

Учреждение образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

В.Е. ГАЙДУК

# ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ БИОЛОГИИ

Курс лекций для магистрантов и  
студентов биологических факультетов университетов

Брест  
БрГУ имени А.С. Пушкина  
2018



Начало

Содержание



Страница 1 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

УДК 57(091)(075)  
ББК 28.Г  
Г 14

*Рекомендовано редакционно-издательским советом  
Учреждения образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»*

*Рецензенты*

Кафедра биологических наук, доцент,  
декан географического факультета  
Учреждения образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»  
И.В. Абрамова

Кандидат биологических наук, доцент,  
заведующий кафедрой зоологии и генетики  
Учреждения образования  
«Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»  
А.Н. Тарасюк

*Под научной редакцией*  
кандидата биологических наук, доцента Е.С. Блоцкой

Гайдук, В.Е. История и методология биологии и биохимии : учебное электронное пособие для вузов / В.Е. Гайдук. – Брест : Изд-во БрГУ имени А.С. Пушкина, 2018. – 252 с.



Начало

Содержание



Страница 2 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

Рассмотрена история биологии и биохимии в переломные в социально-экономическом отношении эпохи развития человечества, начиная с древнейших времен и кончая современностью. Показан путь развития основных идей и концепций о живой природе в мировом масштабе, последовательные этапы дифференциации биологии, взаимосвязь в развитии разных областей естествознания и биологии. Уделено значительное внимание истории биологии в Беларуси.

Предназначено студентам, магистрантам и преподавателям по биологическим специальностям.

УДК 57(091)(075)

ББК 28.Т



*Начало*

*Содержание*



*Страница 3 из 252*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	7
--------------------	---

<b>ЧАСТЬ I. ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО НАЧАЛА XX ВЕКА</b>	<b>10</b>
--	-----------

ГЛАВА I. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ И ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ НАУЧНЫХ ОБОБЩЕНИЙ . .	10
---	----

1.1 Биологические представления в древности . . . . .	10
---	----

1.2 Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья . . . . .	12
---	----

1.3 Биология в Древней Греции и Древнем Риме . . . . .	14
--	----

1.4 Биология в средние века . . . . .	19
---------------------------------------	----

ГЛАВА II. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В XV – XVIII ВЕКАХ . . . . .	23
---	----

2.1 Исторические и социально-экономические условия. Общее состояние естествознания . . . . .	23
---	----

2.2 Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании	23
--	----

ГЛАВА III. ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА . . . . .	29
---	----

3.1 Историко-социальные условия, материалистические течения, общее состояние естествознания . . . . .	29
--	----

3.2 Развитие анатомии, морфологии и эмбриологии животных . .	32
--	----

3.3 Развитие систематики животных и растений . . . . .	35
--	----

3.4 Геологические предпосылки теории эволюции . . . . .	39
---	----

ГЛАВА IV. РАЗВИТИЕ БИОЛОГИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА . . . . .	43
--	----

4.1 Идеиная атмосфера в естествознании во второй половине XIX века . . . . .	43
---	----



Начало

Содержание



Страница 4 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



4.2	Развитие эмбриологии растений . . . . .	44
4.3	Формирование эволюционной морфологии, систематики и физиологии растений . . . . .	46
4.4	Состояние цитологии и микробиологии второй половине XIX века	53
4.5	Эволюционная теория во второй половине XIX века . . . . .	58
4.6	Создание и развитие эволюционной палеонтологии . . . . .	65
4.7	Развитие биогеографии, экологии и биоценологии . . . . .	67
4.8	Исследование в области сравнительной анатомии, морфологии и физиологии животных и человека . . . . .	74

## ЧАСТЬ II. ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ С НАЧАЛА XX В. ДО НАШИХ ДНЕЙ 80

ГЛАВА V. ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СТРОЕНИЯ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ, РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ. РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИИ И БИОЦЕНОЛОГИИ . . . . .	80
5.1 Достижения в области зоологии и ботаники . . . . .	80
5.2 Успехи в области физиологии животных и человека . . . . .	103
5.3 Достижения в области этологии . . . . .	115
5.4 Успехи в области физиологии растений . . . . .	120
5.5 Исследования в области биологической химии . . . . .	124
5.6 Успехи в области общей микробиологии . . . . .	128
5.7 Достижения в области экологии, биоценологии и гидробиологии	131
ГЛАВА VI. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТКИ И ТКАНЕЙ, НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ . . . . .	155
6.1 Достижения в области цитологии и физиологии клетки . . . . .	155
6.2 Развитие биофизики . . . . .	165



Начало

Содержание



Страница 5 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

6.3	Успехи в области генетики . . . . .	167
6.4	Развитие аналитической и экспериментальной эмбриологии, цитозембриологии и онтогенеза растений . . . . .	175
ГЛАВА VII. ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ . . . . .		187
7.1	Эволюционная теория . . . . .	187
7.2	Успехи эволюционной палеонтологии . . . . .	195
7.3	Достижения эволюционной морфологии, гистологии животных и биологической химии . . . . .	199
7.4	Проблема возникновения жизни на Земле . . . . .	205
ГЛАВА VIII. НОВЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ . . . . .		209
8.1	Развитие молекулярной биологии и генетики . . . . .	209
8.2	Развитие вирусологии, иммунологии и иммуногенетики . . . . .	220
8.3	Биосфера, как объект изучения и охраны . . . . .	224
8.4	Возникновение и развитие космической биологии . . . . .	228
8.5	Формирование и развитие биоритмологии . . . . .	230
8.6	Применение математики и кибернетики в биологии . . . . .	236
8.7	Мировоззренческие и методологические проблемы современной науки о жизни . . . . .	239
Заключение . . . . .		244
Контрольные тесты по «Истории и методологии биологии» . . . . .		248
Список используемой литературы . . . . .		249



Начало

Содержание



Страница 6 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

## Введение

В предлагаемом курсе лекций по «Истории и методологии биологии» автор стремился критически осмыслить путь, пройденный биологией за многовековую историю ее существования. При написании общей истории биологии возникли определенные трудности при отборе материала из всего колоссального многообразия фактов, имен и событий именно тех, которые характеризуют магистральную линию развития науки о жизни и одновременно раскрывают характер и уровень конкретных биологических знаний и представлений определенной эпохи. Не менее важная задача пособия – раскрыть логику развития биологической науки, закономерности прогресса знаний в данной области, как и благодаря чему были достигнуты успехи. Глубокое знание того, как в действительности происходило поступательное движение познания, приращение научных знаний, может являться основой для гносеологических выводов. Эти знания может дать только изучение истории науки. Общая история биологии раскрывает историческую обусловленность основных этапов развития биологии, ее важнейших достижений. Ведущими факторами, которые определяют развитие науки, являются потребности общественного производства, степень удовлетворения которых зависит от уровня производительных сил.

По мере развития науки она все сильнее воздействует на рост производительных сил, становится непосредственной производительной силой. Материальные условия жизни общества – это источник энергии, движущая сила научного прогресса.

В развитии науки, в том числе и биологии, ведущую роль играет возникновение новых методов. Создание нового научного метода обычно связано с возникновением новых теоретических представлений, которые, в свою очередь, становятся исходным пунктом пересмотра накопленных наукой данных, в том числе и ее методов.

История биологии исследует пути и внутреннюю логику накопленных знаний об органическом мире и его развитии, законов органической жизни и способах

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 7 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



управления биологическими процессами. Она изучает процессы эволюции теорий и методов биологии, место и роль этих теорий, гипотез и методов в истории познания биологических явлений, процессов и закономерностей.

Современная биология включает более 100 дисциплин, которые возникли в разное время, дифференциация ее продолжается. Изложение истории биологии требует периодизации. Она неоднозначна в различных отечественных и зарубежных изданиях. До последнего времени не было учебного пособия по истории развития биологии. В учебниках и учебных пособиях каждой биологической дисциплины содержатся сведения по истории. Имеются и монографии, посвященные развитию зоологии и ботаники, эмбриологии и палеонтологии, экологии и генетики, биофизики и теории эволюции и т.д.

В издательстве АН СССР в 70-е годы XX века вышли книги: «История биологии с древнейших времен до начала XX века» (1972 г.) и «История биологии с начала XX века до наших дней» (1975 г.). В них освещены важнейшие события в познании живой природы и формирование современных отраслей биологии. В пособии П.В. Матекина (1982) история биологии изложена в виде характеристики этапов исследования восьми проблем, касающихся изучения сущности жизни и развития фундаментальных концепций биологии. В пособии А.Г. Юсуфова и М.А. Магомедовой «История и методология биологии» (2003 г.), предназначенном для студентов биологических факультетов университетов, освещена история науки с древнейших времен до нашего времени. Это первое пособие такого рода в России. В нем показан путь развития основных идей и концепций о живой природе в общечеловеческом масштабе, последовательные этапы дифференциации биологии, взаимосвязь в развитии разных областей естествознания и биологии. Среди книг, посвященных **истории естествознания**, здесь следует упомянуть монографию Н.С. Купчина «Развитие **естествознания** в Белоруссии (середина XIX – начало XX)» (1980).

