрениями А.Л.Лавуазье. Так возникает новая атомистическая теория. Дальтон считал, что если вещества состоят из мельчайших частиц – атомов – то они тоже должны иметь массу. Приняв за единицу массу самого легкого элемента, водорода, Дальтон рассчитал относительные атомные массы азота, углерода, кислорода, серы и других элементов. Используя атомистические представления и опираясь на закон постоянства химического состава веществ Ж.Пруста, Дж.Дальтон открывает *закон кратных отношений*: элементы находятся в веществах в определенных соотношениях. Молекулы соединений Дальтон называл «сложными молекулами». Большинство химиков сразу же восприняли основные положения Дальтона и стали развивать их.

Дальнейшее развитие атомно-молекулярных представлений обнаруживается в работах французского физика-химика *Жозефа Луи Гей-Люссака* (1778–1850). Главной заслугой Гей-Люссака в установлении химических закономерностей стало открытие законов простых объемных отношений при взаимодействии газов. Закон был открыт Гей-Люссаком опытным путем, объяснение закономерности предложено позднее А.Авогадро. Благодаря Гей-Люссаку химики также освободились от неправильного взгляда на металлы и кислоты. Считали, что при взаимодействии металлов с кислотами водород выделяется из соединения с металлом, Гей-Люссак показал, что водород происходит из кислоты. Таким образом, были установлены составы ки-

слот, не содержащих кислорода: хлористоводородной, цианистоводородной и других. Кислотность стали связывать с присутствием водорода, а не кислорода. Гей-Люссак открыл элементарный характер хлора, создал много новых методов анализа, усовершенствовал многие технологические процессы.

Большинство химиков в данный период времени были экспериментаторами, их работы быстро получали признание современников. Совсем иначе сложилась судьба итальянца *Амедео Авогадро* (1776–1856), предпочитавшего теоретические размышления работе в лаборатории. Простые объемные отношения при реакциях между газами Авогадро объяснил, предположив, что в равных объемах различных газов должно находиться одинаковое число мельчайших частиц. Авогадро также высказал идею о том, что газообразные вещества состоят из молекул, относительное расположение которых зависит от давления и температуры. На основании этих положений Авогадро пришел к следующему умозаключению: если объемы двух газов при одинаковых давлениях и температурах равны, то можно предположить, что в каждом из этих объемов, независимо от состава газа или пара, будет содержаться одинаковое число молекул. Высказывания Авогадро не получили признания современников, только уже в конце XIX века немецкий физико-химик *Вальтер Нернст* рассчитал число молекул в определенном объеме газа при постоянной температуре, назвав его числом Авогадро. Основной причиной непонимания современников явилось то, что ученые не могли отчетливо понять различия между понятиями атом и молекула.

В то же время это была эпоха открытия новых элементов и новых методов в химии. Английский ученый *Генфри Дэви* (1778–1829), пропуская электрический ток через едкий калий и натрий, получил эти металлы в чистом виде, что до этого не удавалось никому. Открыв новый метод – электролиза – Дэви получил с его помощью барий, кальций, стронций, магний. Учеником Дэви стал выдающийся физико-химик *Майкл Фарадей* (1791–1867), работы которого создали предпосылки для развития электротехники, выявления связей между

электрическими и химическими явлениями. Большинство его открытий относятся к области физической химии и физике. Эти открытия стали основой для конструирования генераторов, электромоторов, трансформаторов и других электроприборов. Изучая явления магнетизма, Фарадей впервые показал, что магнитные свойства присущи не только железу, но являются общими свойствами веществ. Подразделив все соединения на парамагнетики и диамагнетики, Фарадей разработал предпосылки для создания магнетохимии. Для развития химии наибольшее значение имели открытые М.Фарадеем (1834) законы электролиза, а также работы по органической химии и химической технологии. В 1825 году Фарадей исследовал побочные продукты коксования каменного угля и выделил бензол, изобутелен. Он разработал состав борсиликатного стекла для изготовления оптических линз.

Открытия новых элементов, веществ органической природы требовали систематизации и осмысления. Оказалось, что между органической и неорганической материей нет существенных различий, что подтверждало положение о единстве мира. Наиболее выдающимся теоретиком-химиком, в то же время являясь и блестящим экспериментатором, стал *Йенс Якоб Берцелиус* (1779–1848).

В 1806 году Берцелиус опубликовал первый том «Животной химии», ставшей первым учебником по органической химии. Вклад Берцелиуса в химические науки трудно переоценить, его научная деятельность оказала решающее влияние на их развитие. Берцелиус значительно усовершенствовал атомистическую теорию Дальтона, подтвердил закон кратных отношений проведением фундаментальных экспериментов. Анализу были подвергнуты 2000 соединений, образованных 43 элементами. Результатом этих работ было усовершенствование старых и создание новых приборов и развитие техники лабораторных работ. Значительным достижением Берцелиуса стало также создание таблицы атомных масс. Первую таблицу он опубликовал в 1814 году, создав предпосылки систематизации элементов на основе их атомных масс. Существенное значение для превращения химии в точную науку имело усовершенствование Берцелиусом химической

номенклатуры и создание им символики, близкой к современным обозначениям элементов и их соединений.

Берцелиус также открыл несколько новых элементов: церий, селен, торий, ванадий. Выделил в чистом виде элементы, оксиды которых уже были известны: кремний, цирконий, титан, тантал. Он усовершенствовал многие методы органического анализа. Установив, что винная и виноградная кислоты имеют одинаковый атомный и процентный состав, Берцелиус открыл явление изомерии. В 1836 году Берцелиус ввел в науку понятие о катализе, ему также принадлежит честь открытия полимерии.

Открытие в первой половине XIX века большого числа новых элементов, новых свойств соединений позволило химикам приступить к изучению принципов систематизации химических элементов. Этими вопросами занимался немецкий химик *Йоган Вольфганг Дёберейнер* (1780–1849). Дёберейнер сгруппировал многие элементы и соединения различных классов по их свойствам. Элементы он разделил на «триады» по аналогии свойств: кальций, стронций, барий; бром, иод, хлор; сера, селен, теллур; литий, натрий, калий и т.д. При этом разности масс каждых двух элементов в триаде по Дёберейнеру примерно постоянны и равны. Обнаружение количественных отношений при сопоставлении свойств химических элементов стало особенной заслугой Дёберейнера. Эти работы подготовили почву для создания Д.И.Менделеевым и Л.Мейером периодической системы элементов. В 1822 году Дёберейнер сообщил о каталитических свойствах металлов, наиболее сильно проявляющихся у платины. Он был также выдающимся химиком-технологом, усовершенствовавшим крашение тканей, пивоварение, виноделие. Дёберейнер организовал в Германии крахмально-паточное производство, разработал оригинальные способы получения стали и топливного газа, ценных оптических стекол, уксуса.

Значительным событием в развитии химии стало открытие *Эйльгардом Мичерлихом* (1794–1863) явления изоморфизма. Исследуя в 1819 году фосфаты и арсенаты, Мичерлих обнаружил, что «вещества

различной химической природы во многих случаях могут обнаруживать одинаковые или по меньшей мере очень близкие кристаллические формы». Кроме изоморфизма, Мичерлих открыл явление полиморфизма и объяснил строение манганата, перманганата и селеновой кислоты.

В первой половине XIX века бурно развивается органическая химия. Из работ Мичерлиха по органической химии особенно большое значение имело исследование образования диэтилового эфира из этанола (1834). Мичерлих синтезировал нитробензол и другие производные бензола, объяснил процесс расщепления тростникового сахара на глюкозу и фруктозу. По предложению Мичерлиха, его ассистент **А. Троммер** разработал известный способ обнаружения сахаров, получивший названия *реакции Троммера*.

В России в 1811 году в Петербурге **К.С.Кирхгоф** открыл реакцию каталитического действия кислот и амилазы на гидролиз крахмала. Эта работа положила начало изучению ферментов, биологических катализаторов, и легла в основу первого промышленного процесса получения патоки и глюкозы из крахмала с применением катализаторов. В 1819 году **Гротгус** открыл основной закон фотохимии, согласно которому, *только свет, который поглощается веществом, может вызвать химические превращения в нем*. С 1835 по 1842 год **Г.И.Гесс** провел систематические термодинамические исследования, приведшие к открытию в 1840 году основного закона термодинамики, согласно которому *тепловой эффект химического превращения определяется лишь начальным и конечным состоянием системы и не зависит от ее промежуточного состояния*. Гесс не только открыл основной закон термодинамики, доказав его экспериментально, но и использовал его в качестве руководящего начала для расчета энергетических балансов физико-химических процессов. Гесс совместно с **М.Ф.Соловьевым, С.Я.Нечаевым, П.Г.Соболевским** разработал русскую номенклатуру химических соединений, основы которой сохранились до настоящего времени. В области неорганической химии в России крупную работу выполнил **К.К.Клаус**. В 1844 году Клаус от-

крыл новый химический элемент – металл платиновой группы – и назвал его *рутений*.

Успешно в первой половине XIX века развивалась в России и органическая химия. Профессор Петербургского университета **А.А.Воскресенский** в 1839 году открыл хинную кислоту и хиноилхинон. Это открытие имело большое значение, так как многие важнейшие красители имеют хиноидное строение. Академик **Ю.Ф.Фрицше** в 1838–1839 годах, окисляя мочевую кислоту, получил *уроксин*, в дальнейшем названный *аллоксантином*, который применяется до настоящего времени как лекарственное средство. В 1867 году он впервые получил *антрацен*. Классические исследования по органической химии были выполнены **Николаем Николаевичем Зининым** (1812–1880). Зинин разработал новую общую реакцию восстановления нитросоединений в амины, нашедшую широкое применение в органическом синтезе и анилинокрасочной промышленности. Это была знаменитая реакция Зинина восстановления нитробензола в анилин с помощью сероводорода. В 1853–1854 годах Зинин, изучая нитроглицерин, показал возможность технического применения этого соединения как сильнейшего взрывчатого вещества.

Успехи органической химии первой половины XIX века связаны также с немецкой химической школой, выдающимися представителями которой, несомненно, стали **Фридрих Вёлер** (1800–1882), **Юстус фон Либих** (1803–1873), **Фридрих фон Рунге** (1794–1867). В 1824 году Вёлеру удалось получить щавелевую кислоту при помощи гидролиза дициана. А в 1828 году он синтезировал мочевины из цианида аммония. Во-первых, это был пример изомерии, а во-вторых, наносило мощный удар по витализму, так как показывало, что нет пропасти между органическими и неорганическими соединениями. Вклад в органическую химию Ю.Либиха сравним со значением работ Берцелиуса для неорганической химии. В работе 1838 года «О конституции органических кислот» Либих изложил основы созданной им теории кислот и высказал свои соображения о природе основности. В 40-е годы Либих увлекся вопросами питания растений, стал приверженцем ми-

неральной теории. Результатом этой деятельности было введение в немецкое сельское хозяйство в 50-х годах XIX века химических удобрений и создание предприятий по производству этих удобрений (суперфосфата, сульфата аммония). Работы в области органической химии в XIX веке были тесно связаны не только с вопросами сельского хозяйства, но и с нуждами промышленности и медицины. Ф. Фон Рунге обнаружил расширяющее действие экстрактов белены, красавки и дурмана на зрачки и выделил действующее начало – алкалоид *атропин*. Также ему принадлежит честь выделения *кофеина* и *хинина*. Большое практическое значение имели работы Ф.фон Рунге по перегонке каменноугольной смолы и выделению смеси, содержащей анилин, хинолин и фенол. В начале 40-х годов XIX века Рунге получил торфяную смолу и выделил из нее *парафины*.

Таким образом, успехи химии, превращение ее в точную науку, совершенствование методов органического анализа и возникновение органического синтеза и применение его для образования органических соединений из неорганических, обусловило бурное развитие биологических наук в XIX веке, способствовало победе над витализмом и креационизмом.

Развитие биологических наук в первой половине XIX века

В самом начале XIX века одним из наиболее выдающихся событий стал выход в свет «Философии зоологии» Ж.Б.Ламарка в 1809 году. Возникнув на рубеже XVIII и XIX столетий, эволюционная концепция Ж.Б.Ламарка явилась итогом воззрений передовых натуралистов и философов XVIII века, пытавшихся осмыслить идею эволюции органического мира.

Жан Батист Ламарк (1744–1829) принадлежал к старинному, но обедневшему роду. Он был одиннадцатым ребенком в семье, где большинство были военными. Для обучения Жана Батиста в военном колледже у семьи не хватало средств, и он был отдан в иезуитскую школу для подготовки в священники. В 1761 году Ламарк все же вступает в армию и участвует в семилетней войне. Уйдя в отставку в

1768 году, Ж.Б. Ламарк направляется в Париж и начинает учебу на медицинском факультете Сорбонны. Предметом его главного внимания становится ботаника, а одним из первых научных трудов – «Флора Франции», нашедшая одобрение у маститых профессоров ботаники. Но свободного места на кафедре ботаники нет, и Ламарк в 1793 году становится профессором зоологии. В 1798-1799 годах выходят в свет его обширные исследования по зоологии беспозвоночных. Наконец в 1809 году выходят в свет 2 тома «Философии зоологии», где Ламарк изложил основные положения своей теории.

Ламарк, как и большинство ученых XVIII века, в философских воззрениях придерживался деизма. Он признавал творца как некое активное начало, «первопричину» материи и движения, обусловившее развитие и гармонию мира. Затем мир развивался по собственным естественным законам на основе строгих причинно-следственных связей. Ламарк решительно отвергал витализм, придерживался идеи самозарождения жизни в ее простейших формах из неживого. Жизнь он считал особым явлением, причиной которого становится проникновение в неживую материю «флюидов» и образование самых примитивных организмов.

Доказательством эволюции Ж.Б.Ламарк считал наличие градации от простых до самых сложных организмов с присутствием промежуточных форм между ступенями градации. В этом он усматривал историю развития жизни. Приняв принцип градации за основное доказательство эволюции, Ламарк обнаружил, что процесс ступенчатого повышения организации может быть прослежен лишь при сопоставлении крупных таксономических подразделений – классов. Внутри же классов правильной градации нет, она нарушается наличием частных приспособительных признаков, связанных с адаптацией к разнообразным внешним условиям.

Впоследствии Ламарк пришел к мысли, что соотношение между организмами нельзя выразить в форме единого прямого ряда. Он разветвляет кое-где схему восходящего ряда живых существ, она разбивается и начинает приближаться к родословному дереву. Однако Ла-

Ламарк продолжает считать градацию отражением основной тенденции развития природы и, где только возможно, располагает формы животных и растений в иерархическом порядке. Описывая различные классы животных, Ламарк отмечает наличие переходных форм между ними. Стремясь, во что бы то ни стало, обнаружить переходные формы между всеми звеньями своей «лестницы существ», он часто допускал серьезные ошибки. Так, переходными формами между птицами и млекопитающими он считал утконоса и ехидну; между рептилиями и птицами – черепах; змеи и угри связывали у него рептилий с рыбами.

Заключение о том, что между всеми видами имеются плавные, незаметные переходы и надо отыскать их среди множества существующих форм, по Ламарку должно стать убедительным аргументом в пользу его концепции эволюции органического мира. Это привело Ламарка к отрицанию видов, поскольку, по его мнению, виды изменчивы, текучи и реальных границ между ними нет. Природа по Ламарку представляет собой непрерывную цепь изменяющихся индивидуумов, а систематики искусственно, ради удобства, разбивают их на отдельные группы.

Главным фактором эволюции, согласно Ламарку, является присущее живой природе постоянное стремление к усложнению и совершенствованию организации. Ламарк полагал, что градация живых существ выражает собой общий порядок природы, «насаждаемый верховным творцом всего сущего». Есть, правда, попытка и материалистической трактовки причин эволюции – в «нарастающем влиянии движения флюидов», играющая в общей эволюционной концепции Ламарка подчиненное значение.

Вторым фактором эволюции по Ламарку, определяющим приспособительную дифференцировку видов и нарушающим правильность градации, являются факторы окружающей среды. Именно внешней средой определяется состояние видов: пока она не изменяется, виды постоянны, как только стала иной, виды также меняются. В зависимости от организации живых существ Ламарк различал две

формы приспособительной изменчивости видов под влиянием внешних условий. Растения и низшие животные изменяются под непосредственным воздействием среды через поступающие в них флюиды. Изменения высших животных происходят опосредованно. Скольконибудь значительная перемена во внешних условиях приводит к изменению потребностей, изменение потребностей влечет за собой изменение привычек, направленных на удовлетворение потребностей; изменение привычек ведет к употреблению или неупотреблению тех или иных органов. Изменения, приобретенные в результате употребления или неупотребления органов, передаются по наследству. Эти два положения Ламарк назвал законами. Первый закон упражнения и неупражнения органов Ламарк иллюстрировал многочисленными примерами. Наследование благоприобретенных признаков, очевидно, казалось Ламарку настолько бесспорным, что он не считал необходимым приводить какие-либо доказательства его реальности.

Будучи недостаточно обоснованной, теория Ламарка не смогла противостоять господствующим креационистским взглядам. В результате в первые десятилетия XIX века учение Ламарка не получило признания. Положения Ламарка появились слишком рано, чтобы быть услышанными, идеи трансформизма еще только-только набирали силу. На смену механистическому мышлению XVIII века приходит тенденция рассматривать мир как единый процесс исторического развития.

Тогда как первая эволюционная теория Ж.Б.Ламарка осталась непонятой и практически незамеченной современниками, главные события, оказавшие наибольшее влияние на развитие эволюционных идей, разворачивались в области сравнительно-анатомических исследований. Значительные успехи в первой трети XIX века здесь связаны с именами выдающихся французских зоологов *Жоржа Кювье* (1769–1832) и *Этьена Жоффруа Сент-Илера* (1772–1844).

Ж.Кювье работал в трех областях: сравнительной анатомии, систематике животных и палеонтологии. И везде Кювье достиг потрясающих результатов, навсегда вписавших его имя в историю науки. В сравнительно-анатомических исследованиях Ж.Кювье формулирует

принцип корреляции частей: «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».

Идею корреляции Кювье использовал для объяснения взаимоотношений организмов в природе и для построения «естественной системы животных», широко применяя в классификации животных данные сравнительной анатомии, Кювье разделил все царство животных на четыре ветви, которые он назвал главными формами, или общими планами строения. Позже их стали называть *типами*. Эти четыре плана строения он обозначил как: «позвоночные»; «моллюски»; «членистые»; «лучистые». Кювье считал, что планы строения резко отличаются друг от друга, между ними нет переходных форм, они не могут быть связаны общностью происхождения. Кювье не ограничивался изучением ныне живущих форм, он изучал также ископаемые остатки вымерших животных и стал одним из основоположников палеонтологии как науки. Опираясь на свой принцип корреляции, Кювье оказался в состоянии восстановить внешний облик многих вымерших животных. Именно благодаря Кювье, зоологи впервые познакомились с обликом древних рептилий – динозавров, тиранозавров и др. Исследование ископаемых остатков неоспоримо свидетельствовало о том, что многие животные ныне на Земле нигде не встречаются. Чтобы объяснить эти факты, Кювье, не любивший гипотез, прибегает к самой неудачной из них, причем именуется ее теорией – к теории *катастроф*. 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, представили убедительный доказательный материал для эволюционной теории Ч.Дарвина, хотя сам Кювье отвергал эволюцию.

На иных теоретических позициях стоял Э.Жоффруа Сент-Илер. Жоффруа считал, что «природа создала все существа по одному плану строения, одинаковому в принципе, но бесконечно варьирующему

в деталях. Жоффруа называл концепцию о единстве типа строения «теорией аналогов», хотя принцип аналогии скорее соответствовал понятию гомологии. Например, он сравнивал руку человека, передние конечности лошади, крыло птицы и другие гомологичные органы.

Жоффруа разработал два принципа сравнительной анатомии животных: принцип «коннексий» и принцип «уравновешивания органов».