Следует отметить, что возможности этого учебного пособия не позволили



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 8 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



осуществить датировку всех открытий и необходимых ссылок на первоисточники. Поэтому в список литературы автор включил только те публикации по истории развития отдельных разделов биологии, которые в большинстве случаев могут служить в качестве справочных источников.

Курс «История и методология биологии» включен в учебные планы биологических факультетов университетов Беларуси с 1994 г. и призван содействовать целостности биологического образования в условиях углубления дифференциации биологии по узким направлениям.

Изучение истории биологии позволит будущему учителю по-новому взглянуть на биологию как науку, переосмыслить цели, содержание и структуру учебно-воспитательного процесса.

Определенное внимание в лекционном курсе уделено истории развития биологической науки в Беларуси. Это позволит учителям, преподавателям университетов формировать у магистрантов, студентов и школьников интерес к предмету, патриотические чувства к родной стране.

Задачи лекционного курса:

- ознакомление магистрантов и студентов с основными этапами становления и развития биологической науки, ее основными достижениями и перспективами развития, в том числе и в РБ;
- формирование патриотических чувств на основе изучения деятельности видных ученых СССР, СНГ, России и Беларуси;
- подготовка магистрантов и студентов к изучению истории и методологии биологии в средней школе.



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 9 из 252

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

# ЧАСТЬ I. ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ С ДРЕВНЕЙШИХ ВРЕМЕН ДО НАЧАЛА XX ВЕКА

## ГЛАВА I. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ И ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ НАУЧНЫХ ОБОБЩЕНИЙ

### 1.1 Биологические представления в древности

Накопление биологических знаний человеком уходит в глубокую древность. Этому способствовала непосредственная практическая деятельность людей. Некоторые представления доисторического человека об окружающих его животных дошли до нас в виде наскальных изображений на стенах пещер. Эти изображения эпохи кроманьонского человека (около 13 тыс. лет до н.э.) говорят нам о том, что уже в то время люди различали многих животных, которые были объектами охоты. Найдены точные динамические рисунки северного оленя, древнего слона, мамонта, шерстистого носорога, большерогого и благородного оленя, лося, косули, сайги, кабана, росوماхи, волка, лисицы, зайца, белой и тундряной куропатки, утки, лебедя, орла, лосося, форели, леща, щуки, краба и других животных.

Древний человек располагал определенными сведениями о миграции стад оленя, птиц, морских рыб и временем их появления в местах проживания людей.

Значительным событием в жизни древних людей было одомашнивание собаки, опыт одомашнивания которых способствовал приручению других животных. В период неолита (VI – II тысячелетия до н.э.) были одомашнены свиньи, крупный рогатый скот, овцы, козы, осел, гуси, утки, а затем лошади и верблюды. Предками их были дикие формы. Одомашненные животные положили начало развитию скотоводства, примерно в это время возникло земледелие. Это указывало на переход человека от использования готовых продуктов к их производству. В позднем неолите человек возделывал незначительное число культурных растений. В Передней и Западной Азии, Северной Африке культивировали пшеницу и ячмень. В этот же



Начало

Содержание



Страница 10 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

период начали культивировать рожь, кукурузу, многие огородные и технические (лен, конопля) культуры и плодовые деревья. В это же время в Китае, Индонезии и Индии начали разводить рис, чай, хлопок, в Абиссинии – кофе, в Америке – томаты, картофель, подсолнечник, какао.

В литературных памятниках различных народов древности: египтян, вавилонян, индийцев, китайцев имеются многие интересные сведения о растениях и животных, о строении и жизнедеятельности человека.

Н.Н. Воронцов [2] пишет, что материалистические традиции Древней Индии и ее достижения в познании живой природы, успехи в технике ампутации органов, кесарево сечение, удаление почечных и желчных камней, описание последовательных этапов развития эмбриона человека и лекарственных свойств многих растений оставались неизвестными для Запада до походов А. Македонского.

Греческие философы, которые жили в VI и V веках до н.э. – Анаксимандр, Ксенофан и др. выдвигали различные гипотезы и теории о происхождении животных и растений.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 11 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



## 1.2 Знания о живой природе в раннерабовладельческих государствах Азии и Восточного Средиземноморья

Древние цивилизации Месопотамии и Египта накопили много сведений о растениях и животных. В этот период представления об организмах часто облекались в религиозную форму, а медицина находилась в руках жрецов. Все же медицинские и биологические воззрения начали обособляться от магии и религии и стали приобретать характер натурфилософских систем.

В IV тысячелетии до н.э. сведения о животных и растениях в Месопотамии содержатся в клинописных табличках. Животных делили на членистых, рыб, змей, птиц и четвероногих. Растения – на деревья, овощи, пряности, лекарственные травы.

В вавилонских и ассирийских медицинских табличках приводятся сведения о различных болезнях человека и способах их лечения.

Значительные успехи в Месопотамии были достигнуты при выведении новых пород домашних животных – верховых и рабочих лошадей, крупных пород ослов, овец и крупного рогатого скота. Путем скрещивания осла с кобылой впервые был получен мул.

Биологические знания и представления древнего Египта схожи с представлениями ассиро-вавилонян. Интерес представляет папирус Эберса, в котором содержится анатомическая терминология по заболеваниям различных органов. По представлениям автора этого папируса сердце является важнейшим органом тела человека. В нем же приведен перечень большого числа лекарственных растений, который показывает, как много растений применялось в виде лекарственного сырья.

Значительных успехов в древнем Египте достигло земледелие: египтяне культивировали ряд форм хлебных злаков, многие овощи, фруктовые деревья. Это относится и к животноводству. Египтяне разводили крупный рогатый скот, лошадей, овец, коз, свиней и других животных. Были одомашнены несколько видов антилоп, кошка, одногорбый верблюд, лебеди, голуби и др.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 12 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



Биологические знания и представления в древней Индии и Китае прогрессивно накапливались и развивались. Народы Индии в середине III тысячелетия до н.э. выращивали много культурных растений, разводили рогатый скот. В Индии впервые были одомашнены куры и приручен слон.

Достижения анатомии, физиологии и эмбриологии использовались в медицине, которая носила магико-религиозный характер. Позже, начиная с VIII в. до н.э., медицина начинает, как в Месопотамии и Египте, обособляться от религии и магии. В индийских медицинских трактатах VI – III вв. до н.э. развивались представления о наличии у живых существ неизменных наследственных качеств, которыми объясняется сходство детей с родителями. В выдающихся памятниках индийского народного эпоса «Махабхарата» и «Рамаяна» имеются яркие образцы точных описаний явлений природы. В них содержится много сведений по экологии растений и животных.

В I тысячелетии до н.э. в индийской философии возникли материалистические представления, по которым источником познания мира является восприятие органами чувств, предметов окружающей среды. Полагали, что из комбинаций четырех элементов: земли, воды, воздуха и огня образуются все тела природы, в том числе и живые организмы. После смерти они распадаются на те же элементы.

Биологические представления в Китае развивались под воздействием натурфилософских учений, в которых говорились о том, что все вещи состоят из полярных по своей природе частиц. При взаимодействии возникают пять стихий или элементов (вода, дерево, огонь, земля, металл), которые создают все многообразие мира, включая растения, животных и человека.

Китай был одним из крупнейших очагов многих важных видов культурных растений и домашних животных. В течение почти II тысячелетия до н.э. в Китае процветало земледельческое и скотоводческое хозяйство.



Начало

Содержание



Страница 13 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

### 1.3 Биология в Древней Греции и Древнем Риме

В **Древней Греции** биологические знания были примерно на том же уровне, что и на Востоке. В VIII – VI вв. до н. э. возникли первые зачатки античной науки. Основоположников греческой философии Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена и Гераклита объединяли поиски материального первоначала и возникновения мира. Они являются представителями ионийской школы. Для Фалеса этим первоначалом являлась вода. Анаксимандр также считал, что мир возник из единого и вечного материального первоначала или «апейрона». **Анаксимен (ок. 588 – 525 до н. э.)** считал материальным первоначалом мира воздух, из которого все возникает и в который все превращается обратно. Величайшим из натурфилософов древней Греции был **Гераклит Эфесский (544 – 483 до н. э.)**, представитель ионийской школы. Гераклит впервые ввел в науку о природе в философию четкое представление о постоянном изменении. Он считал, что материальным первоначалом является огонь, который в силу необходимости закономерно воспламеняется и снова закономерно угасает. По его представлению всякое изменение есть результат борьбы, это постоянное изменение природы представляет вечно повторяющийся, замкнутый круговорот.

Во второй половине VI в. до н. э. в **Южной Италии** возникла философская школа, которая была основана Пифагором. Пифагорейцы стремились установить господствующие в мире числовые закономерности, в связи с этим они занимались арифметикой, геометрией, астрономией.

Основы материализма, которые были заложены в VI в. до н. э. ионийскими натурфилософами, позже развивали древнегреческие философы – натуралисты. Они пытались разрешить проблему строения и развития материи с позиции античной атомистической теории. Выдающимися представителями этой школы являлись Анаксагор, Эмпедокл и Демокрит.

Согласно **Анаксагору** материя состоит из мельчайших частиц – «семян». Семена различных, встречающихся в природе веществ – земли, воды, воздуха, огня, золота,



Начало

Содержание



Страница 14 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

железа, мяса, костей, крови и т.д. – подобны по своим свойствам телам, в состав которых они входят. Анаксагор считал, что первоначально организмы образовались из соединения семян, увлеченных каплями дождя с неба на землю, с семенами, находившимися в земле. Затем во влаге земли возникли зародыши, из которых развились живые существа. Он считал, что различие полов заключено уже в семени, при чем семя исходит от самца, самка же только предоставляет для него место. В ходе развития зародыша сначала формируется мозг, с которым связаны чувства зрения, слуха, вкуса, обоняния и осязания.

**Эмпедокл (490 – 430 до н. э.)** пропагандировал представление о четырех элементах или «корнях» (огонь, воздух, вода и земля). Эти четыре элемента в мировой материи состоят из вечных частиц, которые, вступая, в соединения друг с другом, в разных количественных соотношениях, образуют как неживые, так и живые тела природы. Эти силы – «любовь», соединяющая разнородные частицы, и «вражда», разъединяющая их, – являются двигателями процессов во Вселенной. Эмпедокл считал, что растения возникли из земли раньше, чем животные. Разнообразие растений зависит от того, какие элементы получают они из почвы. Биологические представления Эмпедокла сыграли важную роль в распространении идеи об естественном происхождении живых существ.

Воззрения Эмпедокла были далее успешно развиты **Демокритом (460 – 370 до н. э.)**. Он утверждал, что мир состоит из мельчайших неделимых частиц – атомов, которые двигаются в пустоте. Атомы вечны и неизменны, они никогда и никем не были созданы и не могут быть уничтожены. Так как все тела состоят из атомов, то рождение любой вещи есть соединение атомов, а смерть – их разъединение.

Современником Демокрита был выдающийся врач античного мира **Гиппократ**. Он и его последователи разработали представление об естественных причинах болезней, причем они различали факторы, которые исходят из внешней среды и состояние организма больного (возраст, наследственность, образ жизни и т.п.).

Гиппократ был создателем учения о четырех жидкостях тела: крови, слизи,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 15 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



желтой и черной желчи, количественные и качественные соотношения которых лежат якобы в основе всех нормальных и патологических процессов в организме человека. В гиппократовской медицине были заложены первые основы метода импирической индукции.

В IV – III вв. до н. э. материалистическим воззрениям Демокрита была противопоставлена идеалистическая философская система Платона, согласно которой материальный мир является несовершенным отражением постигаемых разумом идей, идеальных вечных прообразов предметов, воспринимаемых чувствами. Мир идей есть цель и вместе с тем причина материального мира. Из этого объективного идеализма Платона родилось представление о конечных, или целевых причинах, которые получили развитие в философии Аристотеля и неоднократно возрождавшиеся впоследствии в истории биологии.

Платоновский идеализм попытался преодолеть **Аристотель (384 – 322 до н.э.)**, который говорил о реальности материального мира и его пребывании в состоянии постоянного движения. В то же время Аристотель колебался между идеализмом и материализмом. Проблемы биологии занимают большое место в творчестве Аристотеля. В своих многочисленных трактатах он с исчерпывающей полнотой охватил весь круг знаний того времени о животных и растениях. Это дает право считать его основоположником биологии как науки. В общебиологических представлениях Аристотеля прослеживается его философский дуализм. Во всех телах природы он различал две стороны – материя, которая обладает различными возможностями, и форма, под влиянием последней реализуется именно данная возможность материи.

Аристотель утверждал, что существуют души трех родов: душа растительная или питающая, душа чувствующая и, наконец, разум. Растениям свойственна питающая душа, животным питающая и чувствующая, человеку кроме двух первых свойственен разум.

Крупнейшими из биологических сочинений Аристотеля являются «История

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 16 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



животных», «О частях животных», «О возникновении животных» [1], «О душе». Он изучал внешний вид и поведение живых организмов. Им было описано около 500 различных «видов» животных с указанием на их различия. Аристотель попытался сгруппировать животных. Так, наземных животных он разделял на четвероногих (зверей), летающих пернатых (птиц), а оставшихся объединил в одну группу под общим названием черви. Морских обитателей объединил в одну группу под названием рыбы. Однако с помощью такой грубой классификации этот ученый не всегда мог определить, к какой группе относится животное. По представлению Аристотеля в этой лестнице жизни нет крутых ступеней и невозможно с уверенностью отнести тот или иной вид к определенной группе.

Аристотель не был эволюционистом, однако, созданная им «лестница жизни» неизбежно наталкивала ученых на такой ход мысли, который должен был в последующие годы привести к представлению об эволюции органического мира.

Аристотель был знаком с анатомическими, эмбриологическими и физиологическими особенностями млекопитающих. Он имел представление, что главнейшими признаками, которые характеризуют млекопитающих, является наличие у них органов воздушного дыхания – легких и горячей крови. Он знал, что млекопитающие живородящи, питают детенышей молоком и что плод, который находится в утробе матери, прикреплен к матке посредством пуповины и органа, который позже был назван последом,

Аристотеля считают основоположником зоологии. Имеются сведения, что он занимался и ботаникой, но ботанические работы не сохранились. После смерти Аристотеля, созданную им школу философов, возглавил его ученик **Теофраст (372 – 287 гг. до н. э.)**, который заложил основы ботаники. В его работах описано около 500 видов растений. Основным трудом Теофраста является «История растений». В ней определенное внимание уделялось строению и размножению растений, а также лекарственным растениям. Он впервые ввел в употребление такие термины как плод, околоплодник и сердцевина. Теофраст различал ряд способов размножения

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 17 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

растений: самопроизвольное зарождение, зарождение от семян, корня, клубня, ветви, ствола и черенка, Он описал прорастание семян разных видов растений, выявил места закладки в семени корня и стебля, обнаружил различия между однодольными (злаками) и двудольными (бобовыми) растениями.

После победных войн Александра Македонского и завоевания им Персидской империи эллинская культура проникла в страны Средиземноморского бассейна. В этот период было установлено греческое господство на Ближнем Востоке, центром науки стал Египет. В г. Александрии была основана библиотека и музей, который с полным правом можно считать прообразом современного университета. Среди ученых врачей Александрийской школы того времени можно назвать Герофила и Эразистрата. Они сделали много ценного в изучении различных органов и систем органов человека: головного мозга, кровеносной системы, печени, селезенки и др. Александрийская школа в биологии, процветавшая на протяжении четырех столетий, начала хиреть примерно после 200 г. до н. э. и затем сошла на нет. Это произошло после превращения Египта в Римскую провинцию.

**Развитие биологических знаний в древнем Риме.** Выдающимся представителем античного материализма был римский поэт и философ **Лукреций Кар (I в. до н. э.)**. В своей поэме «О природе вещей» он утверждал бесконечность вселенной и допускал возможность жизни на других, удаленных от Земли мирах. Лукреций полагал, что природа никем не создана и управляется присущими ей самой законами, все тела природы состоят из «первичных телец» и подвержены изменениям.

Запросы сельского хозяйства и медицины стимулировали изучение растений, животных, человека и появление работ прикладного характера. Среди таких работ следует отметить сочинения **Диоскорида (I в. н. э.)**, которые оказали большое влияние на ботанику последующих веков. Современником Диоскорида был один из великих римских натуралистов **Гай Плиний старший (23 – 79 гг. н. э.)**. В своей энциклопедии, которая насчитывает 37 томов, он обобщил все сделанное до

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 18 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

него в биологии. Следует отметить, что Плиний не всегда критически относился к использованным источникам. По его мнению, все в природе существует для человека, одни виды живых существ дают ему пищу, другие – лекарство, третьи – стимулируют физическое развитие или волю человека и т.д.

Последним биологом древности был **Гален (130 – 200 гг. н.э.)** – римский врач. Он оставил большое научное наследие. Его теории о функции различных органов человеческого тела сыграли определенную роль в развитии медицины. Так как современники Галена неодобрительно смотрели на вскрытие человеческих трупов с научными целями, то анатомические исследования в основном проводились на собаках, овцах, обезьянах и других животных. Он подметил сходства в строении тела человека и обезьяны. Гален полагал, что каждый орган человеческого тела был создан богом. Эти представления и отсутствие нужного инструментария послужили причиной ошибочности большинства его теорий. Гален, подобно Плинию, полагал, что все живое сотворено с заранее намеченной целью. Он считал, что повсюду в организме человека имеет место проявление божественного труда.