Принцип «коннексий» (взаимосвязи) частей означает, что гомологичные части всегда располагаются одинаково относительно смежных частей. Жоффруа считал, что «орган скорее будет изменен, атрофирован, уничтожен, нежели перемещен». Принцип работает и по настоящее время, оставаясь важным критерием гомологизации. Теория «аналогов», несмотря на ее несовершенство, была полезной для разработки эволюционного учения и построения филогенетической системы животных.

Принцип «уравновешивания органов» Жоффруа позаимствовал у Аристотеля. Согласно этому принципу, орган достигает своего полного развития только за счет недоразвития другого органа из его системы или смежного с ним. В настоящее время данный принцип сохраняет свое значение в более сложной форме.

Жоффруа был убежден в трансформации органических форм, многообразии животных при общем плане строения можно объяснить влиянием окружающей среды. Особенно активно Жоффруа отстаивал свои взгляды в 30-е годы. Различия в научных воззрениях Кювье и Жоффруа привели к столкновению их на знаменитом диспуте в Париже в 1830 году. Поводом для начала диспута послужило сообщение ассистентов Жоффруа Лорансе и Мейрана о развитии сепии. Они утверждали, что если представить себе сепию позвоночным животным, «туловище которого перегнуто вдвое так, что таз оказался на уровне затылка, то получается совершенное подобие расположения внутренних органов сепии и позвоночного». Отсюда делалось заключение о единстве плана строения позвоночных и беспозвоночных. Кювье обрушился с критикой на эти положения, утверждая наличие четырех обособленных планов строения.

Спор продолжался в течение восьми месяцев и вышел далеко за стены Парижской Академии наук. Формально спор касался специальных вопросов морфологии животных, фактически это был спор о эволюции или постоянстве видов. Жоффруа Сент-Илер не смог представить убедительные доводы в пользу единого плана строения всех животных, и победу в споре одержал Ж.Кювье. Исход диспута нанес идее эволюции весьма ощутимый удар и продлил господство креационизма еще на 30 последующих лет.

Одним из важнейших обобщений биологии начала XIX века явилось учение о параллелизме онтогенетических стадий и ряда животных форм. Обнаружение различных типов строения животных подорвало учение о «лестнице существ» и теорию единого плана строения. Теория типов, пришедшая на смену этим концепциям, изменила подход к явлению параллелизма. Наиболее глубокую критику прежних взглядов на параллелизм дал российский эмбриолог *Карл Максимович Бэр* (1792–1876). Бэр отверг положение о том, что эмбрион проходит в своем развитии через всю лестницу животных форм, противопоставив ему свой вывод: эмбрион никогда не переходит из одного типа в другой. Опираясь на свои эмбриологические исследования, Бэр убедительно показал, что эмбрионы вышестоящих форм никогда не воспроизводят сколь угодно полно облик ниже организованных взрослых животных.

Эмбриология животных в начале XIX века достигает значительных успехов в своем развитии. В 1817 году вышло в свет сочинение российского эмбриолога, палеонтолога и анатома *Христиана Пандера* (1794–1865) «Об истории превращения насиженного яйца в течение первых пяти дней». Пандеру принадлежит начальное понятие о зародышевых листках. К.Бэр, изучая эмбриональное развитие птиц и млекопитающих, в 1827 году сделал важное открытие: он обнаружил яйцеклетки в яичниках млекопитающих и человека. Раньше за них принимали фолликулы на поверхности яичника – «Граафовы пузырьки». Бэр подтвердил и уточнил наблюдения Пандера, показав, что зародыш на ранних стадиях разделяется на два листка: серозный и слизистый, между которыми вскоре закладывается средний – сосудистый

листок. Проследив все стадии развития зародышей многих животных, Бэр выделил четыре основных типа развития: трубчатый (у позвоночных), удлинённый (у членистых), массивный (у моллюсков) и периферический (у лучистых). При эмбриональном развитии, по Бэру, признаки типа появляются очень рано, затем появляются признаки класса, отряда, рода и, наконец, вида. Чем моложе зародыши данного типа, относящиеся к разным классам, тем больше они сходны между собой. Это явление К.Бэр назвал *законом зародышевого сходства*.

В первой трети XIX века начинает утрачивать свое значение линеенская систематика и ученые обращают внимание на работы по систематике Ж.Б.Ламарка, Э.Жоффруа Сент-Илера и Ж.Кювье. Ж.Б.Ламарк основательно пересмотрел классификацию К.Линнея и разделил всех животных на две основные группы: позвоночные и беспозвоночные. Впервые достаточно хорошо для своего времени были систематизированы беспозвоночные, но главной заслугой Ламарка стало деление животных на уровни организации и расположение их от низших к высшим. У беспозвоночных Ламарк выделил четыре ступени организации, у позвоночных – две:

<i>Беспозвоночные</i>	<i>Позвоночные</i>
Первая ступень	Пятая ступень
1. Класс Инфузории	11. Класс Рыбы
2. Класс Полипы	12. Класс Рептилии
Вторая ступень	Шестая ступень
3. Класс Лучистые	13. Класс Птицы
4. Класс Черви	14. Класс Млекопитающие
Третья ступень	
5. Класс Ракообразные	
6. Класс Кольчецы	
7. Класс Усоногие	
8. Класс Моллюски	
Четвертая ступень	
9. Класс Паукообразные	
10. Класс Насекомые	

Позже Ламарк выделил еще 2 класса беспозвоночных – оболочников и раковинных. Недостатками классификации Ламарка было объединение амфибий с рептилиями, отнесение ехидн, утконосов к классу птиц. Особенно несовершенной у Ламарка была классификация низших: все черви (кроме кольчатых) объединены в один класс; к инфузориям отнесены большая часть простейших; в класс полипов включены губки, мшанки, гидроиды; в класс лучистых – иглокожие, медузы и даже некоторые простейшие. Причинами какого количества ошибок стали применение принципа градации и поиск переходных форм между уровнями организации.

Жоффруа в своей систематике исходил из идеи общности плана строения всех животных. В 1802 году Э.Жоффруа описал новый вид кистеперых рыб *Polipterus*, связав наземных позвоночных с первичноводными. Для доказательства единства между классами млекопитающих, птиц, рептилий Жоффруа в течение 1807 года провел серию сравнительно-анатомических исследований черепов эмбрионов и взрослых животных. В результате ему удалось установить, что все основные кости черепа имеются у животных различных классов позвоночных. Эти исследования стали первым и главным шагом на пути объединения все позвоночных в один тип. Ж.Кювье также руководствовался своими сравнительно-анатомическими исследованиями, он выделил те признаки строения животных, которые позволили ему сгруппировать их в четыре типа. Главными критериями Кювье считал особенности строения нервной системы, скелета, органов кровообращения. Так как Кювье отрицал развитие от простого к сложному, он располагает типы от высшего к низшему:

I. Vertebrata (позвоночные). Включает три класса: млекопитающих; рептилий (вместе с амфибиями); рыб.

II. Mollusca (мягкотелые). Включает пять классов: головоногих; крылоногих; плеченогих; безголовых (сюда же относит оболочников); усоногих.

III. Articulata (членистые). Включает четыре класса: кольчецы; ракообразные; паукообразные; насекомые.

IV. Radiata (лучистые). Включает пять классов: иглокожие; черви (круглые, плоские); стрекающие; полипы (остальные кишечнополостные и губки); инфузории (все простейшие и коловратки).

Независимо от Кювье, к учению о четырех типах строения пришел К.М.Бэр. Он попытался построить естественную систему по признакам «сродства». В основе построения естественной системы животных должны лежать, по мнению Бэра, два основных принципа:

1. Животных следует группировать только по совокупности признаков, важнейшими из которых являются тип строения нервной системы и особенности эмбрионального развития;

2. Связь между группами организмов нельзя представить в виде непрерывного восходящего ряда форм.

В 1828 году К.Бэр на основе эмбриологических данных независимо от Кювье подразделил животных на подобные четыре типа строения. Причем Бэр понимал под типом не только определенный тип строения, но и определенный тип развития данных организмов.

В начале XIX века в самостоятельную науку начала оформляться анатомия и морфология растений. Среди ученых складывается представление о сродстве строения растений, возникает учение о метаморфозах органов. Исторически учение о метаморфозе вылилось в представление, что все органы растения являются результатом превращений листа. Причины метаморфоза расценивались учеными по-разному. Каспар Вольф считал, что «соки» растения истощаются и ухудшаются по направлению к верхушке, так что цветы и плоды – это дегенерированные листья. Другие считали, что наоборот. Несмотря на наивность, учение о метаморфозе внесло в описательную морфологию растений единообразие.

Дальнейшее развитие морфология растений получила в работах швейцарского ботаника **Огюста Декандоля** (1778–1841). Свои воззрения он изложил в книге «Элементарная теория ботаники» (1813). Декандоль вводит понятие о симметрии растительных форм. В основе структуры растения, особенно в основе строения цветка, лежит «определенный симметричный план, который может в отдельных случа-

ях модифицироваться, причем такого рода изменения в одном органе, согласно закону корреляций Кювье, отражаются в большей или меньшей степени в других органах».

В последующие десятилетия шло накопление фактических данных о строении растительных тканей, были описаны сосудисто-волокнистые пучки, архегонии у голосеменных и др. Также накапливались знания об образовании генеративных органов растений, процессе оплодотворения, строении и развитии растительного организма. В первые десятилетия многие ботаники оспаривают наличие пола и оплодотворения у растений, хотя работами Камерариуса в начале XVIII века было экспериментально показано, что цветы содержат мужские и женские половые органы. Наличие пола у растений неоспоримо доказывали также работы немецкого врача *Карла Фридриха Гертнера* (1772–1850), который подробно описал строение цветка и значение всех его органов, способы перенесения пыльцы, указал на роль насекомых в этом процессе, привел результаты своих многочисленных опытов по скрещиванию растений. Однако сам процесс оплодотворения и развитие зародыша оставались неизвестными. Это стало возможным выяснить только в 30-е годы XIX века с совершенствованием микроскопической техники. Процесс прорастания пыльцы, образование пыльцевой трубки были случайно открыты математиком, астрономом и оптиком итальянцем *Джованни Батиста Амичи* (1786–1863, под сконструированным им микроскопом) рассмотревшим рыльце пестика портулака, опыленное пыльцой. Англичанин *Роберт Броун* (1773–1858) показал, что семяпочка состоит из ядра – *нуцеллуса* – и двух покровов – *интегументов*, между которыми есть отверстие – *микропиле*. Он предположил, что пыльцевые трубки дорастают до микропиле и входят в семяпочку через него. Однако в 30-е годы XIX века теория пола и оплодотворения у растений снова зашла в тупик из-за ошибочной гипотезы, высказанной немецким ботаником *Маттиасом Шлейденом* (1804–1881) в 1837 году. Согласно Шлейдену, кончик пыльцевой трубки, пройдя через оболочку зародышевого мешка, превращается в зародышевый пузырек, который дает нача-

ло зародышу растения. Зародышевый мешок рассматривается только как источник питательных веществ, оплодотворения нет. Шлейдена, весьма авторитетного в это время ученого, поддержали многие, образовав направление «поллинистов» (поллен – пыльца), отрицавших наличие пола у растений. Шлейден сравнивал пыльцу цветковых растений со спорами низших и заявлял, что растения размножаются только бесполом путем. Развернулась широкая дискуссия между «поллинистами» и сторонниками процесса оплодотворения у растений. Наибольший вклад в опровержение взглядов «поллинистов» внесли работы Д.Амичи, которыми он, детально изучив микроскопию семязачатки, показал наличие яйцеклетки и развитие зародыша из нее после оплодотворения с помощью пыльцевой трубки. В России ценные работы были сделаны *Николаем Ивановичем Железновым* (1816–1877) и позже *Львом Семеновичем Ценковским* (1822–1887). Н.И.Железнов изучил развитие пылинки, описал тетрады пылинки, одним из первых исследовал строение цветка в процессе его онтогенеза. Л.С.Ценковский в 1846 году выступил против взглядов Шлейдена на основе своих данных по эмбриологии хвойных. Окончательный разгром «поллинистам» был нанесен немецким ботаником *Вильгельмом Гофмейстером* (1824–1877). В 1847-1849 годах вышли в свет его работы, в которых он подробно описывал процесс оплодотворения и развития зародыша из оплодотворенной яйцеклетки. Гофмейстер обнаружил, что в зародышевом мешке, находящемся в завязи, на противоположных концах имеются две группы клеток, в каждой из них по три клетки. Одна – на одном конце – яйцеклетка, рядом с ней сенергиды. Антиподы на противоположном конце принимают участие в питании зародыша. В дальнейшем, опровергая Шлейдена, Гофмейстер подробно изучил половые процессы у мохообразных, плаунов, папоротников, доказав, что и у споровых растений имеется половое размножение. Открыл чередование поколений у растений, пришел к выводу о родственной связи между всеми группами растений, высказал предположение о том, что между споровыми растениями и покрытосеменными связь лежит через голосеменные.

Введение в начале XIX века понятия о сродстве растений привело к попыткам создать естественную систему растительного мира. Целью, к которой стремились авторы многочисленных «естественных систем», было по возможности полное отображение существующих в природе связей между различными биологическими группами, объединение их во всеобъемлющую иерархию соподчиненных таксонов и выявление степени близости этих таксонов друг к другу. Наиболее известными системами этого периода стали системы *Огюста Декандоля* (1778–1841) и *Павла Федоровича Горянинова* (1796–1865). Декандоль впервые опубликовал свою систему в 1813 в «Элементарной теории ботаники». Система Декандоля была «нисходящей», в начале помещены двудольные покрытосеменные. Все растения Декандоль также разделил на две большие группы: тканевые и клеточные. Восходящей системой стала система Горянинова, который выделил споровые, голосеменные, однодольные покрытосеменные и двудольные покрытосеменные.

Главной проблемой физиологии растений в первой половине XIX века оставалась проблема питания растений. Четко обозначились взаимоисключающие представления о водяном, воздушном и гумусовом питании растений. Большинство ученых при этом руководствовались рассуждениями и лишь немногие пытались поставить физиологию растений на экспериментальную основу. Наибольшее значение имели экспериментальные работы *Никола Соссюра* (1767–1845). В свою очередь Соссюр опирался на работы Лавуазье, Ингенхауза и Сенебье. Капитальный труд Соссюра вышел в 1804 году, назывался «Химические исследования растений». Он содержал многочисленные опытные данные и выводы о различных сторонах жизнедеятельности растений, и прежде всего о питании – воздушном и почвенном, без взаимоисключения. Центральным местом работы стал вопрос о значении атмосферного углекислого газа. Соссюр экспериментально доказал участие углекислого газа и воды в синтезе органических соединений, влияние света на этот процесс, а также показал необходимость для растений минеральных веществ из почвы.

Однако среди ученых широко была распространена гумусовая теория питания растений. Немецкий агрохимик *Альбрехт Тэер* (1752–1828) считал, что увеличение количества перегноя является основным условием повышения урожайности. Тридцатилетнее господство гумусовой теории сказалось отрицательно на изучении механизмов питания растений. Только в 40-х годах Ю.Либих выступил против роли органических соединений в жизни растений и выступил за особую роль минеральных веществ. Пищу растений, по мнению Либиха, составляют неорганические соединения воздуха и почвы. Воздух поставляет углерод в составе углекислого газа, азот поступает из аммиачных соединений почвы, водород и кислород из воды, калий, кальций, сера, фосфор – из почвы. Полная ясность в источниках азота для растений была внесена французским агрохимиком *Жаном Батистом Буссенго* (1802–1887). С помощью точных экспериментов он показал, что источниками азота для растений служат нитро- и аммиачные соединения почвы.

К началу XIX века относится зарождение учения о дыхании растений, связанное также с именем Н.Соссюра. Соссюр доказал, что растения дышат как и животные, используя кислород. Стоит заметить, что большинство ботаников не обратили внимания на эти работы Соссюра, и среди них бытовало мнение о том, что растения дышат углекислым газом, выдыхая кислород. Проводились исследования по проблемам передвижения соков и транспирации у растений. Научный подход к решению вопроса о поступлении питательных растворов в растения и о различиях в составе восходящего и нисходящего токов был намечен работами *Анри Дютроше* (1776–1847), который открыл явление эндоосмоса. В 1828 году он ввел в физиологию растений понятие осмоса и показал, что движения органов растений можно объяснить изменениями тургора клеток, который зависит от осмотических явлений.

Изучение роста растений в XIX веке ознаменовалось открытием и опытным доказательством существования у них *геотропизма* английским ботаником и растениеводом *Томасом Найтом* (1750–1838).

Таким образом, в первой половине XIX века все четче очерчивались проблемы, предмет и задачи физиологии растений. Все это способствовало превращению ее в самостоятельную науку.

Продолжалось также активное изучение низших форм жизни. Открытие в XVII веке А.Левенгуком разнообразных микроорганизмов привело к описанию в течение XVII и XVIII веков большого количества микроскопических форм, которые считались простейшими животными и изучались преимущественно в зоологии. В начале XIX века для обозначения простейших был введен новый термин *Protozoa*. Впервые его использовал **Георг Гольдфус** (1782–1848) – немецкий зоолог. Он объединил под этим названием не только простейших, но и полипов, медуз, коловраток и мшанок. В это время внимание многих микроскопистов было направлено на поиски характерных особенностей строения различных микроорганизмов, и здесь не обошлось без ошибок из-за несовершенства микроскопической техники.

Протистология многим обязана немецкому натуралисту **Христиану Эренбергу** (1795–1876). Он открыл много новых родов простейших, однако, используя популярную теорию Жоффруа о едином плане строения всех животных, стремился обнаружить у микроорганизмов органы подобные желудку, сердцу и т.п. Перелом во взглядах на место простейших в органическом мире произошел с появлением работы **Феликса Дюжардена** (1801–1860). В 1835 году он опубликовал сообщение, в котором показал, что тело корненожек состоит из простого комочка живого вещества, которое Дюжарден назвал *саркодой*. После формулирования клеточной теории в 1838-39 гг. открылись принципиально новые возможности для трактовки микроскопического строения организмов. Клеточную теорию к изучению простейших впервые применил ботаник, протистолог **М.Бари** (1802–1855). В 1843 году в труде «Сравнение инфузорий с клеткой», он утверждал, что они являются одной клеткой, обладают ядром и размножаются путем деления. В 1845 году немецкий зоолог **Карл Зибольд** (1804–1885) окончательно сформулировал учение об одноклеточной природе простейших.

Дальнейшему развитию протистологии, изучению морфологии простейших способствовали исследования **Льва Семеновича Ценковского** (1822–1887). В своей докторской диссертации он дал подробное описание морфологии и развития различных простейших, водорослей и грибов. Изучил процесс образования цист у инфузорий, выяснил механизм размножения некоторых корненожек, в частности, солнечников.

В начале XIX века начинается разделение протистологии и бактериологии. Возникновению бактериологии как науки способствовало решение трех главных научных проблем первой половины XIX века: установление причин инфекционных заболеваний, а также природы процессов брожения и гниения и проблемы самозарождения жизни.

Первые указания на участие дрожжей в процессе брожения сделал в 1803 году **Луи Жан Тенар** (1777–1857). Провозглашение новой, биологической природы брожения сразу же натолкнулось на оппозицию в лице сторонников химической природы брожения – Берцелиуса, Мичерлиха и Либиха. Завязалась длительная дискуссия, которая завершится только во второй половине XIX века победой биологической теории благодаря работам Л.Пастера.

Открытие и накопление сведений о бактериях возбудило интерес к изучению их строения, способов движения и размножения, вызвали первые попытки их систематизации. В первой половине XIX века существенные работы в данной области сделаны Х.Эренбергом. Он разделил класс инфузорий на 22 семейства, три из которых принадлежали бактериям. Среди бактерий Эренберг выделил четыре рода, сохранившихся до настоящего времени: *p.Spirillum*, *p.Spirocheta*, *p.Bacterium*, *p.Vibrio*.

Большое значение для зарождения и развития микробиологии имели работы **Фердинанда Кона** (1828–1898) – немецкого физиолога и ботаника. Ф.Кон предложил свою классификацию микроорганизмов, руководствуясь морфологическими, экологическими и функциональными признаками. Его классификация имела большое значение и не утратила своей ценности по настоящее время. Он более тщательно

изучил строение бактерий, разделил их по совокупности признаков на подсемейства. Хотя следует отметить, что Ф.Кон ошибочно предполагал, что все бактерии относятся не к животным, а к растительным организмам.