Следует отметить, что рабовладельческие цивилизации, которым был характерен низкий уровень производства, не могли привести к большим достижениям в познании природы. Потребность в знаниях о живой природе была связана с узкой сферой возделывания растений (рожь, пшеница, ячмень, лен, конопля, рис, хлопок, плодовые культуры), разведения домашних животных (крупный рогатый скот, верблюды, лошадь, овцы, козы, собака и др.) и медицины.

## 1.4 Биология в средние века

Период с V по XV вв. именуется средними веками. Это было время возникновения и развития феодализма, который в Западной Европе сопровождался разрушением хозяйственных и культурных связей, глубоким упадком культуры, утратой многих достижений науки и техники и установлением безраздельного господства церковной



Начало

Содержание



Страница 19 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть



идеологии. Господствующей религией в последние десятилетия существования Римской империи было христианство. Античная наука в это время влачила жалкое существование. Христианство на протяжении многих веков препятствовало возрождению науки. По представлению христиан, для человека имеет главное значение мир, который воспринимается органами чувств, а «царство божия» можно достичь путем откровения. Единственно надежным путеводителем для человека является Библия, писания отцов церкви и духовное влияние самой церкви.

Учение о природе базировалось на идеи миропорядка, который выражал божественный замысел. Ярким представителем этого направления является **Фома Аквинский (1225 – 1274)**, объективно-идеалистическая философия, которого сложилась в результате теологической интерпретации учения Аристотеля, приспособления его к христианскому вероучению. Основным принцип философии Ф. Аквинского – гармония веры и разума. Все существующее укладывается им в созданный богом иерархический порядок.

Выдающийся мыслитель XIII в. Роджер Бэкон подверг решительной критике схоластику и веру в авторитеты, в том числе на непререкаемый авторитет Аристотеля. Философия, по мнению Р. Бэкона является общей теорией познания, дающая направления другим наукам. Ценность науки заключается в практической пользе, которую она может принести.

Бэкон утверждал, что, несмотря на различия между живыми и неживыми телами они построены из одних и тех же материальных частиц. Живые существа находятся в тесной зависимости от окружающей среды, солнечного света, тепла и т.д. Церковь позаботилась о том, чтобы сочинения Бэкона не были опубликованы при его жизни. Главный его труд увидел свет только в 1733 г. Р. Бэкон намного опередил свое время.

В средние века наука вообще, и биология в частности, еще не стали самостоятельными областями, не отделились от целостного религиозно-философского восприятия мира. Средневековая биология, скорее всего, является отражением средневековой культуры, нежели самостоятельная отрасль с



Начало

Содержание



Страница 20 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



собственным предметом изучения. Основным источником информации о биологических знаниях средневековья являются многотомные сочинения энциклопедического характера **Альберта Великого** и **Венсано де Бове**. В энциклопедии первого автора есть специальные разделы «О растениях» и «О животных». Описание известных в то время растений и животных во многом заимствовано у Аристотеля и др. Энциклопедия Альберта Великого схожа с сочинением «Зеркало природы», написанным Венсаном де Бове.

Крупнейшим биологом средневековья был выдающийся таджикский ученый Ибн-Сина, которого все мы знаем как **Авиценну (около 980 – 1037)**. Ему принадлежат сочинения, основанные на медицинских теориях Гиппократ и Цельса.

Изучение биологических знаний в средние века показывает, что господство феодальных отношений, раздробленность и изоляция, всемогущество церкви, задержали прогресс человеческих знаний, но не смогли его остановить. Рост городов, товарных отношений способствовали развитию производительных сил, а вместе с ними и развитие науки и техники. Начал изменяться и тип мышления. Религиозно-догматическое мышление начало вытесняться рационалистическим мировоззрением.

### Контрольные вопросы и задания

1. Что изучает наука «История и методология биологии»?
2. Какие представления о живой природе были у древних людей?
3. Каков уровень знаний о живой природе в раннеабсолютных государствах Азии и Восточного Средиземноморья?
4. Каких общеприродных и мировоззренческих знаний достигли ученые Древней Греции (Демокрит, Гиппократ, Аристотель и др.) и Древнего Рима (Лукреций Кар, Гай Плиний старший, Гален)?

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 21 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

5. Почему уровень развития биологических знаний снизился в средние века?



*Начало*

*Содержание*



*Страница 22 из 252*

*Назад*

*На весь экран*

*Закрыть*

## ГЛАВА II. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В XV – XVIII ВЕКАХ

### 2.1 Исторические и социально-экономические условия. Общее состояние естествознания

В XV – XVIII веках происходил быстрый рост производительных сил, открытие новых источников сырья и драгоценных металлов, а также новых рынков в результате многочисленных путешествий и расширения торговли – все это изменило экономику и общественную жизнь европейских стран. Происходило вызревание в рамках феодального общества новых, капиталистических общественных отношений.

Переход от феодализма к капитализму не совпадал по времени в различных странах. Например, в Италии эпоха Возрождение началась уже в XIV в. В XV – XVI вв. она достигла расцвета. В Голландии и в Англии ломка феодальных отношений происходила в XVI – XVII вв., во Франции – в XVIII в. Переход к капитализму в европейских странах вызвал коренные сдвиги и в общественной идеологии.

### 2.2 Эпоха Возрождения и революция в идеологии и естествознании

В XIV - XVII вв. было восстановлено лучшее из культурного достояния античного мира. Достижения греческих и римских философов, ученых, художников были заново прочтены. Эпоха Возрождения характерна повышенным интересом людей к реалистическим элементам античной культуры. Это была эпоха величайшего культурного подъема, который характеризовался бурным развитием науки, литературы и искусства<sup>[13]</sup>.

Развитию биологических наук в эпоху Возрождения способствовали: использование изобретенных приборов (микроскоп, термометр, барометр и др.) и многочисленные путешествия. За великими географическими открытиями, связанными с именами Колумба, Васко да Гама, Магеллана и др., последовало



Начало

Содержание



Страница 23 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

множество других путешествий, в процессе которых сильно увеличился объем биологических знаний.

Одним из величайших художников-анатомов того времени был **Леонардо да Винчи (1452 – 1511)**. Ему первому удалось установить сходство в строении костей ноги человека и лошади, т. е. он открыл явление гомологии. Леонардо да Винчи изучал и дал графическое изображение работы сердца и глаза. Он делал зарисовки птиц в полете, в связи с попыткой применения этих знаний для изобретения летательного аппарата.

Крупным анатомом эпохи Возрождения является анатом **Андреас Везалий (1514 – 1564)**, который является автором книги «О строении человеческого тела». Эта книга была первой наиболее точной работой по анатомии человека.

В 1628 году появилась книга **Уильяма Гарвея (1578 – 1657)** «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных», которая вызвала полный переворот в истории биологии. Он писал, что сердце – это насос, а движение крови подчиняется физическим законам движения жидкости. Идея кровообращения автора этой книги получила всеобщее признание среди биологов еще при жизни Гарвея.

Изобретение микроскопа позволило натуралистам детально описывать мелкие живые существа, а анатомам – обнаружить невидимые глазу структуры органов. Выдающимся анатомом-микроскопистом был голландский натуралист **Ян Сваммердам (1637 – 1680)**, который исследовал анатомию насекомых, ему же принадлежит открытие красных кровяных телец, которые сейчас называются эритроцитами.

Английский ботаник **Неэмия Грю (1641 – 1712)** изучал под микроскопом строение растений. Голландский анатом **Ренье Грааф (1641 – 1673)** проводил аналогичные исследования на животных. Самым выдающимся было открытие итальянского физиолога **М. Мальпиги (1628 – 1694)**. Он, исследуя, легкие лягушки, обнаружил сложную сеть мельчайших кровеносных сосудов. Проследив



Начало

Содержание



Страница 24 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



слияние мелких сосудов в более крупные, М. Мальпиги выявил, что последние в одном случае являются венами, а в другом – артериями.

Одним из великих микроскопистов был голландский купец **Антони Левенгук (1632 – 1723)**, который с помощью усовершенствованных им микроскопов выявил многие мельчайшие объекты в природе, открыл богатейший «невидимый мир».

В эпоху Возрождения были описаны десятки тысяч растений и животных. Возникла необходимость в их классификации. Первая попытка построить систему растений и животных принадлежит английскому биологу **Джону Рею (1628 – 1705)**. В трехтомном сочинении «История растений» Рей дал описание 18600 известных в то время видов растений. В книге «Систематический обзор животных» он предложил классификацию животных, применив принцип объединения видов по совокупности внешних признаков, главным образом по наличию когтей и зубов. Классификация Рея была очень несовершенной, но принцип, который был положен в ее основу, получил дальнейшее развитие в трудах шведского биолога **Карла Линнея (1707 – 1778)**. К тому времени количество описанных видов составляло не менее 70 тыс. Линней, изучая органы размножения растений, обнаружил их видовые различия. На этой основе он построил свою систему классификации. В 1735 году Линней опубликовал книгу «Система природы», в ней он изложил созданную им систему классификации растительного и животного мира, которая является предшественницей современной.

Карл Линней считается основателем **таксономии** или систематики, изучающей классификацию живых форм. Систематика как наука (Воронцов, 1999), созданная К. Линнеем, стала фундаментом дарвинизма. Близкие виды он объединял в роды, близкие роды – в отряды, а близкие отряды – в классы. Все известные в то время виды животных были сгруппированы в шесть классов: насекомые и черви, рыбы, рептилии, птицы и млекопитающие. Каждый вид имел латинское название, состоящее из двух слов, первое слово – название рода, к которому принадлежит вид, второе – видовое название. Эта форма биномиальной (двуименной) номенклатуры

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 25 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

сохранилась до настоящего времени. Благодаря этой номенклатуре у биологов появился международный язык для обозначения живых форм. Примечательно, что Линней дал название виду «человек» – *Homo sapiens*, которое сохранилось до наших дней.

Систематика как наука [2], созданная К. Линнеем, стала фундаментом дарвинизма.

Система К. Линнея была искусственной. Растения и животные распределялись к той или иной группе на основании единичных признаков, что приводило к множеству ошибок. Сам автор системы признавал ее искусственность.

Часть исследователей XVII – XVIII вв. основное внимание уделяло не систематизации ботанических и зоологических материалов, а изучению и описанию разных сторон жизни растений и животных. Большие успехи в изучении пола и размножения растений связаны с именем И. Кельрейтера, работающим в Германии и России. В его работах содержались описания некоторых явлений, важных для понимания наследственности. Например, Кельрейтер установил особую мощь первого поколения гибридов, использовал тип скрещивания, который теперь называют анализирующим, выявил явления расщепления в потомстве гибридов.

Немецкий ботаник К.Х. Шпренгель путем наблюдений в природе над 461 видом растений доказал, что различные особенности строения и окраски цветов являются адаптациями, которые обеспечивают опыление растений насекомыми, переносящими пыльцу. Одним из крупнейших достижений Шпренгеля было обнаружение диогамии. Он установил, что у многих растений пестики и тычинки созревают не одновременно, что препятствует самоопылению.

Следует отметить значительную роль русских ученых: А.Т. Болотова, В.Ф. Зуева, И.М. Комова и др. в изучении половых различий и роли перекрестного опыления у растений.

Описанию разных сторон жизни животных посвящены труды Ж. Бюффона, которому принадлежит одно из наиболее известных произведений «Естественная

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 26 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

история», состоящая из 36 томов (1749 – 1788). В этом сочинении имеется много великолепных очерков о жизни животных, их распространении, связи со средой и т.д.

Строение и жизнедеятельность насекомых описаны в шеститомном произведении «Мемуары по истории насекомых» (1734 – 1742) французского биолога Рене Реомюра.

Следует отметить, что в конце XVIII в. было изучено около 18 – 20 тыс. видов животных и было сделано ряд важных открытий в зоологии.

Многочисленные путешествия в этот период сильно обогатили сведения зоогеографического характера. Большой вклад в фаунистику и зоогеографию внесли русские натуралисты С.П. Крашенинников, Г.В. Стеллер, П.С. Паллас, И.И. Лепехин и др.

Классификация Линнея, получившая название «дерево жизни», наталкивала на мысль о происхождении близких видов от общего предка, о возникновении и развитии определенных видов и групп живых существ. Для Линнея подобная мысль была невозможна. Ученый придерживался представлений, что каждый вид сотворен отдельно и сохраняется божественным проведением. В последние годы жизни Линней допускал возможность образования новых видов путем гибридизации.

Идею изменяемости видов под влиянием окружающей среды высказал французский биолог **Жорж Бюффон (1717 – 1788)**. Он написал сорока четырехтомную энциклопедию «Естественная история», в которой пропагандировалась идея об эволюционном развитии живого мира.

Спустя несколько десятилетий другой французский биолог **Ж.Б. Ламарк (1744 – 1829)** взялся за детальное изучение исторического развития живой природы. Ламарк объединял первые четыре класса Линнея (рыб, рептилий, птиц и млекопитающих) в группу позвоночных животных, обладающих позвоночником. Два других класса (насекомых и червей) он назвал беспозвоночными. В 1815 – 1822 гг. выходит семитомный труд Ламарка «Естественная история беспозвоночных»,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 27 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



который содержит описания всех известных на то время беспозвоночных. Размышляя об эволюции живых организмов, он впервые изложил в 1801 г. и развил в главном сочинении «Философия зоологии» (1809) основные свои представления об эволюции растений и животных. Его теория о наследовании приобретенных признаков не получила признания как современниками, так и противниками, так как она не располагала убедительным доказательством их наследования. Ламарк впервые построил целостную эволюционную концепцию. В этом его великая заслуга. Но убедительно обосновать эволюционное учение ему не удалось. Для этого не было еще достаточных фактических данных.

Великой заслугой Ламарка было то, что он акцентировал внимание на неразрывную связь организма со средой, правильно объяснял влияние на организм окружающей среды, как мощнейший импульс к развитию органического мира.

Таким образом, особое место в истории биологии занимает XVIII в., в период которого в биологическом познании происходит коренной перелом в направлении систематической разработки научных методов познания и формирования первой фундаментальной биологической теории – теории естественного отбора.

### Контрольные вопросы и задания

1. Развитие биологических наук в эпоху Возрождения (Леонардо да Винчи, Андреас Везалий, Уильям Гарвей, Антони Левенгук)?
2. Какие достижения были в области ботаники и физиологии растений в XV - XVIII веках (Д. Рей, К. Линней, И. Юнг и др.)?
3. Каких успехов достигла зоология, анатомия и физиология животных в XV - XVIII веках (Ж. Бюффон, П.С. Паллас, К.Ф. Вольф, Ш. Бонне)?



Начало

Содержание



Страница 28 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

## ГЛАВА III. ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

### 3.1 Историко-социальные условия, материалистические течения, общее состояние естествознания

Важнейшим фактором, который определил социальное и идейное развитие стран Европы и других регионов, была промышленная революция, происшедшая в XVIII веке в Англии и других странах. Основным социально-политическим событием, которое оказало большое влияние на общественную и интеллектуальную жизнь народов Европы первой половины XIX в. была Великая Французская буржуазная революция 1789 года. Она послужила мощным стимулом для философского и опосредованно естественнонаучного мышления XIX века. Многих людей революция заразила стремлением реализовать идеалы свободы, равенства и братства, все сильнее разрушались старые представления и предрассудки. Для многих революция не оправдала возлагавшихся на нее надежд. У многих буржуазное общество, развитию которого они способствовали, отнюдь не соответствовало тем идеалам, во имя которых совершалась революция, возникло глубокое разочарование. Появилось стремление пересмотреть концепцию общества и человека, характерные для философии Просвещения и послужившей духовной предпосылкой революции. Этот пересмотр шел в разных направлениях. Были попытки углубить и более серьезно обосновать те представления о человеке и обществе, которые были в XVIII веке, так и отвергнуть эти представления целиком и вернуться к мировоззрению феодализма. Примером попыток первого рода было философское учение Канта, который является родоначальником немецкого классического идеализма. Кант, как представитель агностицизма, утверждал, будто природа вещей недоступна нашему познанию: последнее возможно только относительно «явлений», т.е. способа посредством которого вещи обнаруживаются в нашем опыте. Достоверное теоретическое знание имеется только в математике и естествознании.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 29 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Ярким выразителем второго направления был французский ученый и политический деятель Жозеф де Местр. Он защищал католическое учение о государстве, пытался доказать, что опыт революции свидетельствует о том, что всякие попытки человека жить на земле без бога, осуждены на поражение. По его представлениям церковь должна быть выше светского государства.

Третьим направлением был исторический подход к рассмотрению природы, человека и общества. На смену механистическому мышлению предшествующего периода приходит тенденция рассматривать мир как единый процесс исторического развития. Идея развития лежит в основе многих философских, социологических и естественнонаучных теорий этого периода.

Три эти направления не исчерпывают всего своеобразия социального и интеллектуального климата, который сложился в первой половине XIX века, но они являются основными. Несомненно, все три направления тесно связаны.

Результаты и последствия Французской революции были осмыслены в некоторой мере представителями немецкой классической философии, расцвет которой приходится на первую половину XIX века. Ярким представителем этой философии является Гегель. Он обращал внимание на объективную составляющую как в деятельности и сознании человека, так и в истории в целом. Однако логика истории предстает у Гегеля как логика абсолютного духа, который через историю приходит к самопознанию и самораскрытию. Гегель создал диалектический метод, одно из наиболее важных и плодотворных достижений немецкой классической философии. В центре этого метода – принцип противоречия как движущий принцип всякого развития. Открытые Гегелем законы диалектики: закон перехода количества в качество, взаимного проникновения противоположностей и отрицания отрицания – покоятся на принципе противоречия как своего методологического фундамента. Диалектика Гегеля – это учение о развитии в самом широком смысле слова – применительно и к природе, и к обществу, и к мышлению.