Совершенствование микроскопической техники в XIX веке позволило подойти к изучению внутреннего строения клеток, прежде всего, растительных. Сначала удалось заметить самое плотное образование у растительной клетки – клеточную стенку. Затем было открыто клеточное ядро. Хотя ядра в клетках кожи угря описал еще **Ф.Фонтана** (итальянский химик и натуралист) в 1781 году, но это открытие было не замечено, так как сам Фонтана не понимал природу этих образований. В 1825 году ядра в клетках насиженного яйца заметил чешский биолог **Ян Пуркине** (1787–1869), потом в 1831-1832 гг. их описал французский ботаник, цитолог и эмбриолог **Шарль Мирбель** (1776–1854) в растительных клетках. В 1833 году англичанин **Роберт Броун** (1773–1852) показал, что ядро является обязательной составной частью всякой клетки. Вскоре клеточное ядро привлекло к себе внимание **Маттиаса Шлейдена** (1804–1881) (немецкий ботаник) и **Теодора Шванна** (1810–1882) (немецкий гистолог, физиолог). Именно Шлейдену принадлежит ошибочная теория новообразования клеток, в которой клетка формируется из бесструктурной массы вокруг ядра (цитобласта).

Рубеж 30-х и 40-х годов XIX века ознаменовался фундаментальным обобщением – созданием клеточной теории Т.Шванном. Для формулирования положений клеточной теории Т.Шванн использовал результаты работ Я.Пуркине и М.Шлейдена. Клеточная теория Шванна содержала три главных обобщения – доказательства клеточного строения всех организмов; теорию образования клеток (ошибочная теория цитобласта Шлейдена), определение роли клеток в росте и развитии организмов.

Дальнейшая разработка клеточной теории связана с изучением внутренней организации клеток. Я.Пуркине ввел для обозначения основного вещества клеток понятие *протоплазмы*. С начала 40-х годов

против Шлейденовской теории новообразования клеток решительно выступают многие зоологи, ботаники, физиологи. В 1855 году в немецком журнале «Архив патологической анатомии и физиологии» физиолог **Рудольф Вирхов** (1821–1902) опубликовал знаменитую статью «Целлюлярная патология», в которой высказал прогрессивные положения: клетки размножаются путем деления; наибольшее значение в жизни клеток имеет протоплазма и ядро, а не оболочка; болезнь организма – болезнь клеток, из которых он состоит. Однако было немало и ошибочных утверждений: отрицание целостности организма, характеристика его как суммы автономных единиц – клеток. Правильное положение о размножении клеток путем деления сразу же было принято учеными, а ошибочное утверждение подвергнуто резкой критике. Так, **Иван Михайлович Сеченов** (1829–1905), русский физиолог, предлагал различать морфологическую автономность клетки как структурной единицы сложного организма, тогда как о физиологической автономности отдельной клетки говорить нельзя.

На фоне цитологии в XIX веке бурно развивается гистология. Хотя первые попытки классификации тканей высших животных и человека были весьма неудачными. Французский анатом, физиолог **Ксавье Биша** (1777–1802), не применяя микроскопию, выделил 21 ткань у человека, большая часть выделена совершенно искусственно. Началом гистологии как науки можно считать издание в 1819 году работы немецкого анатома **К.Майера** «О гистологии и новом подразделении тканей человеческого тела». Три года спустя другой немецкий анатом **Карл Хойзингер** (1792–1888) в книге «Система гистологии» определил задачи этой науки примерно так же, как они определяются в наше время. Новую науку Хойзингер разделил на описательную гистологию, на учение о развитии тканей, на изучение законов развития и существования тканей.

В середине века (50-е годы) наступил переломный момент в развитии гистологии, так как в печати появились руководство немецкого гистолога и эмбриолога **Рудольфа Келликера** (1817–1905) «Гистология, или учение о тканях человека» (1852) и учебник немецкого гис-

толога **Франца Лейдига** (1821–1908) «Гистология человека и животных» (1857). Оба автора разделили ткани всех высших животных на четыре типа: соединительную, клеточную, мышечную и нервную.

В XIX веке продолжает развиваться география растений и животных и оформляется экология как самостоятельная наука. Большое значение для формирования экологического мышления натуралистов первой половины XIX века имели труды немецкого путешественника, географа и естествоиспытателя **Александра Гумбольта** (1769–1859), которого по праву считают основоположником географии растений, геофизики и гидрогеографии. Гумбольт описал роль климатических условий в жизни растений, обосновал идею горизонтальной зональности и вертикальной поясности растительности, им было выделено 17 типов растительных формаций. Значительное влияние на развитие экологических представлений имели работы российского естествоиспытателя **Питера Симона Палласа** (1741–1811). На страницах его российско-азиатской зоогеографии приведены характеристики многих видов животных с экологическими факторами их среды обитания. Проблемы влияния среды ставили в своих работах и эволюционисты Ж.Б.Ламарк и Э.Жоффруа Сент-Илер.

В 1833 году польский орнитолог **Константин Глогер** опубликовал сводку о влиянии климата на поведение, выбор мест обитания, степень оседлости, окраску птиц. Капитальной эколого-географической сводкой явилась трехтомная монография «Географическое распределение животных» (1853) чешского зоолога **Л.К.Шмарды**. Характер распространения животных он объяснял воздействием на них среды: тепла, света, воздуха, климата, питания, местообитания.

В 20-х годах XIX века возникло понятие растительной формации как группы растений, определяющей внешний облик растительного покрова участка Земли. Началось описание различных формаций на поверхности Земли. В ходе подобного рода работ постепенно формировалась идея о наличии взаимодействия между определенными видами и о влиянии растительности на почву. В середине XIX века все более отчетливо стало намечаться выделение *геоботаники* как само-

стоятельной дисциплины, формулировались принципы и методы изучения растительных группировок.

Развивалась также экология животных. Уже в 30-е годы сформировалось понятие популяций и началось их пристальное изучение. Динамика численности и закономерности роста была впервые изучена бельгийским статистиком *А.Кетлэ* (1796–1874) и его учеником *П.Ф.Верхолстом* (1804–1849). Они показали, что рост популяций идет по логарифмической кривой.

Накоплению экологических данных были посвящены работы многих русских биологов. В 30-40-х годах были описаны многие районы России: Камчатка, Сибирь, Кавказ, степные ландшафты. Среди биологов XIX века особое место занимает *Карл Францович Рулье* (1814–1858), считающийся одним из основоположников русской экологической школы. В многочисленных статьях, лекциях Рулье сформулировал важнейшие принципы и методы экологии. Рулье указывал на взаимодействие животных с окружающим их миром, называя это всеобщим законом. Экологические воззрения Рулье отличались динамизмом, он призывал исследовать группы растений и животных в постепенном взаимном развитии «организации и образа жизни посреди определенных условий». Рулье осветил также важнейшие специальные вопросы экологии. Дал определение понятию «среда», предложил классификацию экологических факторов, в числе которых различал не только физические и биотические, но и воздействие человека (антропологические). В поле зрения Рулье были также вопросы о популяциях, адаптациях, приспособительных типах организмов, изменчивости. Он занимался также прикладными вопросами: акклиматизации, одомашнивания. Идеи Рулье нашли отражение и в работах его ученика *Николая Алексеевича Северцова* (1827–1885) – зоолога, зоогеографа. Ему принадлежит монография, содержащая специальные экологические исследования – «Изучение периодических явлений в жизни зверей, птиц, рептилий Воронежской губернии» (1855).

Таким образом, к началу второй половины XIX века процесс формирования экологии продвинулся далеко вперед, определились ее

основные принципы, методы и точки приложения на практике. Для окончательного становления экологии как науки требовался прочный методологический фундамент, которым явилось эволюционное учение Ч.Дарвина, ознаменовавшее начало нового этапа в развитии биологических наук.

Рассмотренная выше первая эволюционная теория Ж.Б.Ламарка появилась на рубеже XVIII и XIX веков и не получила широкого признания из-за (1) отсутствия убедительных доказательств; (2) нераскрытия механизмов эволюционного процесса; (3) неготовности ученых принять новый способ мышления и понимания органического мира.

Эволюционное учение Ч.Дарвина было непосредственно связано с предшествующим развитием идей эволюции и вообще науки. Пятидесятилетний период от появления «Философии зоологии» (1809) до выхода в свет «Происхождения видов...» (1859) был периодом созревания идей эволюционного преобразования органической природы, основывающихся все больше на фактах, а не на умозаключениях.

Наиболее ожесточенная борьба креационизма и трансформизма развернулась в первой трети XIX века. Ярким представителем и защитником идей креационизма являлся выдающийся французский палеонтолог, сравнительный анатом Жорж Кювье. Успех его палеонтологических и сравнительно-анатомических исследований животных принес Кювье мировую славу и многочисленных сторонников. Формально Кювье не говорил об акте творения, но по существу его учение о четырех типах строения и «теория катастроф» подводило к этому. Концепции Кювье противостояли трансформистские взгляды других ученых. Мы уже писали о его главном противнике Э.Жоффруа Сент-Илере, развивающем идею о едином плане строения, которая имела немало последователей. Однако их знаменитый диспут 1830 года, окончившийся победой Кювье, нанес ощутимый удар идеям эволюции.

Важное значение для обоснования эволюционной концепции имело возникновение в 30-е годы XIX века исторической геологии и палеонтологии, противопоставивших катастрофам Кювье гипотезу

постепенного исторического изменения облика Земли путем медленных непрерывных преобразований в течение огромных геологических периодов. После поражения в споре с Кювье Э. Жоффуа Сент-Илер не отказался от своих убеждений. Менее, чем через год, в статье «О степени влияния окружающей среды на изменение животных форм», он писал, что не сомневается в том, что современные животные связаны с давно вымершими формами непрерывной цепью переходов.

Отдельные высказывания в пользу признания эволюции в 30-40-е годы XIX века встречались также в трудах немецких ученых *Леопольда фон Буха* (1774–1853) и *Бернгарда Котта* (1808–1879), а также австрийского ботаника *Франца Унгера* (1800-1870), бельгийского палеонтолога *Жана Д'Омалиуса* (1783–1875) и других.

Особый интерес представляет вопрос о зарождении идеи отбора как фактора эволюции. Характерно, что все ученые, высказывающие мысли о роли отбора в природе, были англичанами. Вероятно, этому способствовала бурно развивающаяся в это время именно в Англии селекция. Метод отбора широко использовался в выведении новых пород животных и сортов растений. Три ученых: *Вильям Уэллс*, *Патрик Мэттью* и *Эдвард Блит*, определенно писавших об отборе, были отмечены Дарвином в его «Происхождении видов ...».

В.Уэллс писал о происхождении рас у человека, сопоставив этот процесс с искусственным отбором, применяемым в селекции. Английский лесовод П.Мэттью чисто интуитивно, по аналогии с искусственным отбором, предположил, что отбор является тем механизмом, с помощью которого осуществляется в природе изменение видов (1831). Сам же отбор осуществляется благодаря наличию в природе борьбы за существование. Наряду с этим, Мэттью приписывал большую роль в эволюции прямому действию условий жизни и ввел добавочный фактор – желание (волю) или «чувство» организма, ответственный за ускорение процесса. Своеобразно идею эволюции Мэттью увязывал с теорией катастроф. По его мнению, немногочисленные уцелевшие низшие формы после катастроф снова дают все многообразие. Э.Блит в 1835 и 1837 годах в двух статьях, опубликованных в

английском «Журнале заседаний Линнеевского общества» высказал мысль о том, что в природе существует жестокая конкуренция и борьба за пищу, поэтому только сильнейшие, наиболее приспособленные к условиям данной местности, могут оставить потомство. Однако, удивительно, что Блит приводит эти взгляды для обоснования постоянства видов.

Как одного из своих предшественников Ч.Дарвин указывает французского ботаника **Шарля Нодэна** (1815–1899). В одной из своих первых работ (1852), статье «О видах и разновидностях», Нодэн высказывал убеждение, что сходство в строении организмов является следствием их кровного родства, и объясняется, если принять идею общности происхождения и эволюции форм. Нодэн пишет, что система живых существ представляет собой генеалогическое древо, механизм видообразования сходен с применяемым человеком в селекционной практике, разница лишь в количестве и времени. Однако Нодэн допускал существование некой вечной, таинственной силы, определяющей организацию живых существ, был сторонником концепции «конечных причин» Ж.Кювье (организм устроен так, что его органы не только скорректированы друг с другом, но и заранее приспособлены к жизни в определенных условиях).

Развитие идеи эволюции в России

Большая часть естествоиспытателей России в первой половине XIX века разделяла идеи эволюционного развития природы. Убежденным сторонником идеи развития органического мира был **Иустин Евдокимович Дядьковский** (1747–1841), врач по образованию. Еще в 1816 году он писал о превращении одних видов в другие под влиянием пищи, климата и образа жизни, о единстве происхождения животных и человека. Характерными для периода 20-30-х годов XIX века являются работы **Павла Федоровича Горянинова** (1796–1865) (ботаник-систематик) и **Эдуарда Ивановича Эйхвальда** (1795–1876). Природа, по Горянинову, едина, от первичного эфира до человека прослеживается непрерывная линия постепенного восхождения от низ-

шему к высшему (в виде спирали). Однако сколько-нибудь конкретных представлений о процессе эволюции и ее движущих силах в его работах нет. Э.И.Эйхвальд в 1829 году в двухтомном курсе зоологии писал, что основные типы животных возникли не сразу, а образовались постепенно от общего корня.

В начале и особенно в середине 30-х годов в России уже встречаются попытки рассматривать эволюцию как конкретный процесс видообразования. Отчетливое выражение это получает в работе К.Бэра «Всеобщий закон развития природы» (1834). На основе данных о географическом размещении животных, данных палеонтологии, систематики и сведений об изменчивости животных в домашнем состоянии, он не только пришел к выводу об эволюции органического мира, но и признал проблему эволюции отправным моментом биологических исследований.

К.Бэр считал эволюцию от низших до самых высших форм недоказанной, но не исключал возможности, что в дальнейшем это будет доказано. Критерием высоты организации он предложил использовать подвижность организмов, строение головного мозга, его размеры относительно массы тела. Что касается причин изменчивости и развития органических форм, взгляды К.Бэра были противоречивы. Будучи естествоиспытателем, он рассматривал эти вопросы как результат взаимодействия организмов со средой. Однако, переходя к рассмотрению движущих сил эволюции от низшего к высшему, он становился на идеалистические позиции, говоря о «целеустремленности». В 1850 году К.Бэр обсуждает возможность объяснения эволюции с помощью отбора и отвергает ее как материалистическую.

В 40-50-е годы попытку создать целостное учение о развитии органического мира сделал К.Рулье. Рулье понял, что изменчивость и наследственность организмов неразрывны и взаимосвязаны. Наследственность обладает устойчивостью, поэтому не всякое воздействие среды ее изменяет, но возникшие изменения могут накапливаться и приобретают эволюционное значение.

Под внешними условиями Рулье понимал не только абиогенные факторы, но и взаимодействие между особями и их группами. Он различал внутривидовые и межвидовые отношения, писал о «соперничестве видов», о «войне в природе». Нет у Рулье только понятия об отборе, поэтому он не смог объяснить целесообразности в природе. Рулье глубоко понимал взаимосвязь индивидуального и исторического развития и в 1854 году разработал *сравнительно-исторический метод* исследования в биологии.

Научная деятельность К.Рулье проходила в довольно мрачный период царствования Николая I. Прогрессивные взгляды ученого встречали резкую критику со стороны клерикальных кругов духовенства, его книга «Жизнь животных по отношению к внешним условиям» была запрещена. С 1852 года Рулье запретили выступать с публичными лекциями. Неотступная травля ученого, начиная с 1847 года, привела к его гибели в 1858 году, в возрасте всего 44 лет.

Социально-экономические и научные предпосылки возникновения дарвинизма

В XIX веке начинается бурное развитие капитализма и особенно в Англии. Резко возросли темпы развития производства, что повысило потребности в сырье, стимулировало развитие животноводства, растениеводства. Погоня за прибылью увеличивала конкуренцию, порождала новые отрасли хозяйства и обслуживания. Именно в Англии в первой половине XIX века наблюдалось бурное развитие селекции, становление ее не только как отрасли хозяйствования, но и как новой науки. Английскому селекционеру-животноводу *Р.Бэкуэлу* в короткий срок путем скрещивания и отбора удалось вывести много новых пород крупного рогатого скота, лошадей, овец, свиней и собак, кроликов, птиц. Успешными были также работы по выведению сортов сельскохозяйственных и декоративных растений. В научных журналах стали появляться статьи о методах выведения новых пород животных и сортов растений, что указывало на становление селекции как науки.

Развитие капиталистических производственных отношений стимулировало и развитие наук. Появились новые экономические теории *Давида Рикардо* и *Адама Смита*. В естественных науках значительных успехов достигли сравнительная анатомия животных и палеонтология. В зоологии и ботанике активно разрабатывалась идея естественной системы. На единство происхождения живых организмов указывали такие открытия, как клеточная теория, синтез органических соединений из неорганических (Ф.Велер), теория униформизма в геологии (Ч.Лайель).

Основные черты учения Ч.Дарвина. Научная деятельность Ч.Дарвина

Чарльз Роберт Дарвин (1809–1882) родился 12 февраля 1809 года в Шрусбери в семье врача Роберта Дарвина. Он учился на медицинском факультете Эдинбургского университета, но не окончил его. Закончил Дарвин богословский факультет Кембриджского университета, однако больше всего Дарвина интересовали лекции по ботанике и геологии, которые именно здесь блестяще читали соответственно *Джон Генсло* и *Адам Седжвик*. В декабре 1831 года по их рекомендации Чарльз отправляется в кругосветное путешествие на корабле «Бигль» в качестве судового натуралиста. Во время путешествия он посетил страны Южной Америки, Галапагосские острова, Африку, Австралию, где активно собирал коллекции животных, растений, минералов для Британского национального музея. Обширные дневники Ч.Дарвина написаны очень увлекательно и пользовались большим успехом. Сделанные наблюдения, а также необыкновенная начитанность Дарвина (он знакомился практически со всей вновь выходящей в Англии научной литературой), натолкнули его на мысль об естественных законах, которые лежат в основе превращения видов. Первые заметки на эту тему сделаны в 1837 году. В 1842 и 1844 годах Дарвин делает некоторые наброски теории и задумывает большой труд, обширный и основательно доказанный. Много времени у него отнимает обработка материалов путешествия, геологические (Дарвин описыва-

ет происхождение атоллов) и зоологические (большой труд по усоногим ракообразным) исследования. Вопросами эволюции вплотную Ч.Дарвин начал заниматься в 1854, в 1856 году по совету Ч.Лайеля он начинает писать книгу.

В 1858 году молодой английский натуралист *Алфред Рассел Уоллес* (1823–1913) присылает Ч.Дарвину с островов Малайского архипелага на рецензию статью «О стремлении разновидностей к неограниченному уклонению от первоначального типа». В ней излагались взгляды, близкие к теоретическим посылкам Дарвина. Ч.Лайель и Дж.Гукер, друзья Чарлза Дарвина, уговаривают его поместить вместе со статьей А.Уоллеса в «Журнале заседаний Линнеевского общества» и свою статью, что он и делает. Обе статьи не привлекают внимания ученых.

В ноябре 1859 года выходит в свет первое издание основного труда Дарвина – «Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь». Первый тираж раскуплен в течение одного дня. Затем книга многократно переиздается, переводится на другие языки. Первый перевод на немецкий сделан в 1860 году (Э.Геккель), второй – на русский – 1864 (К.А. Тимирязев). В 1868 году выходит монография Дарвина «Изменение домашних животных и культурных растений», а в 1871 – «Происхождение человека и половой отбор».

Эволюционное учение Ч.Дарвина включало рассмотрение доказательств исторического развития органического мира, механизмов (движущих сил) эволюционного процесса, путей эволюционных преобразований.