**Материалистические течения первой половины XIX века.** В 30-е годы



Начало

Содержание



Страница 30 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



XIX в. усиливаются материалистические тенденции в философии и науке. Наиболее ярким представителем материализма этого периода был Людвиг Фейербах, материализм которого носит антропологический характер. Однако его учение о человеке имеет метафизический характер. Диалектику немецкого идеализма Фейербах не понял и не принял. Он показал, что причиной возникновения религии является не просто невежество и обман, а отчужденные неистинные формы выражения человеком своей собственной сущности.

В некоторой степени под влиянием Фейербаха возникло материалистическое направление, которое получило название вульгарного материализма. Представителями этого направления были Л. Бюхнер – врач, К. Фогт – зоолог и Я. Молешотт – физиолог. Они выступали против натурфилософии Шеллинга и его последователей, против идеализма и религии. Представители этого направления распространяли идеи материализма, популяризировали естественнонаучные знания и вели борьбу с влиянием идеализма на науку. В таких работах как «Сила и материя» Бюхнера (1855), «Круговорот жизни» Молешотта (1852) и других была сделана попытка, построить философию на естественнонаучном фундаменте. Отметим, что философские принципы этого материализма были упрощенными. Представителями вульгарного материализма объявили немецкую идеалистическую философию шарлатанством, отбросили ее диалектику и другие ее достижения.

Выдающимся философом-материалистом в этот период был А.И. Герцен. В своих «Письмах об изучении природы» (1845 – 1846) он стремился преодолеть как идеализм, так и крайности эмпирического подхода к изучению природы. Русские демократы – В.Г. Белинский, А.И. Герцен, Н.А. Добролюбов, Н.Г. Чернышевский сумели воспринять диалектику немецкого идеализма и в основном истолковать ее материалистически.

К концу первой половины XIX века относится возникновение марксизма, который создал новую форму материализма – диалектический материализм. Выдающимися представителями его являются К. Маркс и Ф. Энгельс. Были

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 31 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

осмыслены учения французских утопических социалистов, достижения немецкой классической философии и разработанный ею диалектический метод, английской политэкономии и достижения естествознания. В работах К. Маркс и Ф. Энгельс подытожили тот социальный опыт и те достижения научной и философской мысли, которые были достигнуты в первой половине XIX столетия.

### 3.2 Развитие анатомии, морфологии и эмбриологии животных

Достижения в сравнительной анатомии и морфологии в первой трети XIX в. связаны с именами Кювье и Жофруа Сент-Илера<sup>[13]</sup>. Сравнительная морфология животных изучала закономерности строения и развития органов и их систем путем сопоставления животных разных систематических групп. Сравнение строения органов в связи с их функциями дает возможность понять происхождение различных групп животных и пути их эволюции.

Основы сравнительной анатомии были заложены Аристотелем. В течение длительного периода происходило накопление фактического материала, в XVIII в. сравнительный метод его изучения получил широкое применение, появились труды с описанием анатомии и морфологии птиц и млекопитающих. В начале XIX в. Ж. Кювье детально изучил строение многих групп животных и обобщил сведения об организации современных и ископаемых форм. Им был разработан принцип корреляции органов. Он писал, что «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 изменяться без того, чтобы не изменить другие и следовательно, каждая из них, взятая отдельно, указывает и определяет все другие».

Выдающийся французский ученый, современник Кювье – **Этьен Жофруа Сент-Илер (1772 – 1844)** в течение своей научной деятельности пропагандировал: «Природа создала все существа по одному плану, одинаковому в принципе,



Начало

Содержание



Страница 32 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

но бесконечно варьирующему в деталях». Концепция Сент-Илера сводилась к следующему: животные построены по одному морфологическому плану, гомологические части которых сохраняются у разных видов животных, независимо от формы и функции частей. Например, нога человека как задняя конечность, гомологичная таковой ноге лошади, птицы, рептилии. При сравнении их анатомического строения обнаруживается гомология костей (кости бедра, голени и стопы), мышц, сосудов, нервов и т.д.

Сент-Илер разработал два принципа: принцип коннексий (взаимосвязи) и принцип уравнивания органов. Первый принцип означает, что гомологичные части всегда располагаются одинаково относительно смежных частей. Например, бедренная кость лежит выше большой и малой берцовой, тогда как эти две располагаются рядом. Второй принцип – уравнивания он заимствовал у Аристотеля. Согласно этому принципу, орган достигает своего полного развития за счет недоразвития другого органа из его системы или смежного с ним.

Х.И. Пандер в сочинении «Об истории превращений насиженного яйца в течение первых пяти дней» утверждал, что ранний куриный зародыш состоит из 3 слоев: наружного – серозного, внутреннего – слизистого и среднего – сосудистого. Эти слои бластодермы, по мнению Пандера, являются единственным источником образования различных органов зародыша и его оболочек. Он показал, что из серозного слоя развиваются стенка тела и амнион, а из слизистого и сосудистого слоев – кишечный канал и брыжейки. Пандер высказал мысль, что эти листки бластодермы являются зачатками определенных систем органов зародыша.

Значительный вклад в становлении морфологии и анатомии внесли **В. Гете (1749 – 1832)** и **К.Ф. Вольф (1734 – 1794)**. Заслугой В. Гете – немецкого поэта, естествоиспытателя и мыслителя является то, что он впервые ввел в науку понятие морфологического типа. В своем учении о нем он исходил главным образом из идеи Бюффона об изменяемости органических форм, изложенной им в «Естественной истории». Гете сделал очень много для обоснования существования морфологии как

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 33 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



особой биологической дисциплины. Он характеризовал ее как науку, которая изучает образование и преобразование органических существ. Основными трудами Гете являются «Первый набросок общего введения в сравнительную анатомию, исходя из остеологии» (1795) и «Лекции» (1796). Гете механистически-неисторическому взгляду на природу своих современников противопоставил концепцию единой развивающейся природы.

Академик Российской Академии наук К.Ф. Вольф известен мировой науке как один из основателей эмбриологии и создатель учения об эпигенезе, т.е. постоянном развитии организмов путем новообразований. Его работы утверждали идею развития от простого к сложному и тем самым готовили почву для утверждения эволюционной идеи.

Академик России **К. Бэр (1792 – 1876)** опубликовал в 1828 г. первый том своего классического труда «История развития животных. Наблюдения и размышления», в которой суммировал все, что открыли в этой области Фабриций, Гарвей, Мальпиги и Вольф. В этой книге он сформулировал обобщение, известное как закон Бэра. Этот закон, состоящий из четырех фундаментальных положений, гласит, что особенности общие для всех представителей какой-либо группы животных, появляются в процессе развития зародыша раньше, чем более специфические признаки, отличающие членов этой группы друг от друга. Например, структуры, которые характерны для всех позвоночных животных (головной и спинной мозг, осевой скелет, дуги аорты и др.) появляются на более ранних стадиях онтогенеза. Структуры, которые свойственны отдельным классам позвоночных (конечности у четвероногих животных, волосистой покров у млекопитающих, перья у птиц) появляются позже. В последнюю очередь формируются особенности, которые характерны для отдельных семейств, родов и видов. На ранних стадиях развития строения зародыши очень сходны у всех представителей класса, типа и любой другой обширной систематической группы животных.

Достижения эмбриологов (К. Вольф, К. Бэр, Х. Пандер и др.) стали источником

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 34 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

обобщений, которые оказали значительное влияние на развитие различных областей биологии в последующее время. В первой половине XIX в. в эмбриологию был введен сравнительный метод, который позволил сопоставить ход зародышевого развития представителей различных классов позвоночных, а также сравнить морфологические закономерности онтогенеза позвоночных и беспозвоночных. Была сформулирована теория зародышевых листков. Эта теория, которая стала во второй половине XIX в. одной из основ теории Ч. Дарвина, возникла на базе топографической теории зародышевых листков, созданной в первой половине века.

Весьма важным итогом изучения эмбрионального развития в этот период было описание процессов дробления яйца. Это имело большое значение для доказательства универсальности клеточной теории.

Таким образом, в первой половине XIX в. были намечены связи эмбриологии с систематикой (учение о типах строения и развития) с ранним эволюционным учением (единство закономерностей эмбрионального развития различных животных) и цитологией (учение о клеточном строении животных, о размножении клеток делением).

### 3.3 Развитие систематики животных и растений

Во второй половине XVIII в. в систематике животных и растений господствующее положение занимала система К. Линнея, которая была искусственной, о чем мы писали раньше. К исходу XVIII в. в зоологии и ботанике накопилось множество фактов, которые не укладывались или даже противоречили системе К. Линнея. Возникла необходимость в реформе этой системы. В зоологии она связана с трудами выдающихся французских ученых – Ламарка, Кювье и Сент-Илера.

Ламарк усовершенствовал классификацию Линнея и создал свою систему, которую изложил в «Системе беспозвоночных животных» (1801) и «Философии зоологии» (1809). Он разделил всех животных на две основные группы –



Начало

Содержание



Страница 35 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

беспозвоночных и позвоночных, а затем их в свою очередь – на 14 классов вместо 6 в системе Линнея. Ламарк удачно сгруппировал отряды, это касается, прежде всего, птиц и млекопитающих. Человек был расположен на вершине родословного дерева позвоночных.

Следует отметить, что система животных Ламарка имела серьезные недостатки: амфибии были искусственно объединены с рептилиями, однопроходные были отнесены к классу птиц, в отряд водных млекопитающих входили тюлени, моржи, ламантины и др. Причина многих недостатков системы Ламарка связана главным образом с тем, что в угоду представлений о постепенном градационном усложнении организации животных, он выделил 6 ступеней организации, которые в ряде случаев были подогнаны под созданные им ряды, почему они не редко оказывались искусственными. Невзирая на эти недочеты, Ламарк создал первую генеалогическую таблицу животного царства.

Свой вклад в усовершенствование системы животного мира внес Сент-Илер исходя из своего учения о единстве плана строения животных. За период 1803 – 1806 гг. он опубликовал около 10 монографий, в которых описал большое количество новых родов и видов животных. Например, Сент-Илер всех приматов разделил на широконосых обезьян Нового Света и узконосых – Старого. Он установил и описал 18 новых родов и 15 видов приматов.

На основании сравнительно-анатомических исследований черепов эмбрионов и взрослых млекопитающих различных классов позвоночных Сент-Илер установил, что все основные кости черепа млекопитающих имеются у животных из других классов позвоночных. Эти исследования были весьма важными на пути к объединению четырех изолированных классов линнеевской системы в единый тип.

Большие заслуги в области систематики животных принадлежат Ж. Кювье. Руководствуясь сравнительно-анатомическим методом, он выделил те признаки строения животных, которые позволили сгруппировать всех животных в четыре типа или ветви. Основными критериями деления животных на четыре типа

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 36 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



организации Кювье считал особенности строения нервной системы, скелета и органов кровообращения. Назовем эти типы: позвоночные, мягкотелые (моллюски, членистые и лучистые). Обоснование выделения четвертого типа было менее удачным, т.к. в нем были собраны все беспозвоночные животные, кроме моллюсков, членистоногих и кольцецов. Теория типов Кювье, несмотря на ее недостатки, оказала большое влияние на дальнейшее развитие систематики, т.к. она давала возможность для выяснения и отражения в систематике единства организации животных в пределах типа.

К. Бэр принимал участие в разработке теоретических проблем в систематике. Независимо от Кювье он пришел к идее типов животных в ходе исследований по систематике, сравнительной анатомии и эмбриологии. В основе построения естественной системы животных должны быть положены два основных принципа:

1. Животных следует группировать только по совокупности признаков, важнейшим из которых является тип строения нервной системы.
2. Связь между группами организмов нельзя представлять в виде непрерывного восходящего ряда форм.

В 1828 году на основе эмбриологических данных К. Бэр выделил для животных следующих четыре типа:

1. Периферический тип – некоторые инфузории, медузы, морские звезды и др. Центр противоположен периферии, органы расположены лучеобразно вокруг срединного пункта, движения совершаются во всех направлениях.
2. Удлиненный, или членистый тип (волосатики, кольцецы, ряд членистых животных). Ротовое и анальное отверстия находятся на концах тела. Симметрия двусторонняя.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 37 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

3. Моллюски (моллюски, коловратки, инфузории). Симметрия у представителей этого типа всегда отсутствует.

4. Тип позвоночных.

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

**Развитие систематики растений.** К началу XIX в. стало очевидно, что искусственные системы К. Линнея и др. отжили свой век и не могут удовлетворять растущих требований науки. Во второй половине XVIII в. появляются ряд систем растений, которые претендовали на естественные. Сюда следует отнести «Роды растений» французского ботаника А. Жюссье. Система растений этого ученого была обстоятельной и удобной для применения в ботанической практике. Она содержала 15 классов, 100 порядков (семейств), около 20 тыс. видов. Классы были объединены в 3 большие группы: бессемядольных, однодольных и двудольных. Классы и семейства были расположены в порядке восходящего ряда. Многие группы в системе Жюссье имеют естественный характер и с теми или иными видоизменениями вошли в современные системы.

Ламарк, в своих ботанических работах подверг коренной реформе принципы систематики растений предшественников и современников. В своем сочинении «Флора Франции» (1778) он критически пересмотрел системы растительного мира Линнея, Б. Жюссье и Турнефора, четко провел бинарную номенклатуру, выявил многие синонимы, впервые предложил определительные таблицы, основанные на дихотомическом принципе. В «Естественной истории растений» (1803) Ламарк разделили растительный мир на 7 классов, состоящих, из 114 семейств и 1597 родов. Он расположил все формы в порядке восхождения от простого к сложному.

Определенный вклад в создание естественной системы растений внес О. Декандоль, который был автором одной из оригинальных естественных систем растительного мира.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 38 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Для развития ботаники много сделали флористические исследования во время многочисленных путешествий и экспедиций XVIII в. Появились книги, в которых были описаны растения различных стран, в том числе и России. Среди этих работ следует отметить сочинения И.Г. Гмелина «Флора Сибири» (1749 – 1769), С.П. Крашенинникова «Описание земли Камчатки» (1755), П.С. Паласса «Путешествия по разным провинциям Российской империи» (1773 – 1788) и «Флора России» (1784 – 1788) и др. В своих трудах великий немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт описал растения из многих регионов земного шара. Его работы заложили основы географии растений[18].

В числе авторов первых естественных систем растений следует упомянуть русского ботаника П.Ф. Горянинова, который в 20 – 40-е годы XIX в. создал классификацию растений, основанную на системе Жюссье. Он разделил растения на 4 «области»: 1. «Крупинчатые», т.е. споровые; 2. «Ложносеменные», т.е. голосеменные; 3. Однодольные; 4. Двудольные. Это была первая система, в которой голосеменные выделены из цветковых растений, а две последние области получили современный объем.

### 3.4 Геологические предпосылки теории эволюции

Основные трудности при создании теории эволюции заключались в слишком медленном темпе видовых изменений. Человек не помнил случаев образования новых видов в течение одного поколения. Так как в средние века и в начале нового времени ученые, базируясь на Библии, считали, что нашей планете около шести тысяч лет, времени для эволюции живых существ, практически не было.

Джеймс Хэттом в 1785 году опубликовал книгу «Теория Земли», в которой показал, как воздействие воды, ветра и климата медленно изменяют поверхность земли. Он утверждал, что для образования гор или речных каньонов, необходимо очень долгое время, поэтому возраст Земли должен исчисляться многими



Начало

Содержание



Страница 39 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



миллионами лет. Концепция Хэттона была встречена враждебно. Но пришлось признать, что она объясняет многочисленные находки ископаемых животных и растений. По мнению многих ученых это окаменелости бывших живых организмов.

Окаменелости изучал знаменитый французский ученый **Ж. Кювье (1769 – 1832)**, который включил их в свою систему классификации животных. Он, на основе отдельных частей организмов, был способен восстановить целый организм. Кювье утверждал, что окаменелости не просто предметы, похожие на живые организмы, но они обладают признаками, позволяющими поместить их в тот или иной из установленных типов или место в пределах подгрупп данных типов. Его считают основателем палеонтологии – науки об исчезнувших формах жизни. Кювье показал связь между ископаемыми формами и слоями земной коры, в которой они были найдены, обратил внимание на то, что при переходе от древнего к более молодому слою строение ископаемых форм усложняется.

Теоретические положения Кювье находились в противоречии с научными фактами. По его представлению, Земля претерпевала катастрофы, во время которых уничтожалось все живое. После катастроф появлялись новые формы жизни, которые резко отличались от существующих прежде. Современные формы были сотворены после самой последней катастрофы. По мнению Кювье на нашей планете было 4 катастрофы.

В области палеозоологии и палеоботаники в России в первой половине XIX в. работали Г.И. Фишер, Х.И. Пандер, С.С. Куторга, К.Ф. Рулье и др., которые внесли определенный вклад в развитие палеонтологии.

В 40-х годах XIX столетия шотландский геолог Чарльз Лайель начал публиковать трехтомное сочинение «Основы геологии», в котором он излагал взгляды Хэттана и приводил доказательства в пользу того, что Земля претерпевала лишь постепенные изменения. Изучение окаменелостей в слоях Земли показало, что не было слоев, где была бы уничтожена вся жизнь, некоторые формы не только выживали в период предполагаемых катастроф, но сохраняли свое строение почти

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 40 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

неизменными на протяжении многих миллионов лет.