Доказательства эволюции по Дарвину

А) Палеонтологические находки представляют собой летопись эволюционного процесса. Постепенное увеличение сходства ископаемых форм с ныне живущими организмами позволяет составить представление о последовательности эволюционных изменений. Дарвин использует как собственные палеонтологические раскопки, так и обширные данные Ж.Кювье.

Б) Эволюция подтверждается и особенностями эмбрионального развития зародышей. Закон зародышевого сходства эмбрионов на начальных стадиях развития К.Бэра указывает на общность происхождения.

В) Эколого-географические закономерности распределения живых существ на Земле и зависимость организации животных и растений от условий обитания говорит об эволюционных изменениях органического мира. Дарвин пользуется собственными многочисленными данными о различиях и сходствах островковых и континентных флор и фаун, объясняя их климатическими и ландшафтными особенностями местности.

Движущие силы эволюции по Дарвину.

В качестве механизмов эволюции Дарвин рассматривает *изменчивость, наследственность и естественный отбор*. Среди изменений для эволюции имеют значение только наследуемые. В связи с этим Дарвин вводит понятия *определенные* и *неопределенные* изменения. Определенные изменения носят групповой характер, совершаются в определенном направлении, обусловленном действием окружающей среды. Большей частью они не наследуются. Неопределенные изменения индивидуальны, ненаправлены, непосредственно не зависят от условий существования и наследуются. Таким образом, для эволюции имеют значение только неопределенные изменения. Дарвин не ставил своей задачей выяснение причины, природы неопределенных изменений, в то время это не представлялось возможным, но указывал, что эти изменения могут оказаться бесполезными, вредными или полезными. Преимущество получают особи, имеющие полезные в этих условиях изменения. Причиной естественного отбора в природе становится *борьба за существование*. К несчастью для себя, Дарвин подчеркивает, что идеей о борьбе за существование он обязан Т.Мальтусу, в книге которого статистически доказывалось, что размножение (человека) идет по геометрической прогрессии, а средства к существованию растут по арифметической. Обвинения в мальтузианстве, человеконенавистничестве долго преследовали Дарвина за это неосторожное цитирование. Дарвин дает прекрасный анализ наличия

борьбы за существование в природе, выделяет и обосновывает формы (межвидовая, внутривидовая, с неблагоприятными условиями среды) и характер (конкуренция, хищничество, паразитизм) борьбы за существование, описывает сложные взаимосвязи различных групп организмов в природе, и вполне мог бы обойтись без цитирования Т.Мальтуса. Наиболее ожесточенной он считает внутривидовую борьбу, так как особи одного вида нуждаются в одинаковой пище и других сходных условиях жизни. Таким образом, *естественный отбор* – неизбежное следствие борьбы за существование. Имеющие преимущество особи получают больше шансов оставить потомство. Целесообразность приспособления относительна и работает только в определенных условиях среды. Существенной особенностью естественного отбора является то, что он никогда не приводит к закреплению признаков, полезных для другого вида. Дарвин четко представлял себе, что принципом отбора нельзя объяснить возникновение и сохранение признаков, которые не носят ярко выраженного приспособительного характера. Он объяснял их наследованием всей совокупности признаков, характеризующей более приспособленные особи, среди которых есть и бесполезные, а также наличием *полового отбора*, борьбой за самку, выбором самца самкой.

Пути эволюции по Дарвину.

Наиболее четко описан *дивергентный путь* эволюции. Также Дарвин писал о длительном сохранении признаков в неизменном виде, если условия среды не изменяются (*адаптивный путь*). Менее четко звучат у Дарвина *филетический* и *конвергентный пути* эволюции.

Теория Дарвина давала основание для пересмотра существующих понятий *вид*, *разновидность*. Дарвин считал, что вид существует определенный (часто весьма большой) промежуток времени в целом неизменным, а разновидность представляет собой зачинающийся вид.

В монографии «Происхождение человека и половой отбор» Дарвин проводит тщательные сравнительно-анатомические параллели между человеком и современными человекообразными обезьянами. И делает совершенно очевидный и правильный вывод об общности их

происхождения. Сравнивая анатомическое строение, физиологические процессы, эмбриогенез человека и человекообразных обезьян, Дарвин не делает скидки и для психических особенностей человека, считая их определенной стадией развития свойств, имеющих у животных. Причем это положение он дополнительно строго аргументирует в специальной монографии «О выражении эмоций у человека и животных». Несмотря на полное отсутствие во взглядах Дарвина на происхождение человека измышлений и необоснованных умозаключений, книга его встретила яростное сопротивление (и встречает до сих пор!) не только у клерикальных кругов, обывателей, но, к сожалению, и у ряда ученых.

Кроме вышеперечисленных трудов, Дарвину принадлежат многочисленные специальные монографии по зоологии, палеонтологии, геологии, такие, как: «Живые ракообразные»; «Ископаемые ракообразные»; «Строение и распределение коралловых рифов»; «Геологические наблюдения над вулканическими островами» и т.д.

Эволюционное учение Ч.Дарвина дало мощный толчок развитию биологических наук во второй половине XIX века, став методологической основой учения о живой природе, способствовало появлению новых наук. Все это дает полное основание сказать, что Ч.Дарвин представлял собой наиболее выдающегося ученого-естествоиспытателя XIX века.

Глава 4. Развитие химических наук во второй половине XIX века

Во второй половине XIX века продолжают работы, касающиеся классификации известных элементов и их соединений, открытия новых элементов, совершенствования теоретических положений химии, а также бурного развития достигает органическая химия.

Попытки систематизации химических элементов, начатые Дёберейнером, продолжили многие химики. *Б.Шанкартуа* (1862) расположил элементы в порядке возрастающих атомных масс по винтовой линии на поверхности цилиндра. В 1863-1865 годах *Дж.Ньюлендс* пытался установить закономерность взаимного расположения элементов – так называемый «закон октав» и на его основе опубликовал таблицу элементов. Согласно «закону октав», при расположении элементов в порядке возрастания атомных масс близкие по свойствам элементы должны обнаружиться через семь элементов. Несмотря на множество ошибок, Ньюлендс в целом правильно отразил периодичность смены свойств элементов. Выделил щелочные металлы, галогены и другие сходные по свойствам группы.

Решающий прогресс в создании системы элементов был достигнут в 1869-1870 годы, когда *Д.И.Менделеев* (Россия) и *Лотар Мейер* (Германия) опубликовали независимо друг от друга таблицы химических элементов.

Лотар Мейер (немецкий естествоиспытатель) (1830–1895) получил медицинское образование, занимался сначала проблемами физиологии человека. Мейер работал в лаборатории Роберта Бунзена, изучая газовый обмен в организме человека. Результаты своих исследований Л.Мейер изложил в трудах: «Газы крови»; «О действии газообразной окиси углерода». В Гейдельберге он контактировал не только с Р.Бунзеном, но и с А.Кекуле и другими химиками. Научный путь Л.Мейера – яркое свидетельство единства проблем естествознания, их взаимосвязи. В дальнейшем Мейер так увлекся проблемами химии, что его можно считать одним из главных представителей физической

химии во второй половине XIX века. В 1860 году Мейер, как и Д.И. Менделеев, принял участие в Международном Конгрессе химиков в Карлсруе, на котором обсуждались определения основных понятий химии. Главный докладчик, защищавший важнейшие положения атомно-молекулярного учения, итальянский химик, Станислао Каниццаро, сформулировал понятия «атом», «молекула» уже с позиций появившихся новых знаний, защищал гипотезу Авогадро, до сих пор непризнанную учеными. Мейер занимается проблемами структуры веществ. В 1864 году он опубликовал работу «Современные теории химии», в которой было проведено расположение элементов по их валентности. В 1870 году, после того, как Д.И.Менделеев опубликовал свою работу «О сопоставлении свойств с атомным весом элементов», появилась статья Л.Мейера «Природа химических элементов как функция их атомного веса». Основанием для проведения систематизации стало предположение Мейера об отношении между атомным весом и атомным объемом. Таким образом, взгляды Мейера и Менделеева близки, но формулировки Мейера были более осторожными и касались лишь известных в то время элементов. Работы Мейера заложили также основу важных усовершенствований в области органического синтеза, особенно в реакциях хлорирования органических соединений. В 1887 году Лотар Мейер вместе с Д.И.Менделеевым вошел в состав группы основателей «Журнала физической химии».

Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) родился 27 января 1834 года в Тобольске. Окончил Петербургский педагогический институт, физико-математический факультет. В 1857 году Менделеев стал приват-доцентом Петербургского университета, а спустя два года за выдающиеся достижения был направлен в заграничную командировку в Гейдельберг, где работал в лабораториях немецких химика Р.Бунзена и физика Г.Кирхгофа. Одним из самых замечательных открытий этих ученых стал метод спектрального анализа, позволяющий надежно определять состав веществ. Он же позволил провести открытие новых элементов. Этим методом овладели многие ученые-химики, специализировавшиеся у Р.Бунзена, и Менделеев в их числе.

В 1864-1866 гг. Менделеев – профессор технического института. С 1867 года – профессор Петербургского университета. В 1869 году Менделеев опубликовал сообщение о систематизации известных тогда элементов. В статье «Соотношение свойств с атомным весом элементов» Менделеев впервые в истории естествознания привел систему химических элементов, которая оказала основополагающее влияние на дальнейшее развитие химических исследований. Менделеев разместил элементы в порядке возрастания их атомных масс. Он считал, что свойства элементов и их соединений периодически зависят от величины атомных масс. Открыв периодический закон, Менделеев построил периодическую систему элементов и всячески способствовал улучшению ее. Так, в 1871 году Менделеев существенно уточнил атомные массы трети известных в то время 60 элементов, предсказал существование еще неоткрытых элементов. В 1875 году был открыт предсказанный им галлий, а в 1886 году немецкий химик **Винклер** открыл германий, свойства которого описал Д.И.Менделеев. Только в 1890 году периодический закон Д.И.Менделеева получил наконец всеобщее признание.

Значительных успехов во второй половине XIX века достигает органическая химия. Успехи, прежде всего, связаны с именем немецкого химика **Фридриха Вёлера** (1800–1882), хотя ему принадлежат исследования в разнообразных областях химии. Работы по изучению радикала бензойной кислоты, проведенные совместно с другим известным немецким химиком (современником и другом) **Юстусом Либихом** (1803–1873), способствовали созданию теории радикалов и классификации органических соединений.

В 1824 году Вёлеру удалось получить щавелевую кислоту при помощи гидролиза дициана. Синтез мочевины в 1828 году из цианата аммония имел очень большое значение для развития органической химии. Во-первых, это был пример явления *изомерии*, во-вторых, это был удар по витализму. Во время работы в Гёттингенском университете Вёлер установил аналогию между кремнеорганическими и углеродными органическими соединениями. В 1863 году Вёлер впервые

получил при взаимодействии карбида кальция и воды *ацетилен* (реакция имеет огромное значение в химической промышленности).

Большое значение для развития химии имели и работы Юстуса фон Либиха. Вклад Либиха в развитие органической химии сравним лишь со значением работ Берцелиуса в неорганической химии. Им были созданы многие методы органического анализа. В работе «О конституции органических кислот» (1838) Либих изложил основы созданной им теории кислот и высказал соображения об основности.

В 40-е годы большая часть работ Либиха была посвящена введению в немецкое сельское хозяйство в 50-х годах XIX века химических удобрений и созданию предприятий по производству этих удобрений (суперфосфата, сульфата аммония). Многие исследования Ю.Либиха были посвящены физиологической химии, он изучал химические основы обмена веществ, дыхания, питания. Методы преподавания Либиха также оказали существенное влияние на химическое образование, им были впервые введены лабораторные занятия для студентов, до этого студентам читались только лекции. В лаборатории Ю.Либиха плодотворно работал Н.Н.Зинин, который по возвращении в Россию ввел практические занятия по химии в курс преподавания химии в университетах.

Работы в области органической химии в XIX веке были связаны с проблемами медицины, физиологии, а также промышленности, сельского хозяйства. Во многом эффективными оказались исследования немецкого химика **Фридриха фон Рунге** (1794–1867). Он обнаружил расширяющее действие экстрактов белены, красавки и дурмана на зрачки и выделил *атропин*. Рунге выделил также *кофеин* и *хинин*. Фон Рунге изучал свойства индиго и других красителей. Большое практическое значение имели его работы по перегонке каменноугольной смолы, из которой Рунге выделил смесь, содержащую анилин, хинолин и фенол. Впоследствии эти вещества стали использоваться для технического синтеза органических красителей. В начале 40-х годов Рунге получил торфяную смолу и выделил из нее *парафины*. Химический синтез

анилина провел Н.Н.Зинин, промышленное производство анилина впервые началось в Англии после работ *А.В.Гофмана*.

Значительный вклад в развитие органической и технической химии внесли работы выдающихся французских ученых *Марселена Бертло* (1827–1907) и *Мишеля Эжена Шевреля* (1786–1889), а также начинавшего в области химии *Луи Пастера* (1822–1895).

М.Бертло был разносторонне эрудированным химиком. Его работы во многом способствовали превращению органической химии в самостоятельную науку, а также стимулировали развитие физической химии и обогатили историю химии. В 1855 году Бертло нашел пригодные для использования в промышленности способы синтеза простых углеводов, новые пути для получения уксусной и муравьиной кислот. Исследование Шеврелем жиров, а именно он установил, что жиры являются эфирами жирных кислот и глицерина, послужили Бертло исходным пунктом для разработки методов синтеза жиров. На основании своих удачных экспериментальных работ Бертло положил начало новому направлению в органической химии – органическому синтезу. В 60-х годах Бертло занимается вопросами физической химии, в частности термохимией, но ему не удалось сделать в этой области что-либо новое, так как ему не были известны работы Гесса 1840 года, в которых он сформулировал закон термохимии. Результаты работ Бертло по изучению взрывчатых веществ и процессов взрывов были использованы для военных целей и в горном деле. В последние годы жизни Бертло занимался историей химии, опубликовал труды, посвященные начальному периоду развития химии, например, «Происхождение алхимии», «Алхимия в Древней Греции и в Средние века».

Современник Бертло, Мишель Шеврель многое сделал для промышленной химии. Его работы по исследованию жиров увенчались выделением многих жирных кислот в чистом виде, в частности, стеариновой. Стеариновая кислота стала использоваться для производства свечей, которые горели ярче и не коптели. Работы по изучению природных красителей привели к получению стойких ярких красок, используемых для окраски гобеленовых тканей знаменитой Гобеленов-

ской мануфактуры. Всю свою жизнь (а это 103 года!) Шеврель посвятил науке и внедрению ее достижений в производство. Столетний юбилей Шевреля праздновали очень торжественно, была организована выставка промышленных товаров, в производстве которых были использованы работы Шевреля. Образцы своей продукции предоставили Гобеленовская мануфактура и фабрики Бове и Савоннери; с различных производств были доставлены несколько тысяч свечей; фабрики мыла и жиров прислали лучшие образцы своей продукции. Экспонатов было так много, что выставить их все в витринах оказалось совершенно невозможным.

Развитие химической промышленности, производство удобрений, взрывчатых веществ и особенно создание анилиноокрасочной отрасли выдвинуло на повестку дня разработку теоретических основ органической химии. Выдающийся вклад в решение этой проблемы внес немецкий химик *Август Кекуле* (1829–1896). Кекуле стал одним из выдающихся теоретиков классической органической химии. В начале А.Кекуле в своих работах усовершенствовал теорию типов *Шарля Жерара* (1816–1856), введя в нее тип метана как основной для многочисленных органических соединений. Однако Кекуле понимал ограниченность этой теории, что особенно проявилось при изучении изомерии и природы радикалов. Кекуле поддерживает представление о «четырёхзначности» атома углерода и пишет о способности атомов углерода образовывать цепи. Он также принял выдвинутое Э.Эрленмейером в 1862 году представление о существовании кратных (двойных) связей, в образовании которых при условии сохранения четырехвалентности атомов углерода участвует несколько единиц средства каждого атома углерода. В 1865 году А.Кекуле предложил гипотезу о строении бензола, используя идею о чередовании в молекуле бензола простых и двойных связей. Работы Кекуле по органическому синтезу, а также его материалистические взгляды противоречили господствовавшим виталистическим представлениям. Он писал: «Химические соединения животного и растительного мира содержат те же

самые элементы, что и тела неживой природы, подчиняются одним и тем же законам»...

Современные представления о строении органических соединений имеют в своей основе исследования русского химика *Александра Михайловича Бутлерова* (1828–1886), ученика Н.Н.Зинина. В 1861 году Бутлеров, будучи профессором химии Казанского университета, посетил в Шпейере Съезд немецких естествоиспытателей и врачей, где выступил со знаменитым докладом «О химическом строении веществ». В нем Бутлеров изложил основные положения своей теории строения органических соединений. В 1869 году А.М.Бутлеров был приглашен в Петербургский университет, в 1874 году стал действительным членом Петербургской Академии наук. Будучи одним из основателей, а некоторое время и президентом Русского химического общества, Бутлеров много сделал для развития науки в России. Бутлеров был выдающимся экспериментатором: он впервые получил немало органических соединений и разработал новые методы синтеза. В 1858 году он синтезировал двухзамещенный йодистый метан, а год спустя – эфиры уксусной кислоты, метандиол из йодистого метила и ацетата серебра. Во время проведения опытов по получению свободного метандиола Бутлерову удалось получить параформальдегид. Действуя на это вещество аммиаком, Бутлеров синтезировал в 1860 году соединение, которое назвал гексаметилентетрамин, и которое вскоре стало применяться в медицине, под привычным нам названием *уротропин*. Наиболее известным синтезом, проведенным Бутлеровым, стало получение в 1861 году сахарообразного соединения из раствора гидроксида кальция и параформальдегида, которое было названо *метиленэтанолом*. Тем самым Бутлеров подтвердил высказанное *Адольфом фон Байером* (немецкий химик) предположение, что при восстановлении угольной кислоты образуется метаналь, конденсация которого приводит к углеводам. Так был указан путь, по которому идет синтез углеводов в растениях. Проведенные Бутлеровым исследования спиртов привели к получению первого третичного спирта, а в дальнейшем – завершились созданием первой правильной

классификации спиртов. Теория химического строения органических соединений, созданная Бутлеровым, открывала путь для правильного понимания связи между строением и свойствами органических молекул. А.М.Бутлеров не дождался окончательного признания своей теории. Два наиболее значительных химика, выступивших против теории Бутлерова – Менделеев и Меншуткин – лишь спустя 10 лет после смерти ученого признали ее справедливость. Теория строения органических веществ способствовала развитию органического синтеза: были синтезированы с определением структуры многие органические производные. Особый успех имели работы *Адольфа Байера* (1835–1918) и *Эмиля Фишера* (1852–1919) – немецких химиков, а также ученика А.М.Бутлерова – *Владимира Васильевича Марковникова* (1837–1904). А.Байеру удалось открыть качественную реакцию на двойные и тройные связи в органических соединениях, получить метилсалициловую кислоту, разработать метод идентификации органических соединений путем нагревания их с цинковой пылью. С помощью этого метода молодым тогда химиком, ассистентом Байера *Карлом Гребе* был открыт дешевый способ получения ализарина окислением антрацена. В лаборатории Страсбургского университета Байер впервые получил фенолфталеин и установил его структуру и индикаторные свойства. Синтезируя красители, Байер получил впервые *флуоресцин*. За заслуги в области органической химии Байеру была присуждена одна из первых Нобелевских премий по химии.

В России органическая химия развивается учениками А.М.Бутлерова в Казанском университете. Одним из наиболее выдающихся химиков-органиков был В.В.Марковников. Областью его научных интересов становится изомерия органических соединений. Он работает в лаборатории А.Байера, интересуется взаимным влиянием атомов друг на друга в органических соединениях, что является темой его докторской диссертации. Впоследствии эти исследования были объединены в «правила Марковникова». С 80-х годов в центре научных интересов Марковникова становится химия нафтеннов. В этой области заслуги Марковникова – в выделении многих соединений,

синтезе циклоалканов, разработке методов синтеза циклических кетон, нафтеновых кислот, полиметиленов. Марковников расширяет понятие нафтенов и относит к этой группе инозиты, терпены, природные спирты. За заслуги в исследовании состава кавказских нефтей международный нефтяной конгресс в Париже присудил В.В.Марковникову в 1900 году золотую медаль. Будучи в течение многих лет профессором МГУ, Марковников создал большую научную школу, его ученики – М.И.Коновалов, Н.М.Кижнер, Н.Я.Демьянов, А.А.Яковкин, В.П.Ижевский, А.П.Сабанеев и др. Он впервые открыл двери своей лаборатории женщинам: Ю.В.Лермонтова, В.Е.Богдановская-Попова стали известными учеными.

Более молодой Эмиль Фишер также учился у А.Байера. Он был выдающимся экспериментатором, разработавшим многочисленные методы для применения в химической промышленности, занимался препаративной органической химией, изучением строения природных органических соединений и стал основоположником *биологической химии*. Он изучал природу белков, углеводов, пуриновых производных, дубильных веществ, красителей. Э.Фишер показал, что в состав белков входят остатки α -аминокислот. В 1903 году Фишер провел синтез пептидов и получил дипептид – глицилаланин. Установив природу и изучив свойства пептидной связи, Эмиль Фишер в 1907 году синтезировал полипептид, состоящий из 18 аминокислотных остатков. Исследования моносахаров позволили выяснить, что это производные многоатомных спиртов – альдегиды и кетоны. Э.Фишер открыл реакцию моносахаров с фенилгидразином и впервые ввел ее в химию сахаров. Это помогло Фишеру установить пространственную организацию моносахаридов и разработать принципы классификации углеводов. Немаловажную роль придавал Э.Фишер решению теоретических вопросов химии. Например, он исследовал природу связи между пространственным расположением заместителей в углеродном тетраэдре и оптической активностью соединения. Особое значение имели работы Э.Фишера по изучению производных пиридина и имидазола, они привели его к синтезу диэтилбарбитуровой кислоты –

веронала, ставшему известным снотворным средством. За работы по исследованию сахаров и пуриновых оснований Эмиль Фишер был удостоен в 1902 году Нобелевской премии по химии. Занимаясь исследованиями структуры красителей, Фишер открыл структуру *фуксина*. По его совету, кузен – **Эрнест Фишер** (анатом) применил краситель *эозин* для окраски тканей человека и животных. С тех пор этот способ используется в гистологии и связывается с именем Эрнеста Фишера, хотя предложил его Эмиль Фишер.

Эмиль Фишер и его учитель Адольф фон Байер принимали самое непосредственное участие в разработке Женевской номенклатуры органических соединений в 1892 году, которая (с некоторыми изменениями) используется и по настоящее время. Плодотворной работе ученого во многом помешала первая мировая война, однако его учениками стала целая плеяда блестящих химиков и биохимиков, среди которых четыре лауреата Нобелевской премии – **О. Варбург, А. Виндаус, Ф. Прегль, О. Дильс** – представители уже нового, XX века.

Кроме органической химии во второй половине XIX века бурно развивалась физическая химия. В этой области наиболее значительных достижений добились такие выдающиеся ученые XIX века, как **Роберт Бунзен** (1811–1889), **Анри ле Шателье** (1850–1936), **Анри Муассан** (1852–1907), **Вильгельм Оствальд** (1853–1932), **Сванте Аррениус** (1859–1927), **Якоб Вант-Гофф** (1852–1911) и др.

Роберта Бунзена, одного из самых знаменитых химиков немецкой школы, можно не без основания назвать подлинным основоположником физико-химического направления исследований. Из области органической химии Бунзен занимался только исследованиями органических соединений мышьяка (арсенитов). Эти работы подкрепили выводы Ю.Либиха, Ф.Вёлера о радикалах как основных частях органических соединений.

В 40-х годах Бунзен занялся исследованиями в области электрохимии, а также изучением реакций в газовых смесях. Перейдя в Гейдельбергский университет вместе с физиком Г.Р.Кирхгофом, Бунзен занялся разработкой методов спектрального анализа. Бунзен был ве-

ликолепным экспериментатором, им разработано множество методов, приборов (газовая горелка, колба Бунзена). Также он усовершенствовал водоструйный насос и колориметр. Использование спектрального анализа позволило открыть несколько новых элементов. Уже в 1860 году Бунзен открыл *цезий*, а в 1861 году – *рубидий*. Ассистент Бунзена *Крупс* открыл таллий, *Райх* и *Рихтер* открыли *индий*. Позже с помощью спектрального анализа обнаружены некоторые инертные газы, актиноиды, а также *галлий* и *скандий*.

С помощью спектрального анализа стало возможным исследовать химический состав звезд, астрофизики установили, что на звездах обнаруживаются те же элементы, что и на Земле.

Исследования Р.Бунзена во многом были ориентированы на решение практических задач. Много сделано им для усовершенствования металлургических методов. В электрохимии он заменил платиновые электроды в гальванических элементах более дешевыми угольными.

Р.Бунзен был великолепным преподавателем, его лаборатория в Гейдельберге стала заветной мечтой всех молодых химиков. Многие его ученики стали выдающимися учеными: Лотар Мейер, Д.И.Менделеев, А.Байер.

Во время работы с органическими производными мышьяка у Р.Бунзена в руках взорвался запаянный сосуд. Ученый получил сильное отравление, повреждение правого глаза и слуха. Результатом этого несчастного случая стала разработка Р.Бунзеном первой инструкции по технике безопасности работы в химической лаборатории. Бунзен вывесил таблицу штрафов за нарушение правил техники безопасности, вырученные деньги шли на нужды лаборатории: посуду, реактивы, научную литературу, канцелярские принадлежности. В 1862 году Бунзен вместе со своим учеником *Роско* установили количественные закономерности фотохимических процессов – *закон Бунзена-Роско* (зависимость времени освещения от яркости предмета), который стал основой для развития фотографии.

Результатом бурного развития физико-химического направления стало установление связи между температурой кипения и химическим

строением вещества, познание природы электрохимических явлений, фотохимических и термохимических процессов, разработка количественного анализа химических реакций. Возникло новое направление исследований в химии – химическая термодинамика. Учение о химическом равновесии процессов на термодинамической основе разрабатывали в конце XIX века *Анри ле Шателье*, *Горстман*, *Вант-Гофф*, *Гиббс* и другие химики и физики.

Анри ле Шателье (1850–1936) был одним из химиков, систематически проводившим фундаментальные исследования металлургических и химико-технологических процессов. Наиболее значительные физико-химические работы Ле Шателье посвящены изучению влияния давления и температуры на равновесие в химических реакциях. На основе работ Горстмана, который рассчитал термодинамические условия процессов диссоциации и Дж.Гиббса, установившего законы термодинамического химического равновесия, Ле Шателье сформулировал *принцип равновесия*. Этот принцип описывал влияние различных факторов на состояние равновесия химических систем. Ле Шателье впервые сравнил расплав металла с раствором, сконструировал микроскоп для изучения поверхностной структуры металлов.

Анри Муассан (1852–1907) выделил в чистом виде фтор и описал его свойства. Впервые получил искусственные алмазы (1892). В 1906 году Муассан получил Нобелевскую премию по химии за получение фтора и его соединений и описание их свойств.

Вильгельм Фридрих Оствальд (1853–1932) – один из наиболее выдающихся физико-химиков конца XIX – начала XX века. Он одним из первых признал теорию электролитической диссоциации, предложенную С.Аррениусом. В 1885–1887 гг. Оствальд опубликовал 2-томный «Учебник общей химии», где изложил основные положения учения об ионах, не признаваемого большинством химиков. В 1888 году Оствальд вывел для бинарных слабых электролитов зависимость, которую назвал *законом разбавления*. В этом законе, являющимся частным случаем закона действующих масс, сформулированы соотношения между константой диссоциации электролита, электро-

проводностью и концентрацией раствора. Экспериментальное изучение и теоретическое объяснение катализа, анализ этого понятия, сформулированного Берцелиусом в 1835 году – основное содержание и достижение работ Оствальда. Эти исследования нашли применение в практике, на их основе был разработан высокоэффективный метод производства азотной кислоты, необходимой в больших количествах для производства взрывчатых веществ и удобрений. За изучение природы катализа и основополагающие исследования скоростей химических реакций Оствальд был удостоен Нобелевской премии по химии 1909 года. Заслугами Оствальда были также разработка новых методов обучения в виде семинаров, создание немецкого общества электрохимии и физической химии имени Бунзена, публикация многочисленных учебников, справочников, пособий, статей и т.д. Ошибкой Оствальда стал его «энергетизм», когда главной всеобщей существующей субстанцией признается энергия. Только в 1908 году Оствальд признает реальное существование атомов и молекул. В.Оствальд сделал многое для истории естествознания, издавая труды классиков точных наук.

Сванте Август Аррениус (1859–1927) в отличие от многих химиков не был экспериментатором, он был больше теоретиком. Аррениус не отрицал необходимости проведения экспериментов, но работа только в лаборатории не удовлетворяла его. Он разработал теорию электролитической диссоциации растворов кислот, оснований, солей. Многие ученые скептически отнеслись к новой теории, ее поддержал только В.Оствальд. Возражения против теории электролитической диссоциации основывались главным образом на том, что в классической, предложенной Аррениусом форме эту теорию можно было применять только для объяснения свойств слабых электролитов. Для преодоления этого недостатка Аррениус провел многочисленные эксперименты, стремясь доказать применение теории для всех электролитов. За разработку *теории электролитической диссоциации* С.Аррениус был удостоен Нобелевской премии по химии 1903 года.

Другим значительным вкладом Аррениуса в развитие естествознания стало подробное физико-химическое рассмотрение теории токсинов и антитоксинов. Основные результаты этих работ – появление теории антидотов.

Первую Нобелевскую премию по химии получил в 1901 году **Якоб Генрих Вант-Гофф** (1852–1911) за открытие законов *химической динамики и осмотического давления*. Вант-Гофф стал основоположником стереохимии и ввел в химию представление о пространственном строении вещества. Им введено понятие о асимметричном атоме углерода и объяснено явление оптической активности органических соединений. Представления о химическом равновесии Вант-Гофф связал с уже известными в то время двумя началами термодинамики и вывел формулу, в которой отражена взаимосвязь температуры и теплоты реакции с константой равновесия.

Крупным вкладом Вант-Гоффа в теоретическую химию было открытие аналогии осмотического и газового давления. Вант-Гофф установил, что растворенные молекулы производят осмотическое давление, равное тому давлению, которое оказывали бы те же молекулы, если бы они в газообразном состоянии заняли объем, равный объему раствора.

Глава 5. Развитие биологических наук во второй половине XIX века

Бурное развитие химии, а также эволюционное учение Ч.Дарвина способствовали прогрессивному развитию биологических наук во второй половине XIX века. На основе эволюционного учения возникают новые направления в ряде биологических наук: эволюционная палеонтология, эволюционная эмбриология, а также формируются новые науки: цитология, генетика, микробиология и т.п.

Развитие эволюционной палеонтологии. Палеонтологи, мировоззрение которых складывалось под влиянием взглядов Ж.Кювье, встретили дарвинизм враждебно. Против Ч.Дарвина выступили американский палеонтолог *Луи Агассис* (1807–1873), чешский палеонтолог *И.Барранд*.

Молодые палеонтологи встали на сторону Ч.Дарвина. Видное место среди дарвинистов занял австрийский палеонтолог и геолог *Мельхиор Неймайр* (1845–1890). Он описал эволюционные ряды третичных *палюдин* (брюхоногие моллюски) (1875). Подлинным основателем эволюционной палеонтологии принято считать ***Владимира Онуфриевича Ковалевского*** (1842–1883). Свои основные работы он выполнил за границей – во Франции, Германии, Англии, где он находился в 1869–1874 гг. По этой причине они стали доступными широкому кругу ученых, их высоко оценивал Ч.Дарвин. Первой и наиболее важной работой В.О.Ковалевского стала монография, посвященная палеонтологической истории лошадей. Ковалевский дает описание миоценового трехпалого растительноядного как предка однопалой лошади. Эволюционный ряд лошади до настоящего времени остается классическим филогенетическим рядом. Однако, главной заслугой В.О.Ковалевского было не составление эволюционного ряда, а применение метода прослеживания связи изменения формы с изменениями функции органа и образа жизни животного под влиянием преобразования условий среды. По В.О.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 одних случаях редукция боковых пальцев не сопровождалась перестройкой в костях запястья и предплюсны, в других здесь происходили существенные топографические изменения. Первый способ В.О.Ковалевский назвал *инадаптивной*, а второй – *адаптивной редукцией*. Формы, эволюция которых пошла по второму пути, имели преимущества перед первыми, у которых конечность была менее совершенна и склонна к вывихам. В результате они вытеснили первых. Эта закономерность вошла в науку под названием *закона Ковалевского*.

Исследование истории копытных убедило В.О.Ковалевского в том, что новые формы появились в одном районе, и их эволюция совершалась *монофилетически*. Позже новый тип «рассыпался» на несколько линий, продолжавших существование одновременно. Своей идеей иррадиации линий копытных, исходящих от первоначального типа (1875) Ковалевский предвосхитил «закон адаптивной радиации» *Генри Осборна* (американский палеонтолог, 1857–1935).

Заметное место в истории палеонтологии принадлежит палеонтологам-эволюционистам, стоявшим на позициях более близких к Ламарку, чем к Дарвину.

Американский палеонтолог *Эдуард Д.Коп* (1840–1897), описавший около тысячи новых видов ископаемых позвоночных животных, автор книг по теории эволюции, считается основоположником ламаркистского направления в палеонтологии. По Копу, естественный отбор имеет второстепенное значение, от него зависит лишь переживание приспособленного. Важнейшим фактором эволюции является управляемое сознанием движение. Изменения, вызванные упражнением органа, наследуются. В результате в филогенетических рядах происходят строго направленные изменения. Однако это не помешало Копу заметить важную закономерность эволюции. Им был установлен ши-

роко известный «закон неспециализированного». Согласно этому закону, высоко специализированные формы не могли стать предками новых типов. Так, млекопитающие могли произойти только от низших плохо специализированных рептилий.

Так или иначе, но палеонтологи после Дарвина стояли в основном на эволюционных позициях и старались выяснить родственные отношения между ископаемыми организмами, применяя при этом *биогенетический закон Дарвина–Мюллера–Геккеля*. Хотя нередкими были и ошибки. Поспешно составленные филогенетические ряды на деле оказывались не связанными родством. Наблюдаемые сходства признаков подчас являлись результатом конвергенции и сходства образа жизни, а не общности происхождения.

Знаменитый бельгийский палеонтолог *Луи Долло* (1857–1931) изучал морфологические особенности ископаемых животных, связанные с их образом жизни в соответствующей среде. Такой подход он назвал этологическим методом. Общие итоги своей работы он изложил в книге «Этологическая палеонтология» (1909). Он блестяще развил идеи Ковалевского о эволюции скелета в тесной зависимости от образа жизни и среды. Работы по ископаемым рыбам (особенно двоякодышащим) привели к открытию *закона необратимости эволюции* (закон Долло). Согласно этому закону организм не может вернуться даже частично к предшествующему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков. Последователи Долло стали разрабатывать проблему взаимоотношения органов и среды, сочетая изучение ископаемых организмов с изучением заключающих их осадочных пород. Такое направление в палеонтологии получило название *палеоэкологии*.

Повышение в этот период интереса к ископаемым организмам привело к новым находкам и открытиям. Одной из самых выдающихся находок в истории палеонтологии считается обнаружение скелетов *археоптериксов*, первоптиц. Все находки сделаны на территории Германии в районе Золенгофера, в плотном известковом сланце Юрского периода, в лагуне Кораллового острова. Первоптица была под-

робно описана и исследована английским палеонтологом и зоологом **Ричардом Оуэном** (1804–1892), антидарвинистом.

Вторая половина XIX века ознаменовалась большими достижениями в изучении мезозойских животных и четвероногих третичного периода кайнозойской эры Северной Америки. Работы американских биологов **Джозефа Лейди** (1823–1891), **Отниела Марша** (1831–1899), Эдуарда Копа, Генри Остборна имели большое значение для составления полного представления об эволюции некоторых групп млекопитающих, в частности копытных. К середине XIX были получены ценные материалы об ископаемых флорах Европы, Северной Америки, Гренландии, Шпицбергена, Австралии, Малайского архипелага. В 1893 году **Карл Циттель** (1839–1904) – немецкий палеонтолог – завершил пятитомное руководство по палеонтологии, в котором были собраны сведения об ископаемых организмах, накопленные за весь период существования палеонтологии до конца XIX века.

Создание эволюционной эмбриологии животных. В середине XIX века эмбриологи в основном продолжали линию К.Бэра, ограничиваясь в своих работах сравнением зародышевого развития позвоночных, главным образом птиц и амфибий. Что касается беспозвоночных, то **Август Вейсман** (1834–1914) – немецкий эволюционист – пришел к отрицанию зародышевых листков у насекомых (ошибка). Хотя в этой области было накоплено много разрозненных правильных данных, их никак не удавалось связать общей руководящей идеей. Было, например, описано дробление яиц некоторых кишечнополостных, червей, моллюсков и иглокожих, строение и превращение личинок многих беспозвоночных.

Датой зарождения эволюционной эмбриологии следует считать середину 60-х годов – они связаны с работами **Александра Онуфриевича Ковалевского** (1840–1901) и **Ильи Ильича Мечникова** (1845–1916). А.О.Ковалевский в 1865 году в своей диссертации, посвященной развитию ланцетника, обнаружил общие черты развития его с беспозвоночными. Дальнейшие работы Ковалевского в этой области (1867, 1870, 1876) уточнили и расширили первоначальные наблюде-

ния. Почти одновременно с первой работой о развитии ланцетника Ковалевский опубликовал статью по эмбриологии асцидий (1866). Он показал образование у личинок асцидий хорды и нервной трубки, тем самым доказав их родство с хордовыми.

Естественно, что открытия А.О.Ковалевского и вытекающие из них выводы не сразу встретили всеобщее признание. Против сопоставления асцидий с позвоночными выступил К.Бэр. Возражения Бэра основывались не на проверке эмбриологических открытий Ковалевского, а на сравнительно-анатомических соображениях, касающихся взрослых животных. По положению сифонов, нервных узлов и другим анатомическим признакам Бэр стремился подтвердить ошибочные заключения Ж.Кювье о систематической близости асцидий к двустворчатым моллюскам. С положениями А.О.Ковалевского не сразу согласился и И.И.Мечников, также вступивший с ним в полемику. Правильность наблюдений и выводов А.О.Ковалевского подтвердили в своих исследованиях бельгийские эмбриологи *П.ван Бенеден* и *Ш.Жюлен* (1884), а далее и многие другие ученые.

Проблема гомологии зародышевых листков позвоночных и беспозвоночных животных также успешно была решена в работах А.О.Ковалевского. При изучении развития водных и наземных малощетинковых кольцецов Ковалевский не только установил наличие у них трех зародышевых листков, из которых, как и у позвоночных, наружный дает начало покровам и нервной системе, средний – мышцам и органам выделения, а нижний – пищеварительной трубке, но и показал возникновение каждого из них из определенных бластомеров.

Большая роль в обобщении данных сравнительной эмбриологии и их использования для обоснования теории эволюции принадлежит *Эрнсту Геккелю* (1834–1919), немецкому биологу-эволюционисту. Его теория *гастреи*, то есть гастролоподобного гипотетического предка многоклеточных организмов (1874), была создана, главным образом, на фактическом материале, собранном А.О.Ковалевским. Одной из составных частей этой теории является учение о *гомологии зародышевых листков*, которая включала сходство трех критериев

стадии гастрюлы у разных животных: (1) одинаковый способ образования – инвагинацию; (2) одинаковое строение; (3) одинаковые превращения в развитии. Против этой теории высказывались весьма основательные и доказательные возражения. В работах А.О.Ковалевского, И.И.Мечникова и других ученых-эмбриологов было показано, что гастрюляция может проходить не только путем инвагинации, но и обрастания (*эпиболии*), уни- и мультиполярного вселения (*иммиграции*) и расслаивания (*деламинации*).

Таким образом, сравнительно-анатомические и сравнительно-эмбриологические исследования 60-80-х годов XIX века сделали возможным широкое обсуждение вопроса о происхождении многоклеточных животных. И.И.Мечников в работе 1886 года выдвинул в противовес теории гастреи Геккеля теорию *паренхимеллы* или *фагоцителлы*. Наблюдения Мечникова привели его к выводу, что предком многоклеточных было колониальное простейшее, часть клеток которого осталась на поверхности колонии, образуя эктодерму, а часть иммигрировала внутрь, образовав энтодерму, или *фагоцитобласт*. Обнаружение впоследствии у *трихоплакса* (тип плакозоев) подобного процесса подтвердило предположения Мечникова.

Успехи эволюционной эмбриологии заложили основу для нового подхода к проблеме соотношения онтогенеза и филогенеза. Э.Геккель и **Фриц Мюллер** (1821–1987, немецкий зоолог и эмбриолог, дарвинист) подошли к решению этого вопроса по-разному. Мюллер связал процесс преобразования личиночных стадий с действием естественного отбора и борьбой за существование. Важным новым моментом, внесенным Мюллером в понимание соотношения онтогенеза и филогенеза, явился его вывод о *многообразии типов эмбриональной дивергенции*. Кроме случая, когда первоначально сходные зародыши постепенно в ходе индивидуального развития приобретают все больше черт различия, Мюллер обнаружил, что подчас зародыши родственных форм более всего отличаются на ранних этапах онтогенеза, в других же случаях расхождение признаков приходится на середину развития.

Возрастающий интерес к филогенетической проблематике повысил значение *закона рекапитуляции*, открытого Дарвином. Этому особенно способствовал Э.Геккель, который пришел к заключению, что ведущее значение для выяснения происхождения имеют эмбриологические данные, ибо развитие особи есть воспроизведение истории вида. Абсолютизируя закон рекапитуляции, Геккель дал свою формулировку биогенетического закона: *онтогенез является кратким и быстрым повторением филогенеза*. Этот закон Геккель использовал в работе над созданием родословного древа. Он стал ядром геккелевской теории рекапитуляции, согласно которой онтогенез включает два типа признаков: палингенезы (признаки филогенетически далеких предков) и ценогенезы – вторичные признаки, возникшие в результате приспособления к определенным условиям эмбриональной или личиночной жизни.

Появление закона вызвало острую полемику с учеными, в основном антидарвинистами. Например, по представлениям **А.Р.Кёлликера** (1864), немецкого гистолога и эмбриолога (1817–1905), изменение типичного хода индивидуального развития и появление вследствие этого новых форм обуславливается неким общим имманентным законом развития. В соответствие с этим, он допускал, что без участия естественного отбора, путем спонтанных скачков, из зародыша губки может возникнуть гидроидный полип, из зародыша медузы – иглокожие, из зародыша сумчатого – грызун и т.д. **Г.Вольф** (немецкий зоолог, сторонник витализма), предпринявший попытку экспериментально доказать несостоятельность дарвиновской концепции развития, усматривал в биогенетическом законе неразрешимое противоречие, которое сводилось к следующему: в развитии особи наблюдается «целеустремленность», процессы онтогенеза ведут к определенному результату. Между тем в отношении онтогенеза дарвинисты целеустремленность отрицают, в этом Вольф усматривал противоречие и объяснял это тем, что новое в эволюционном развитии появляется в онтогенезе и не имеет отношения к филогенезу.

Геккелевская формулировка подвергалась критике и со стороны дарвинистов. *А.Оппель* (немецкий физиолог, эмбриолог) (1891) показал, что изменение эмбрионального развития обуславливается *гетерохрониями* (сдвигами во времени стадий) и *субституцией* (изменением эмбриональных органов), которые стирают следы филогенеза.

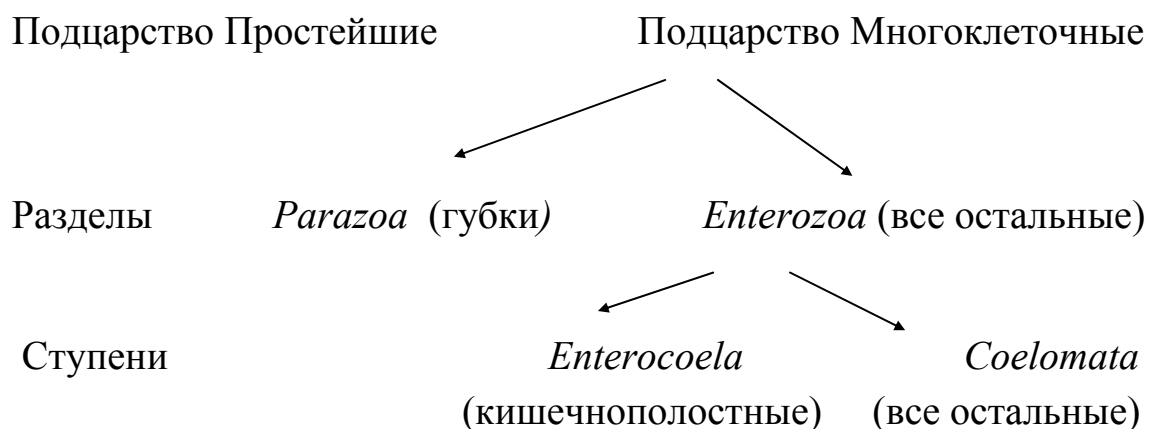
Принимая это во внимание, немецкий морфолог и эмбриолог *Эрнст Менерт* (1898), внес поправку в формулировку биогенетического закона: *«онтогенез есть измененное повторение филогенеза»*. Факты убедительно свидетельствовали о том, что онтогенез никогда не воспроизводит филогенез полностью, что течение онтогенеза в процессе эволюции видоизменяется под действием гетерохронии, гетеротопии, эмбриональных приспособлений, редукции и тому подобное. В результате представление Геккеля о том, что онтогенез есть краткое и быстрое повторение филогенеза, было оставлено. Однако сущность биогенетического закона – *принцип рекапитуляции Дарвина* – выдержал все испытания и нашел применение в конце XIX века в филогенетических исследованиях в области морфологии, гистологии, физиологии и биохимии.

Развитие филогенетической систематики животных. Вторая половина XIX века отмечена бурным развитием систематики. Ревностным сторонником филогенетического направления в систематике был Эрнст Геккель. Он же первый построил «обобщающее филогенетическое древо» органического мира.

Э.Геккель разделил органический мир на три царства: *протистов, животных и растений*. Его древо начиналось единым стволом и оканчивалось детализированными ветвями для определенных типов, классов и даже отрядов. В основании помещены монеры – воображаемые доклеточные организмы. В филогенетических схемах Геккеля было много произвольного, недостающие научные данные о переходных группах Геккель восполнял богатой фантазией. Геккель слишком переоценивал данные онтогенетического развития, придавая им абсолютное значение, а сам онтогенез рассматривал лишь как пассивное

отражение филогенеза. Тем не менее, его исследования сыграли выдающуюся роль в разработке филогенетической систематики.

Таким образом, ряд систем, предложенных *Генри Томасом Гексли* (1825–1895 – английский биолог, друг и соратник Дарвина) (1875); *Карлом Клаусом* (1835–1899 – немецкий зоолог) (1877); *Реем Ланкестером* (1841–1929 – английский зоолог и эмбриолог) (1890-1891) и Э.Геккелем имели большое распространение. У Гексли животные разделены на 8 типов. Причем иглокожие были объединены с низшими червями (плоскими и круглыми), сюда же были отнесены колдовратки. В качестве общих признаков использовалось сходство личинок. Губки рассматривались как колониальные простейшие, сами простейшие были разделены на 2 типа: *Protozoa* и *Infusoria*. К.Клаус выделил 9 типов: 1) простейшие; 2) кишечнополостные (вместе с губками); 3) иглокожие; 4) черви; 5) членистоногие; 6) моллюски; 7) моллюсковидные; 8) оболочники; 9) позвоночные. Э.Геккель впервые выделил губки в отдельный тип, соответственно, у него 10 типов. Р.Ланкестер разбил всех животных на 2 подцарства и разделил на 11 типов.



Впервые Ланкестер разделил червей на три отдельных типа: плоские, круглые и кольчатые.

В конце XIX века в систематике животных благодаря прогрессу филогенетического направления были созданы необходимые предпосылки для построения «большой» естественной классификации животных. При создании «больших» систем учитывалось несколько

главных признаков строения животных (образование дифинитивного рта, способ закладки вторичной полости тела, соотношение осей тела и гастролы). В соответствии с этими признаками, **К.Гроббен** (немецкий зоолог) и **Б.Гатчек** (австрийский зоолог) (1900 годы), подразделили двустороннесимметричных на первичноротых и вторичноротых, энтероцельных и эктероцельных; первичноостных и разноостных. Б.Гатчек (1888) стал автором трохофорной теории – согласно ей, большое филогенетическое значение имеет личинка кольчатых червей – *трохофора*. Наличие трохофорной личинки связывало плоских червей и коловраток с кольчецами и моллюсками. В итоге можно сказать, что создание «большой естественной системы» животных в XIX веке не удалось. Главная причина неудачи – большинство авторов стремились совместить в одной схеме два направления в систематике: филогенетическое и типологическое. Достижение новых успехов в построении естественной классификации животных произошло уже в XX веке.

Развитие физиологии животных и человека во второй половине XX века. В второй половине XX века наибольшее значение для развития физиологии человека и высших животных имели две научные школы: российская и немецкая, хотя ряд выдающихся работ выполнен также французскими, английскими и итальянскими физиологами. Из немецких физиологов выдающийся вклад был сделан **Карлом Людвигом** (1816–1855), создателем крупнейшей физиологической школы, в которой проходили стажировку молодые физиологи многих стран. К.Людвиг был сторонником физиолого-химического направления в физиологии, им разработаны графические методы регистрации многих функций организма. Людвиг предложил и развил физическую концепцию мочеобразования и лимфообразования, основанную на законах фильтрации и диффузии. Он совместно с учениками изучал явления гемодинамики, открыл секреторные нервы слюнных желез. В лаборатории К.Людвига работали И.М.Сеченов, И.П.Павлов, Ф.В.Овсянников, Н.О.Ковалевский, В.Я.Данелевский, В.В.Пашутин и другие известные российские физиологи.

Выдающийся немецкий физиолог *Рудольф Гейденгайн* (1834–1897) не был согласен с К.Людвигом по вопросам механизмов образования мочи и лимфы. Он считал, что они не могут быть объяснены только фильтрацией и диффузией, а обеспечиваются активной работой клеток. Гейденгайна можно считать основоположником физиологии клеток, им также была предложена операция по изоляции малого желудочка в хронических опытах на собаках, успешно использованная в дальнейшем И.П.Павловым.

Ряд замечательных исследований по физиологии нервов, мышц, органов чувств были выполнены немецким естествоиспытателем *Германом Гельмгольцем* (1821–1894). С помощью сконструированной им специальной аппаратуры Гельмгольц определил скорость распространения возбуждения по нерву. Он занимался физиологией зрения и слуха (1863). Согласно представлениям Гельмгольца, волокна основной мембраны улитки являются резонаторами: они настроены на звуки разной частоты. Волокна колеблются с частотой, резонансной звуку, и являются начальным звеном в определении высоты и силы слышимых частот.

Деятельность другого выдающегося немецкого физиолога *Эмиля Дю Буа-Реймона* (1818–1896) была посвящена изучению электрических явлений в животном организме и действию электрического тока на организм. Дю Буа-Реймон доказал наличие в нерве и мышце тока покоя и тока действия.

Прежде чем перейти к работам российских ученых, остановимся на достижениях французских, итальянских и английских физиологов. Выдающийся вклад в теоретическую физиологию внес французский физиолог *Клод Бернар* (1813–1878). К.Бернар установил гликогенообразовательную функцию печени, открыл сосудосуживающие и сосудорасширяющие нервы, провел важные исследования по физиологии пищеварения, а также стал основоположником учения о гомеостазе. В лабораториях К.Бернара работали русские физиологи И.М.Сеченов и И.Р.Тарханов.

В Италии в конце XIX века активно работали физиологи *Луиджи Лучиани* (1840–1919) и *Анджело Моссо* (1846–1910). Л. Лучиани принадлежат известные исследования по физиологии мозжечка, им была описана триада симптомов, наблюдаемых при его удалении, которая получила название «триады Лучиани». А. Моссо изобрел несколько физиологических приборов, изучал проблему утомления, физиологических изменений в организме в условиях высокогорья.

В Англии в XIX веке (II половина) уровень развития физиологии несколько отставал от других развитых европейских стран. След в истории физиологии оставил лишь в начале века *Чарльз Белл* (1774–1842), который указал функциональное различие передних и задних корешков спинного мозга. В 70-х годах начал свою деятельность *Майкл Фостер* (1836–1907). Он стал организатором школы физиологов, его ученик *Уолтер Гаскелл* (1847–1914) описал феномен атрио-вентрикулярной блокады, изучил автоматию работы сердца. Учеником Фостера также был *Джон Ленгли* (1852–1925), заложивший основы современных представлений по физиологии вегетативной нервной системы. Следует упомянуть также *Августа Уоллера* (1856–1922), который с помощью капиллярного электрометра впервые зарегистрировал электрокардиограмму человека.

Успешное развитие физиологии в России началось с 60-х годов XIX века. Это время К.А. Тимирязев охарактеризовал как «весну русского естествознания». В этот период начал свою научную деятельность *Иван Михайлович Сеченов* (1829–1905) – «отец русской физиологии». Сеченов обогатил науку концепциями фундаментального значения и создал научную школу в области физиологии.

Научные интересы И.М. Сеченова касались в основном трех проблем: общей физиологии нервной системы; физиологических основ психической деятельности; механизмов транспорта газов кровью. В области общей физиологии нервной системы Сеченовым были открыты процессы центрального торможения, а также явления суммарного возбуждения в нервных центрах. Наибольших успехов Сеченов достиг в вопросах физиологических основ психической деятельности. В

1863 году им была опубликована монография «Рефлексы головного мозга», которая имела широкий резонанс в научных кругах. В ней И.М.Сеченов впервые показал, что психическая деятельность человека имеет рефлекторную природу. Затем в книге «Элементы мысли» (1878) он писал, что физиология располагает данными, устанавливающими родство психических явлений с нервными процессами. Исследование механизмов транспорта газов кровью привело Сеченова к разработке абсорбционных методов определения количества газов в крови и газов, поглощаемых кровью и солевыми растворами.

Профессорская деятельность Сеченова протекала в Медико-хирургической академии в Петербурге, а также в Одесском, Петербургском и Московском университетах. Везде И.М.Сеченов создал прекрасные научные школы физиологов. В числе учеников Сеченова можно назвать таких выдающихся физиологов, как *И.Р.Тарханов*, *Н.Е. Введенский*, *Б.Ф.Вериго*, *М.Н. Шатерников*, также патолог *В.В.Пашутин*, выдающийся фармаколог *Н.П.Кравков*, биохимик *С.С.Салазкин*, гигиенист *Г.В.Хлопин*.

В 60-х годах XIX века также начала складываться научная физиологическая школа в Казанском университете, где работали *Филипп Васильевич Овсянников* (1827–1906), *Николай Осипович Ковалевский* (1849–1891). Ф.В.Овсянников стал организатором физиологической лаборатории при медицинском факультете Казанского университета. Им впервые в России введена была демонстрация опытов и микроскопических препаратов на лекциях. Работы Ф.В.Овсянникова были посвящены в основном изучению нервной системы и сочетали гистологические и физиологические методы исследования. В работе 1855-1857 гг. «Микроскопическое исследование начала нервов в большом мозгу» (в соавторстве с Н.М. Якубовичем) было впервые доказано, что черепные нервы делятся на двигательные, чувствительные и смешанные. Овсянникова считают основоположником морфологического подхода к проблемам физиологии, в докторской диссертации его ученика П.И. Перемежко впервые были описаны проприорецепторы. В 1871 году, будучи уже академиком Академии наук

в Санкт-Петербурге, Ф.В.Овсянников открыл сосудодвигательный центр в продолговатом мозге, затем детально изучил нервную регуляцию кровообращения. В Казанском университете протекала научная деятельность **Николая Александровича Милославского** (1854–1928), который совместно с **Владимиром Михайловичем Бехтеревым** (1857–1927) выполнил серию исследований определения влияния коры больших полушарий головного мозга на деятельность внутренних органов.

В середине 70-х годов началась научная деятельность **Ивана Петровича Павлова** (1849–1936). Научное творчество этого великого физиолога посвящено изучению функций кровообращения, пищеварения и высшей нервной деятельности человека. Работы в области физиологии кровообращения и пищеварения были проведены Павловым в XIX веке, а создание физиологии высшей нервной деятельности явилось достижением уже XX века.

Из работ Павлова по физиологии сердечно-сосудистой системы следует отметить его диссертацию «Центробежные нервы сердца» (1883), в которой описано открытие нерва, усиливающего сердечные сокращения. В области физиологии пищеварения Павловым подробно были изучены механизмы регуляции отделения пищеварительных соков, определены безусловные и условные пищеварительные рефлексы. За исследование физиологии пищеварения он получил Нобелевскую премию в 1904 году.

Также в этот период в Харьковском университете успешно осуществлял научную деятельность **Василий Яковлевич Данилевский** (1852–1939). В 1874–1876 годах им установлено влияние полосатого тела и лобных долей больших полушарий мозга на процессы дыхания и работу сердца. В 1876 году Данилевский одним из первых обнаружил электрическую активность головного мозга.

В 80-х годах наиболее значительные работы были проведены **Николаем Евгеньевичем Введенским** (1852–1922) и **Брониславом Фортунатовичем Вериго** (1860–1925). Оба – ученики И.М.Сеченова и оба вели исследования в области нервно-мышечной физиологии. В

1886 году Введенский опубликовал классический труд «О соотношении между раздражением и возбуждением при тетанусе», в котором развита теория тетануса. Согласно этой теории, большая амплитуда тетанического сокращения по сравнению с одиночным, обусловлена суммированием остаточных явлений возбуждения. Введенский описал феномены *оптимума* и *пессимума*, а также явление одиночного тетанизованного сокращения. Феномен *пессимума* (расслабление мышцы при слишком частом раздражении) вошел в физиологию под названием «торможения Введенского». В дальнейшем, уже в XX веке, Введенский создает учение о парабриозе. Б.Ф. Вериге открыл явление *катодической депрессии*, то есть угнетения возбудимости в области катода при длительном воздействии постоянного тока на нерв.

Таким образом, труды российских физиологов во второй половине XIX века и начале XX выдвинули физиологическую школу России на ведущее место в научном мире. На этом рубеже физиологическая наука достигла больших успехов: были разработаны основы принципов деятельности нервной системы; органов чувств; общей физиологии нервных и мышечных волокон; электрофизиологии; деятельности сердца и других органов кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения. Изучены некоторые стороны обмена веществ: интенсивность обмена; особенности обмена веществ в некоторых органах.

На протяжении XIX века физиологические исследования носили в основном аналитический характер. В результате был накоплен обширный фактический материал, синтетическое рассмотрение которого на уровне целостности организма, а также изучение тонких биохимических механизмов различных физиологических отправления стало задачей следующего века.

Развитие биогеографии и экологии. Интенсивное изучение фауны различных стран и континентов привело к накоплению огромного количества фактов, требующих соответствующей интерпретации.

Развитию *зоогеографии* на основах дарвинизма во многом способствовала деятельность Альфреда Уоллеса, который в 1860–1880-х годах опубликовал крупные исследования, посвященные малайскому

архипелагу и двухтомную монографию «Географическое распространение животных»(1876). Специальное внимание Уоллес обратил на условия распространения животных, преодоление ими зоогеографических преград. Вместе с тем, в сочинении Уоллеса, как показали **Н.А.Северцов** и **М.Н.Мензбир**, имелись некоторые существенные недостатки. При анализе факторов распространения животных Уоллес оперировал почти исключительно историческими причинами и недооценивал роль современных условий, в которых существуют животные. Русские ученые-зоогеографы учитывали экологические особенности территории и закономерности их изменения с течением времени. Такой экологический подход к проблемам распространения животных мы встречаем в трудах **Николая Алексеевича Северцова** (1827–1885), которого принято считать основоположником исторической зоогеографии. По Северцову, при характеристике зоогеографических подразделений следует учитывать не только число видов и статистическое сравнение особенностей их распространения, но и экологические характеристики, например, сезонные явления в жизни животных. Эти идеи успешно развивал ученик Н.А.Северцова **Михаил Александрович Мензбир** (1853–1935). Работы Мензбира содержали обширные анализы ареалов видов на фоне исторических и современных условий. Упрощению экологической трактовки зоогеографических подразделений способствовала выдвинутая известным почвоведом и географом **В.В. Докучаевым** (1892) идея о природных, ландшафтно-географических зонах, охватывающих все элементы природы, включая животных.

В конце XIX века начинается медленное, но закономерное изучение зоогеографии морей. Большую роль в этом процессе сыграли крупные океанографические экспедиции. Основателем морской зоогеографии принято считать немецкого зоогеографа **А.Ормана**, опубликовавшего в 1896 году «Основы морской зоогеографии». Книга сохраняет определенную ценность и до настоящего времени. Данные по зоогеографии морей были существенно углублены за счет организации специальных постоянных морских биологических стан-

ций. Первая из них создана в 1871 году в Севастополе, затем в 1872 году в Неаполе, в 1876 году – в Ньюпорте (США). В 1864–1876 годах российский зоогеограф **В.И.Дыбовский** изучал своеобразную фауну Байкала и установил ее эндемический характер.

В работах по геоботанике преобладал экологический подход. Первая попытка характеризовать растительные формации Земли в связи с климатическими условиями была предпринята в классическом труде немецкого ботаника **Генриха Гризебаха** (1814–1879) «Растительность земного шара в ее климатическом подразделении» (1872). Основоположником российской школы геоботаников стал **Андрей Николаевич Бекетов** (1825–1902). В 1896 он опубликовал первый на русском языке курс ботанической географии.

Эмбриология растений. Крупные успехи во второй половине XIX века были достигнуты в области эмбрионального развития растений. Для изучения процессов опыления и оплодотворения растений большое значение имели специальные труды Ч.Дарвина. Дарвин впервые обнаружил, что у покрытосеменных перекрестное опыление распространено гораздо шире, чем самоопыление. Дарвину удалось описать большое разнообразие приспособлений, выработанных у растений для устранения самоопыления. Проанализировав историю происхождения этих приспособлений, Дарвин пришел к выводу о вторичности самоопыления и первичности перекрестного опыления. Этим вопросам посвящены три монографии Ч.Дарвина: «Различные приспособления, при помощи которых орхидеи опыляются насекомыми» (1862); «Действие перекрестного опыления и самоопыления» (1876); «Различные формы цветков у растений одного и того же вида» (1877).

Для дальнейшего развития эмбриологии растений многое сделали **Эдуард Страсбургер** (1844–1912) (польский ботаник); **Иван Николаевич Горожанкин** (1848–1904); **Владимир Иванович Беляев** (1855–1911); **Сергей Гаврилович Навашин** (1857–1930) и другие.

Э.Страсбургер подтвердил родственную связь папоротникообразных с голосеменными, показав, что яйцеклетки голосеменных соответствуют архегониям папоротников. Данные Страсбургера лежат

также в основе современных представлений о строении зародышевого мешка покрытосеменных. В 1875-1876 годах Страсбургер описал процесс оплодотворения у голосеменных, в котором содержался ряд ошибочных положений. Ошибочность их была установлена в 1880 году И.Н.Горожанкиным, описавшим истинную картину оплодотворения голосеменных.

После классических работ И.Горожанкина открытия в области эмбриологии растений следовали одно за другим. Ценные исследования провел В.И.Беляев по изучению сперматозоидов у высших споровых и голосеменных. В 1891 голландский ботаник *Мельхиор Трейб* (1851–1910) открыл иные способы внедрения пыльцевой трубки в семязпочку, кроме известного поступления через микропиле.

Наконец, в 1898 году С.Г.Навашин описал процесс двойного оплодотворения у покрытосеменных, основываясь на данных микроскопирования. Его работы были подтверждены наблюдениями, полученными *В.М. Арнольди* (русский альголог), Э.Страсбургером, *Л.Гиньяром* (французский ботаник-цитолог).

Систематика растений. Для построения филогенетической систематики растений имели огромное значение сравнительно-морфологические исследования *Вильгельма Гофмейстера* (1824–1877) (немецкий ботаник). В «Общей морфологии растений» (1868) Гофмейстеру удалось показать общность жизненных циклов мохообразных, папоротникообразных, хвойных, создать учение о чередовании поколений у растений.

Одной из систем растительного мира, основанной на эволюционном принципе, была система немецкого ботаника *Августа Эйхлера* (1839–1887), опубликованная в 1883 году. Еще более удачной стала переработка и филогенетическое развитие данной систематики учеником Эйхлера *Адольфом Энглером* (1844–1930). А.Энглер представил полное описание систематического состава растительного мира в многотомном издании «Естественные семейства растений» (1887–1907 – первое издание). В составлении этого труда принимали уча-

стие крупнейшие ботаники того времени, книга не утратила своего значения и по настоящее время.

Физиология растений. Развитие эксперимента в биологии расширило сферу исследований процессов жизнедеятельности растений и вызвало появление биологической и агрономической химии.

Значительный вклад в изучение углеродного питания растений в процессе фотосинтеза был сделан немецким физиологом **Юлиусом Саксом** (1832–1897). Он наглядно показал, что первым продуктом ассимиляции углерода является крахмал, разработав метод йодной пробы (реакция Сакса). Аналогичное явление, используя реакцию Сакса, наблюдал в 1866 году **Андрей Сергеевич Фаминцын** (1835–1918) у водорослей. В 1887 году ученик Фаминцына **В.Храповицкий** наблюдал, что в процессе фотосинтеза в пластидах листьев образуется не только крахмал, но и белковые соединения, а **В.В.Сапожников** (1889, 1894 гг.) доказал правильность этого количественными методами исследования. Более простые продукты фотосинтеза обнаружить не удавалось. В 1870 году А.Байер (немецкий химик) выдвинул формальдегидную гипотезу, ее несостоятельность будет доказана только в 40-х годах XX века. В схему фотосинтеза, составленную А.Байером, русский ботаник, физиолог растений **Климент Аркадьевич Тимирязев** (1843–1920) ввел в качестве одного из действующих компонентов *хлорофилл*. В 1896 году другой российский ботаник, физиолог и биохимик **Алексей Николаевич Бах** (1857–1946) предложил другую схему фотосинтеза, в которой процесс ассимиляции углекислоты рассматривается как сопряженный окислительно-восстановительный процесс. Источником электронов для восстановления служит вода, таким образом, кислород, как продукт фотосинтеза, имеет водное происхождение. Недостатком схемы явилось полное непонимание роли хлорофилла. Используя спектральный анализ Бунзена–Кирхгофа, Тимирязев опроверг господствовавшее мнение об определяющей роли желтого света в фотосинтезе, обнаружив максимум поглощения в красной и синей областях спектра. В 1875–1885 годах К.А.Тимирязев развил представление о хлорофилле как химическом и физическом

сенсibilизаторе фотохимических процессов, а в 1886 году он это экспериментально подтвердил.

В конце XIX века исследователей стал интересовать вопрос о влиянии на фотосинтез таких внешних факторов, как различные атмосферные газы, химические соединения и внутренних факторов – содержания хлорофилла и накопления ассимилянтов. Ученые отмечали связь фотосинтеза с другими процессами жизнедеятельности растений – ростом и делением клеток (Фаминцын, 1886); дыханием (Бородин, 1876); транспирацией (Тимирязев, 1893) и другими процессами.

Во второй половине XIX века развернулись исследования роли фотосинтеза в цепи энергетических превращений на Земле. Первым, кто подчеркнул космическую роль растений, стал Тимирязев. Его ученик **Федор Николаевич Крашенинников** (1869–1936) в 1901 году опытным путем доказал, что поглощенный растением свет преобразуется в энергию химических связей ассимилянтов. Продолжалось изучение почвенного питания растений. Были разработаны методы выращивания растений на твердом субстрате и в водных культурах. Оптимальный состав питательного раствора был разработан **Йоганном Кнопом** (1817–1891, немецкий физиолог растений). Окончательно вопрос об источниках азота для растений был решен в работах **Дмитрия Николаевича Прянишникова** (1895, 1899) (1865–1948, российский почвовед).

В изучении явлений транспирации, корневого давления, механизмов движения воды по растению многое было сделано Ю.Саксом.

Формирование микробиологии как самостоятельной науки. Пожалуй, именно для микробиологии вторая половина XIX века стала самой определяющей. Созданию микробиологии как науки способствовало решение трех глобальных проблем этого периода, стоявших перед учеными: установление причин инфекционных заболеваний, определение природы процессов брожения и проблема самозарождения жизни.

Раскрытие этиологии многих инфекционных заболеваний связано с именем немецкого врача, основателя немецкой микробиологической

школы **Роберта Коха** (1843–1910). Р.Кох открыл возбудителей сибирской язвы (*Bacillus anthracis*); холеры (*Vibrio cholerae*); туберкулеза (*Mycobacterium tuberculosis*). Совместно со своими ассистентами, впоследствии знаменитыми микробиологами **Лёфлером** и **Гаффкой**, Кох ввел много усовершенствований в микробиологическую технику, разработал метод выделения чистых культур, что никак не удавалось сделать химику Л.Пастеру; изобрел аппарат для стерилизации сред; предложил метод выращивания культур на плотных средах в чашках Петри и т.д. Кох экспериментально обосновал и развил общие положения для распознавания инфекционных болезней (правила Коха), оборудовал прекрасную микробиологическую лабораторию в Берлинском университете. Благодаря исследованиям Коха и его последователей, удалось локализовать очаги холеры в Индии, Италии, Америке и других районах эпидемий. Однако далеко не все ученые разделяли взгляды Р.Коха. Многие физиологи, среди них известные – Р.Вирхов, М.Петтенкофер – стояли на позициях Берцелиуса, считавшего, что все болезни происходят от изменения химических процессов в организме. Профессор Петтенкофер из Мюнхена написал Коху, вернувшемуся из Индии: «пришлите мне ваших воображаемых зародышей холеры, и я вам покажу, насколько они безвредны». Кох послал ему пробирку с чистой культурой холерных вибрионов, и Петтенкофер проглотил ее содержимое прямо на глазах изумленных студентов и аспирантов. Холерой он не заболел, по-видимому, потому, что был голоден и обильный желудочный сок убил бактерий. Петтенкофер не заболел, но его плохой пример стал причиной ужасной смерти многих его учеников, не таких счастливых, как он. Этот поразительный случай в науке как нельзя лучше подтверждает положение о том, что даже факт (Петтенкофер не заразился холерой, выпив культуру холерного вибриона) не всегда однозначно свидетельствует о чем-то, важен анализ всех обстоятельств, возможность повторения и т.д.

В 1857 году началась научно-творческая деятельность в области микробиологии французского химика-органика **Луи Пастера** (1822–1895). Изучая процессы рацемации, случайно, Пастер подметил, что

выросший в растворе винной кислоты плесневый гриб потреблял только один правый изомер. Пастер начал исследования брожения с иных позиций, чем Берцелиус, Мичерлих, Либих. Пастеру удалось доказать биологическую природу брожения на очень простом, но убедительном примере. В безбелковую среду, содержащую небольшое количество сахара, помещалось малое количество дрожжей. Энергичное брожение, рост дрожжевой массы доказывало биологическую природу процессов брожения. Химики считали, что брожение вызывается присутствием белков, хотя им еще не было известно, что эти белки – ферменты живых организмов. Также считалось, что это процессы окисления с помощью кислорода. Далее Пастер, изучая маслянокислое брожение, открывает его бескислородную сущность.

С начала 60-х годов Л.Пастер приступил к изучению проблемы произвольного самозарождения. В 1859 году французская АН объявляет конкурс на предоставление убедительных доказательств в пользу невозможности самопроизвольного зарождения жизни в настоящее время. Премию получил Пастер в 1862 году, после демонстрации его знаменитого опыта с колбой, имеющей S-образно изогнутую трубку. Согласно некоторым биографическим данным, идея сооружения такой колбы, в которую попадал воздух, уже освобожденный от микроорганизмов, оседающих под действием силы тяжести в изгибе трубки, принадлежала химику – профессору *Баляру*. Баляр начал свою деятельность как аптекарь, будучи талантливым человеком, он получил профессорское звание за открытие брома и изучение его свойств. Он набросал Пастеру схему проведения опыта, а Пастер сконструировал прибор и провел блестящий эксперимент, положивший конец спору о возможности самозарождения жизни в условиях современной Земли.

Пастер встал на сторону Р.Коха и обоснованно выступил в защиту микробного происхождения инфекционных болезней. Занимаясь этим вопросом, Пастер выделил (кстати, пользуясь методом Коха) с помощью своих помощников *Эмиля Ру* и *Шамберлана*, впоследствии ставших знаменитыми учеными, возбудителя родильной горячки, разработал методы антисептики для профилактики этого грозного ос-

ложнения, уносившего жизни молодых женщин. Идеи Л.Пастера подхватил английский хирург *Джозеф Листер*, создав теорию антисептики для хирургии. В 1879 году Л.Пастер начал исследование куриной холеры. Оказалось, что физиологическое состояние птиц – существенный фактор в возникновении и протекании болезни. Случайно обнаруженное явление (Пастер решил заразить кур старой культурой бактерий) – сильное ослабление вирулентности культуры в процессе хранения – послужило основой для создания теории иммунитета и разработки методов вакцинации. В лаборатории Луи Пастера были разработаны вакцины против сибирской язвы и бешенства, хотя возбудителя бешенства Пастеру выделить не удалось по объективным причинам (это вирус). В 1883 году И.Мечников создал фагоцитарную теорию иммунитета. Одновременно существовала бактерицидная теория иммунитета, основанная на бактерицидном действии плазмы крови, которая подтверждалась данными немецких микробиологов и гигиенистов *Г.Бухнера, Э.Беринга, Ф. Лёфлера*. Теорию антиоксидантной природы иммунитета в течение ряда лет развивал *Пауль Эрлих* (немецкий врач; 1854–1915).

В конце XIX века возникают экологическое и физиологическое направления в микробиологии. Основоположителем физиологического направления принято считать *Мартина Бейеринка* (голландский микробиолог; 1851-1931). Он выделил в чистую культуру и описал физиологию клубеньковых бактерий, открыл сульфатредукцию, нитрификацию и денитрификацию. Бейеринк разработал метод получения накопительных культур, который стал широко применяться многими микробиологами. Экологическое направление в микробиологии успешно развивали русские микробиологи. У истоков русской микробиологической школы стоял *Лев Семенович Ценковский* (1822–1887). В 80-х годах учеником Ценковского – *Петром Андреевичем Костычевым* (1845–1895) – была разработана теория микробиологической природы почвообразования. В этот же период начинается многолетняя плодотворная деятельность *Сергея Николаевича Виноградского* (1856–1953). В самом конце XIX века Виноградский изучает и

описывает клостридий, обнаруживает у них процесс азотфиксации; разрабатывает методы выращивания бактерий на элективных средах; выделяет в отдельную группу хемолитоавтотрофов. Важной вехой в становлении микробиологии XIX века явилось открытие датским ученым **Христианом Грамом** (1853–1938) в 1884 году окраски, разделившей всех бактерий на две группы – грамотрицательные и грамположительные. Наконец, в 1892 году русский ученый **Дмитрий Иосифович Ивановский** (1864–1920) обнаружил «бактерию», проходившую через все микробиологические фильтры – вирус табачной мозаики. М.Бейеринк подтвердил исследования Ивановского в 1898 году и предложил сам термин *вирус*, что в переводе означает яд, токсин. Детальное изучение, а также открытие вирусов животных и бактерий относится уже к XX веку.

Формирование и развитие цитологии. В 70-х годах XIX века появляются первые серьезные исследования, касающиеся ядер делящихся клеток. Первые попытки описать деление ядер в клетках можно отнести к 1872 году, их сделал **Эдмонт Фридрихович Руссов** – российский ботаник (1841–1897). Затем подобные работы были проведены немецким зоологом **А.Шнейдером** (1873) и **Иваном Дорофеевичем Чистяковым** (1874). Детальное описание митоза было дано в работах немецкого гистолога **Вальтера Флемминга** (1843–1905), он же стал автором термина. Представление о переходе одной из парных хромосом к одному полюсу, а другой к другому полюсу клетки сформулировали: для животных клеток – **Эдуард Ван Бенеден** (1883) (1846-1910; бельгийский зоолог), для растительных – **Э.Гейзер** (1884) (немецкий ботаник). В 1885 году **Оскар Гертвиг** (1849–1922) (немецкий зоолог), Э.Страсбургер и А.Вейсман высказывают идею о локализации наследственности в хромосомах. Вейсман выдвинул идею корпускулярного строения вещества наследственности, хотя следует помнить, что дискретность наследственного материала была экспериментально подтверждена на 20 лет раньше, в 1865 году работами австрийского математика **Грегора Менделя** (1822–1884). Менделем были проведены опыты с наследованием признаков у гороха, ставшие впо-

следствии классическими, сформулированы знаменитые законы, разработаны гибридологический метод исследований, легший в основу появляющейся новой науки – генетики. Однако в эпоху, захваченную разработкой теории эволюции Ч.Дарвина, Мендель и его значительные открытия долгое время оставались незамеченными.

В конце XIX века были предприняты попытки экспериментального изучения законов изменчивости. В 1886 году *Гуго де Фриз* (голландский ботаник; 1848–1935) начал экспериментальные наблюдения над изменчивостью энотеры, в 1889 году *Френсис Гальтон* (английский естествоиспытатель) применил статистические методы к изучению величины семян душистого горошка в ряду поколений и сформулировал «закон регрессии» (наследуются не все отклонения от признака, а лишь часть – регрессия). В 1897 году он формулирует закон «о смешении признаков предка в поколениях». Оба эти закона подвели биометрическую основу под представления Ч.Дарвина о наследовании индивидуальных различий и казались фундаментальными подтверждениями представлений об эволюции. Однако вскоре после появления дарвинизма начинается формирование различных течений как в самом дарвинизме, так в эволюционных представлениях, отвергающих селекционизм. *Классический дарвинизм* поддерживали *Томас Гексли, К.А.Тимирязев, А.Уоллес* (в начале). Хотя Тимирязев был против понятия о борьбе за существование, а Уоллес считал ошибочным выделение полового отбора. Т.Гексли, соратник и друг Ч.Дарвина, выступал против безоговорочного принятия выражения: «*Natura non facit saltum*» – природа не делает скачков. Доктрины классического дарвинизма придерживались В.О. Ковалевский, Л.Вюртенбергер (немецкий палеозоолог). Самыми существенными чертами классического дарвинизма считались (К.М.Завадский, 1973) признание неопределенной наследственной изменчивости как основного материала эволюции, допущение наследования приобретенных признаков в некоторых случаях; принятие естественного отбора на основе борьбы за существование как главного фактора эволюции;

представление о ведущем значении в эволюции биотических факторов, особенно внутривидовой борьбы.

Сочетание позиций классического дарвинизма с ламаркизмом, когда ведущая роль естественного отбора принижается, а прямое приспособление и наследование благоприобретенных признаков считается равным по значению случайной изменчивости, получило название *геккелевского дарвинизма*. Наиболее яркое проявление подобных взглядов на эволюционный процесс встречается у Э.Геккеля. Изменчивость Геккель обозначал словом «приспособление», предложил закон «борьбы наследственности и приспособления». Термином «прогрессивная наследственность» он назвал передачу потомству признаков, приобретенных в течение жизни; «консервативная наследственность» – совокупность уже имевшихся у организма признаков. Движущую силу эволюции Геккель сводил к борьбе между «консервативной» и «прогрессивной» наследственностью. Если считать главным признаком «геккелевского дарвинизма» попытку сочетать принципы естественного отбора и прямого приспособления, то близкие взгляды можно встретить у австрийского палеозоолога и геолога *Мельхиора Неймайра* (1845–1890), сформулированные в 1889 году в разгар борьбы между неоламаркизмом, неodarвинизмом и телеологическим эволюционизмом. Неймайр не признавал «стремление к усовершенствованию» в качестве фактора эволюции, прогресс организации он объяснял только с позиций отбора. Однако формирование специальных приспособлений, по мнению Неймайра, могло происходить путем прямого изменения организма под действием факторов окружающей среды и наследования благоприобретенных признаков. Концепция *неodarвинизма* связана с именем *Августа Вейсмана* (немецкий эволюционист; 1834–1914). Позднее ее поддержали Ф.Гальтон и А.Уоллес. Основой неodarвинизма можно считать два момента: полную невозможность наследования благоприобретенных признаков и распространение естественного отбора на тканевую, клеточный и эмбриональный уровень. Заслугой Вейсмана справедливо можно считать отстаивание корпускулярного строения вещества наследственно-

сти, которое объясняло расщепление признаков у гибридов, возврат части их к исходным формам, атавизмы. *Сегрегациоселекционизм* предполагал дополнение теории естественного отбора учением об изоляции и миграции организмов как важных факторов эволюции. Представление о важности изоляции в эволюции начало формироваться после критического выступления **Ф. Дженкина** в 1867 году. Дженкин доказывал неизбежность разбавления полезного признака в ряду поколений при скрещивании мутанта с исходными формами, что может привести к исчезновению признака в популяции и нивелированию его роли в эволюции. Эти взгляды основывались на представлении о слитном характере наследственности, которое было характерно для 70-80-х годов XIX века. Автором миграционной теории эволюции следует считать немецкого естествоиспытателя и путешественника **Морица Вагнера** (1813–1887). М.Вагнер писал, что теория Дарвина имеет существенный пробел, который может заполнить «закон миграции организмов». Видообразование под действием естественного отбора, по мнению М.Вагнера, невозможно без «уединения» хотя бы небольшой группы организмов путем миграции. Так началась длительная дискуссия о возможности симпатрического видообразования и его механизмов, растянувшаяся до середины следующего века. Далее вопрос о роли изоляции и миграции в эволюции разрабатывался многими учеными. Так **Ж.Дельбёф** в 1877 году выступил с математическими доводами против Дженкина. Он сформулировал «закон Дельбёфа»: «как бы ни было мало число изменившихся особей по отношению к числу неизменившихся, оно будет всегда возрастать вплоть до полного выяснения исходного типа». Данный закон мог действовать только в идеале, если бы причины изменений действовали постоянно на ряд признаков и на значительную часть особей вида. **Джордж Роменс** (английский натуралист, 1848–1894) в 1886 году подробно обсудил вопрос о роли изоляции в эволюции, считая ее более фундаментальным фактором, чем отбор. Он разрабатывал вопрос о «физиологической изоляции», то есть формировании затруднений процессов копуляции. Географическую изоляцию, как фактор эволю-

ции, Роменс не признавал. Главным в видообразовании Роменс считал нескрещиваемость вновь возникших форм с исходными и высокую плодовитость при скрещивании новых форм между собой.

Неоламаркизм представляет собой конгломерат разных теоретических доктрин, опирающихся на ту или иную сторону теории Ламарка. Основой обычно служило признание органической целесообразности в природе, наследование благоприобретенных признаков. Время формирования – последняя четверть XIX века, термин был предложен в 1888 году американским палеозоологом *А.Пакардом*. Неоламаркизм в узком смысле представляет собой учение о причинах эволюции, возрождающее теорию Ж.Б.Ламарка в модернизированном виде. Фундаментальные проблемы эволюционной теории ламаркизм решает прямо противоположно дарвинизму. Наименьшей единицей эволюции ламаркисты считают индивидуум, тогда как дарвинисты – популяцию. В дарвинизме процессы наследственной изменчивости эволюции разграничиваются, а в ламаркизме наследственная изменчивость сама по себе носит приспособительный характер. Движущая сила эволюции по дарвинизму – противоречивое взаимодействие многих факторов, разрешаемое в процессе естественного отбора, по ламаркизму – целесообразно направленное действие среды (эктогенез) или же внутренних сил (автогенез). Многие ученые признают основателем неоламаркизма *Эдуарда Коп* – американского палеонтолога и зоолога (1840–1897). В 1896 г. появляется обобщающая монография Коп «Главнейшие факторы эволюции», в которой он систематизировал свою критику теории естественного отбора: отбираться может только уже возникшее, и поэтому теория отбора не является теорией эволюции; ею может быть только учение, объясняющее появление самих изменений, а не причины их сохранения. В основе эволюции, как полагал Коп, лежит особая форма энергии – *анагенетическая*. Эта энергия действует как «сила роста», «сила жизни» и определяет «восходящий прогресс живого» и власть организмов над окружающими условиями. Силу роста и развития, основанную на анагенетической энергии, Коп именовал «батмизмом», а вызванные ею фор-

мы эволюции – «батмогенезом». Сила батмизма, считал Коп, действует через процессы роста признаков, ускоряя или замедляя его, и принимает форму физио- и кинетогенеза, возникающих под влиянием физических и химических воздействий среды. Под кинетогенезом Коп понимал эволюцию под влиянием фактора употребления или неупотребления органов. Представление о батмогенезе, физиогенезе, кинетогенезе и о фундаментальной роли усилий, ощущений, потребностей, желаний и других форм проявления сознания в эволюции действительно возрождало все составные части учения Ламарка. Однако если философской основой учения Ламарка был деизм, то философской основой учения Копы стал своеобразный психоэнергетический идеализм. Кроме того, дополнив ламаркизм идеей предсуществования сознания, Коп ввел в него идею естественного отбора. Несмотря на малую рациональность эволюционной доктрины Копы, его эмпирические обобщения внесли ценный вклад в эволюционную теорию. Будучи палеонтологом, Коп наблюдал, что предковые формы никогда не являлись высоко специализированными организмами и, наоборот, хорошо специализированные виды данного геологического периода никогда не оказывались родоначальниками новых видов. Сформулированный Копом закон известен как «закон неспециализированного».

Механоламаркизм. Согласно этому учению целесообразная организация возникает, поддерживается и совершенствуется путем прямого или функционального приспособления. Эволюция сводится к суммированию за счет наследования приобретенных признаков ответных реакций организма на воздействие факторов внешней среды или же результатов «функциональных адаптаций», то есть усиления или ослабления функций органов. Основателями механоламаркизма считаются *Герберт Спенсер* (английский психолог и социолог; 1820–1903) и *Карл Негели* (немецкий ботаник, антидарвинист; 1817–1891). Сущность органической эволюции, по Спенсеру, состоит в преобразованиях, направленных к равновесию с изменяющимися условиями внешней среды. Прямое уравнивание (прямое приспособление)

Спенсер связывал с изменениями функций в онтогенезе и с формативным действием факторов среды. Наследование приобретенных признаков Спенсер считал фундаментальной основой эволюции, не требующей доказательств. Наряду с прямым уравниванием Спенсер признавал и косвенное уравнивание, то есть приспособление с помощью естественного отбора. Очень часто механоламаркизм дополнялся автогенетическими и психовиталистическими гипотезами (особенно для объяснения пассивных приспособлений) или сочетался с идеей естественного отбора, как у Спенсера и Копа.

Ортоламаркизм. Совокупность гипотез, декларирующих существование некоего «внутреннего принципа усовершенствования» или «закона стремления к прогрессу». Повышение уровня организации происходит прямолинейно, независимо от влияния факторов окружающей среды. Представителем ортоламаркизма принято считать **Теодора Эймера**, немецкого зоолога (1843–1898). Приверженцами ортоламаркизма стали многие палеонтологи. Наблюдая определенные направления эволюции тех или иных признаков, они делали вывод, что причиной этих процессов является «закон направленности» эволюции.

Психоламаркизм – концепция эволюции, в основу которой были положены идеи Ламарка о ведущей роли таких факторов, как «потребности», «привычки» и «усилия воли». Одной из теоретических основ психоламаркизма был *панпсихизм*, – утверждение о существовании сознания у всего живого. Такие явления, как активность организма, способность целесообразно реагировать на внешние раздражители, в течение жизни изменять поведение, форму, психоламаркисты приписывали воздействию сознания и воли на материю, и они переносились из онтогенеза в филогенез. Одним из апологетов психоламаркизма стал немецкий физиолог **Эвальд Геринг** (1834–1918). Основой эволюции Э.Геринг считал закон функциональной связи между сознанием и живым веществом. Способность к памяти и к воспроизведению образов Геринг перенес с нервных клеток на все клетки, в том числе и на половые. Наследование приобретенных признаков, как

полагал Геринг, основано на «запоминании идиоплазмой» тех раздражений, которые действовали на нее в прошлом.

Телеологические концепции эволюции. Лидером телеологического направления в эволюционизме конца XIX века следует признать **Карла Бэра** (1792–1876). Бэр рассматривал «Вселенную» и особенно органический мир как результат развития, стремящегося к высшей цели и руководимого разумом. Еще в 1834 г. К.Бэр пришел к трактовке развития следующим образом: «Вся история природы является только историей идущей вперед победы духа над материей». Единственным направлением развития К.Бэр считал прогресс, осуществляемый с помощью действия духовных сил. Поэтому К.Бэр может быть признан основоположником особой разновидности теории эволюции – *автогенетического телеогенеза*. К.Бэр отвергал концепцию естественного отбора, а также роль случайности в эволюции, по его мнению, развитие необходимо рассматривать как стремление к высшим целям. Другим сторонником телеогенеза стал английский зоолог **Сент-Джордж Майварт** (1827–1900). В своей книге «О развитии видов» (1871) он приводил множество доводов против теории естественного отбора. Вслед за Кёлликером (**Рудольф Кёлликер**, немецкий гистолог и эмбриолог; 1817–1905), С.Майварт выступает за скачкообразный характер эволюции, естественный отбор не может этому способствовать. Он считал, что часто встречающаяся конвергенция признаков не может быть следствием действия естественного отбора. А раз так, то причина эволюции еще неизвестна, что позволяет принять за основу «принцип совершенствования», то есть автогенетическую причину. Кёлликер далее разрабатывает свою гипотезу эволюции путем гетерогенного размножения, высказывает догадку, что хотя развитие всегда идет путем внезапных скачков, без переходных форм, но размер этих скачков может быть очень различным. *Телеологический сальтационизм* Кёлликера сочетался с идеями филогенетического преформизма. По рассуждениям Кёлликера «во времена возникновения органического вещества и первых организмов вместе с тем возник и весь план будущего развития, вся сумма возможностей: различные влияния

внешней среды имели определяющие значение лишь на частные моменты развития». Методологической основой теории эволюции Кёлликера стало сведение ее закономерностей к закономерностям онтогенеза. С позиций автогенеза и критикой дарвинизма за недооценку «внутреннего закона развития» выступил немецкий физиолог растений **Евгений Аскенази** (1845–1903).

Ряд сторонников телеогенеза рассматривали целеустремленность развития как восхождение в бесконечной перспективе, другие как движение по затухающей кривой. Такая разновидность телеогенеза может быть проиллюстрирована взглядами немецкого ботаника **Альберта Виганда** (1821–1886). Основываясь на том, что все крупные таксоны возникли в далеком геологическом прошлом и по мере продвижения к современности наблюдается образование таксонов все меньшего и меньшего ранга, Виганд выдвинул концепцию *постепенного затухания эволюции*. К клерикальной разновидности телеологического эволюционизма можно отнести взгляды французского палеонтолога **Альберта Годри** (1827–1908). Он отвергал как дарвиновский принцип отбора, так и ламарковские принципы физиогенеза и кинетогенеза. По его мнению «план руководил историей живой природы», при этом план он отождествлял с «бесконечным Существом» или «незыблемым Организатором».

Телеологические концепции выдвигались в противовес дарвинизму не только биологами, но и философами-идеалистами. Ученик **А.Шопенгауера Эдуард фон Гартман** выпустил в 1874 г. книгу «Истина и заблуждения в дарвинизме». Фундаментом органической эволюции он считает телеологически действующий «внутренний закон развития», а отбор играет второстепенную роль. Телеологического эволюционизма клерикального толка придерживался **Николай Яковлевич Данилевский** (1822–1895).

Вслед за Кёлликером многие биологи второй половины XIX выступали в защиту идеи внезапного образования видов или более крупных таксонов. Приспосабливая гипотезу катастроф Ж.Кювье к новым временам, некоторые палеонтологи рассматривали эволюцию

как чередование геологически продолжительных периодов существования стабильных таксонов с кратковременными периодами катастрофических преобразований. В последние десятилетия появились мутационные гипотезы внезапного возникновения ряда форм. В доказательство приводились нередко примеры, заимствованные у самого Дарвина, описавшего немало случаев «скачкообразной изменчивости» (черноплечий павлин, однолистная земляника, гладкокожие персики и т.п.). Таким образом, дарвинизм не является учением, абсолютизирующим постепенность развития, в нем признается возможность внезапного, скачкообразного изменения признака за счет мутаций. Отрицание скачкообразного развития характерно для механоламаркизма. Представителями раннего мутационизма являлись австрийский и швейцарский палеонтологи *Эдуард Зюсс* (1831–1914) и *Освальд Геер* (1809–1893). Зюсс, будучи больше геологом, чем биологом, стал представителем очень редкой *экзогенетической разновидности мутационизма*. Причинами изменения форм он считал быстрое изменение физико-химических и климатических факторов. Палеоботаник Геер, как и Зюсс, считал внезапным появление новых видов путем быстрой трансформации, при этом он настаивал на целенаправленности совершенствования организации и управления этими процессами высшей силой. Палеонтолог *В.Вааген* в 1869 году обнаружил резкие изменения в строении раковины аммонитов разных геологических слоев и назвал эти изменения мутациями. В дальнейшем в палеонтологии «мутациями Ваагена» стали называть резкие изменения признаков, наблюдаемые при переходе из одного горизонта в другой, смежный. Как и многие сторонники мутационной гипотезы эволюции, Вааген отождествлял перерывы в геологической эпохе с результатами осуществляемого фронтально массового скачка одного таксона в другой. Общей чертой, объединяющей позднейшие мутационистские работы XIX века, было стремление использовать в качестве аргументов не спорные данные палеонтологии или сравнительной морфологии, а прямые факты и материалы специальных опытов.

В конце XIX века были получены первые экспериментальные доказательства эффективности естественного отбора.

В 1898 году английский зоолог-дарвинист **Е.Паультон** сообщил о первых опытах с моделированием естественного отбора на бабочке-крапивнице. В том же году опубликованы данные **В.Уэлдона** по многолинейному исследованию популяции крабов из бухты Плимута в Англии. Было замечено, что после постройки мола ширина головогруды этих крабов достоверно уменьшилась. В конце XIX века еще были скудными знания о структуре вида, о внутривидовых отношениях и видообразовании, о закономерностях прогрессивной эволюции. Существенное развитие знаний в этих областях произойдет уже в XX веке.

Литература

1. Азимов, А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии / А.Азимов; – М.:Мир,1983. – 189с.
2. Барабанщиков, Б.И. Взгляды на природу в древней Греции: учебное пособие по курсу «История биологии»/ Б.И.Барабанщиков. – Казань: «Издательство РегентЪ»,2001. – 38с.
3. Бобров, Е.Г. Карл Линней. 1707-1778 / Е.Г. Бобров. – Л.: Наука, 1970 – 286с.
4. Вермель, Е.М. История учения о клетке / Е.М.Вермель, – М.: Наука, 1970 – 259с.
5. Волков, В.А. Выдающиеся химики мира: Библиографический справочник / В.А.Волков, Е.В.Вонский, Г.И. Кузнецова; под ред.В.И.Кузнецова; – М.: Высшая шк., 1991. – 656с.
6. Галл, Я.М. Становление эволюционной теории Чарльза Дарвина / Я.М.Галл; – М.: «Наука», 1993. – 141с.
7. Дарвин, Ч.Р. Происхождение видов путем естественного отбора / Ч.Р.Дарвин; – Л.: Наука,1991. – 539с.
8. Дворянкин,Ф.А. Дарвинизм / Ф.А.Дворянкин; – М.: Изд-во МГУ, 1964. – 447с.
9. Древние цивилизации /Под общ. Ред. Г.М. Бонгард-Левина – М.: Мысль,1989. – 479с.
10. Жеребцов, А. Тайны алхимиков и секретных обществ / А. Жеребцов. – М.: Мир,1997, – 260с.
11. Завадский, К.М. Развитие эволюционной теории после Дарвина. 1859-1920-е годы / К.М.Завадский; – Л.: Наука, 1973. – 423с.
12. История биологии с древнейших времен до начала XX века / под общ.ред. С.Р.Микулинского; - М.: Наука, 1972. – 536с.
13. Крюи, П. Охотники за микробами / Поль де Крюи; – М.: Наука,1987. – 431с.
14. Ламарк, Ж.Б. Философия зоологии / Ж.Б.Ламарк, – М.: Полиграфкнига, 1935. Т.1. – 209с.

15. Лебедев, С.А. Философия науки. Словарь основных терминов / С.А.Лебедев. – М.: Академический Проект, 2004. – 320с.
16. Лункевич, В.В. От Гераклита до Дарвина / В.В.Лункевич. – М.: ГИ биологической и медицинской литературы, 1936. – 415с.
17. Лункевич, В.В. От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии / В.В.Лункевич. – М.: Учпедгиз, 1960. Т.1.— 479 с.
18. Лункевич, В.В. От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии / В.В.Лункевич. – М.: Учпедгиз, 1960. Т.2. —546с.
19. Матекин, П.В. История и методология биологии. Развитие фундаментальных концепций в биологии / П.В.Матекин.— М.: МГУ, 1982. – 165с.
20. Стоун, И. Происхождение: роман биография Чарльза Дарвина / И.Стоун. – М.: Политиздат, 1985. – 447с.
21. Хайниг, К. Биографии великих химиков / К.Хайниг; – М.: Наука, 1981. – 589с.
22. Чикин, С.Я. Врачи-философы / С.Я.Чикин; – М.: Медицина, 1990. – 384с.
23. Юсуфов, А.Г. История и методология биологии / А.Г. Юсуфов, М.А. Магомедова; - М.: Высшая шк., 2003. – 238с.
24. Яблоков, А.В. Эволюционное учение (дарвинизм) / А.В.Яблоков, А.Г.Юсуфов. – М.:Высш. шк., 1989. – 335с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Периодизация развития биологических и химических представлений в человеческом обществе. Период накопления знаний	3
<i>Первоначальные представления о живой природе</i>	4
<i>Натурфилософские представления Древней Греции и Рима</i>	6
<i>Схоластический период Средневековья</i>	18
Глава 2. Попытки объяснения накопленных знаний. Эпоха Возрождения	24
<i>Развитие биологических и химических наук в начальный период Возрождения (XVI-XVII века)</i>	27
<i>Развитие биологических и химических наук в XVIII веке</i>	39
Глава 3. Научные обобщения. Интеграция наук. Создание единого взгляда на законы развития природы. Первая половина XIX века	53
<i>Развитие химических наук в первой половине XIX века</i>	53
<i>Развитие биологических наук в первой половине XIX века</i> ...	59
<i>Развитие идеи эволюции в России</i>	81
<i>Социально-экономические и научные предпосылки возникновения дарвинизма</i>	83
Глава 4. Развитие химических наук во второй половине XIX века ..	89
Глава 5. Развитие биологических наук во второй половине XIX века.	103
Литература	137

Учебное издание

Наталья Анатольевна Кленова

ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

Часть 1

(с древних времен до конца XIX века)

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка, макет В.И. Никонов

Подписано в печать 30.08.07

Гарнитура Times New Roman. Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать оперативная.

Усл.-печ. л. 8,75. Уч.-изд. л. 6,64. Тираж 200 экз. Заказ № 703

Издательство «Универс групп», 443011, Самара, ул. Академика Павлова, 1

Отпечатано ООО «Универс групп»