Лайель доказал, что для объяснения крупных геологических изменений в прошлом нет никакой нужды прибегать к гипотезе катастроф. Медленно, непрерывно работающие геологические силы способны произвести огромные изменения, если они будут действовать в течение длительного геологического времени.

По представлениям Лайеля прошлое и настоящее являются как бы однозначными системами, геологическое прошлое нужно изучать, исходя из настоящего. Он разработал метод исследования, известный под названием «актуалистического». Согласно этому методу современные геологические процессы, которые ныне лежат в основе образования осадков и горных пород, дают ключ к восстановлению условий прошлого, запечатленного в геологических слоях. Лайель доказал, что исчезновение видов происходило постепенно, что оно было следствием естественного вымирания под влиянием условий.

Появление работ Лайеля нанесло смертельный удар теории катастроф, последнему научному оплоту антиэволюционной теории. Таким образом, к середине XIX столетия уже была подготовлена почва для создания научной теории эволюции.

Подведем краткий итог состояния биологической науки первой половины XIX в. Основой общебиологических представлений большинства биологов этого периода оставалась концепция постоянства видов. Внимание ученых было сосредоточено главным образом на сборе и систематизации эмпирических данных. Знания о животных и растениях постоянно накапливаются, они вступают в противоречие с господствующими представлениями. Многие ученые предпринимают попытки дать иную трактовку фактическому материалу. Появляются различные эволюционные концепции. Труды биологов – эволюционистов, несмотря на их недостатки, способствовали подготовке или восприятию величайшего открытия XIX в. – эволюционной теории Ч. Дарвина[4].

## Контрольные вопросы и задания



Начало

Содержание



Страница 41 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

1. Изложите основные историко-социальные условия, материалистические течения и общее состояние естествознания в первой половине XIX века.
2. Назовите основные достижения в области анатомии, морфологии и эмбриологии животных
3. Какого уровня развития достигла систематика и экология животных и растений (Ж.Б. Ламарк, Ж. Кювье, К.М. Бэр, А. Гумбольдт, И.Г. Гмелин, С.П. Крашенинников)?
4. Каких успехов достигли физиология животных и растений?
5. Геологические предпосылки теории эволюции (Ж. Кювье, Ч. Лайель, К.Ф. Рулье)?
6. В чем сущность учения об эволюции органического мира Ж.Б. Ламарка?



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 42 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



## ГЛАВА IV. РАЗВИТИЕ БИОЛОГИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

### 4.1 Идейная атмосфера в естествознании во второй половине XIX века

В научное мышление все более проникал материализм, хотя против него вели борьбу официальные власти многих стран. В этот период отмечено извращение сути философского материализма в его классических образцах, замалчивание и запрещение философских исследований, направленных на развитие материалистической теории. Главным источником распространения материализма стало естествознание, которое шаг за шагом изгоняло из природы сверхъестественные силы. Материализм естествознания сыграл определенную роль в развитии и науки и философии.

Развитие промышленности и сельского хозяйства в условиях бурно развивающегося капитализма было заинтересовано в том, чтобы науки адекватно отражали законы природы. В это время материалистическая тенденция естествознания начинает соединяться с философским исследованием общих законов развития природы, общества и мышления. Это соединение было достигнуто в трудах К. Маркса и Ф. Энгельса. Они создали материалистическое понимание истории – исторический материализм как теорию развития общества. Коренным образом переработав диалектику Гегеля, творчески освоив накопленные человечеством знания, в том числе в области естественных наук, Маркс и Энгельс обосновали диалектико-материалистический метод научного исследования. Этот метод сыграл выдающуюся роль в развитии многих наук, в том числе и биологии.



Начало

Содержание



Страница 43 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

## 4.2 Развитие эмбриологии растений

Успехи в эмбриологии растений были в значительной степени связаны с достижениями в изучении клетки, с совершенствованием микроскопа и микроскопической техники, с появлением эволюционной теории Дарвина. В последние десятилетия XIX в. было в основном выяснено строение и развитие семязачки, зародышевого мешка, пыльника и пыльцы. Был подтвержден взгляд на оплодотворение как на соединение мужских и женских половых элементов.

Большой вклад в изучение процессов опыления и оплодотворения растений внес Ч. Дарвин, который занимался наблюдениями и ставил опыты для выяснения механизмов опыления и оплодотворения у различных растений, главным образом у орхидей. Дарвин изучил структуру цветка, процесс опыления и разнообразные приспособления к нему у 150 видов, которые относятся к 60 родам семейства орхидных. При этом он широко использовал экспериментальный и сравнительно-морфологический методы исследований.

На основании своих исследований самоопыления и перекрестного опыления у растений он пришел к выводу о вторичности первого и первичности второго способа. Проблеме опыления и оплодотворения у покрытосеменных растений Дарвин посвятил 3 работы – «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). В этих и других трудах он привел многочисленные данные, которые имеют важное значение для теории естественного отбора.

Представления и идеи Дарвина по вопросам опыления и оплодотворения у растений получили дальнейшее развитие в России (А.Н. Бекетов, И.П. Бородин, В.И. Беляев, К.А. Тимирязев).

Значительный вклад в развитие эмбриологии растений внесли Э. Страсбургер, И.Н. Горожанкин, В.И. Беляев, С.Г. Навашин и др., с именами которых связаны новые важные открытия в этой области[13, 18].

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 44 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

**Э. Страсбургер (1844 – 1912)** подтвердил генетическую связь папоротникообразных с голосеменными и покрытосеменными растениями, которые были установлены еще Гофмейстером. Данные Страсбургера о развитии зародышевого мешка покрытосеменных растений лежат в основе современных его представлений. Этот ученый описал процесс оплодотворения у голосеменных. По его представлению, оплодотворение у этой группы растений осуществляется диффузным путем через замкнутый конец пыльцевой трубки. Это утверждение Страсбургера было ошибочным, что было доказано работами профессора Московского университета **И.Н. Горожанкиным (1848 – 1904)**.

На основании микроскопического изучения полового процесса у хвойных Горожанкин установил, что оплодотворение у них осуществляется также, как у тайнобрачных, т.е. путем непосредственного слияния протоплазмы. Он показал, что мужские половые ядра не растворяются в пыльцевой трубке, а через отверстия в ее оболочке проникают в яйцеклетку архегония, где и сливаются с ее ядром. Эмбриологические исследования Горожанкина составили эпоху в изучении полового процесса у высших растений.

Определенный вклад в эмбриологию растений внес **В.И. Беляев (1855 – 1911)**, который провел ценные исследования по оплодотворению хвойных растений, в частности, он показал, что сперматозоид является не голым ядром, а настоящей клеткой с ядром и протоплазмой.

Ботаник М. Трейб своими исследованиями опроверг общепринятое тогда мнение, что пыльцевая трубка всегда внедряется в семяпочку покрытосеменных через микропиле. Он установил, что у представителей семейства казуариновых пыльцевые трубки проникают в семяпочку через халазу.

Выдающимся событием в эмбриологии растений было открытие **С.Г. Навашиным (1857 – 1930)** двойного оплодотворения у покрытосеменных растений. Он установил, что в процессе оплодотворения у цветковых растений из пыльцевой трубки в зародышевый мешок проникает не одно, а оба мужских

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 45 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



половых ядра. Одно из них сливается с яйцеклеткой, другое же копулирует с вторичным ядром зародышевого мешка. И так, в одном и том же зародышевом мешке одновременно совершается два акта оплодотворения. В результате первого образуется зародыш семени растения, а в результате второго – эндосперм – питательная ткань семени. Это явление, которое свойственно лишь покрытосеменным растениям, Навашин назвал *двойным оплодотворением*. Позднее он описал двойное оплодотворение у многих цветковых растений (лютиковых, сложноцветных, орехоцветных).

Исследования С.Г. Навашина по оплодотворению покрытосеменных растений были встречены ботаниками всего мира с большим интересом. Они оценивали его открытие как крупный вклад в науку, который изменил господствующие до того взгляды по оплодотворению растений.

#### 4.3 Формирование эволюционной морфологии, систематики и физиологии растений

Систематика и морфология растений во второй половине XIX в. получили дальнейшее развитие. Была осознана роль исторического принципа как основы систематики растений. Разработанные в этот период филогенетические системы различных групп растений, принципы фитогеографического анализа и флористические схемы являлись основой для последующего плодотворного развития систематики. Большую роль в этом отношении сыграли работы В. Гофмейстера «Сравнительные исследования прорастания у высших споровых». Сравнительно-морфологические исследования этого ученого внесли порядок в кажущийся хаос растительных типов. В «Общей морфологии растений» (1868) В. Гофмейстер развивал представления о единстве растительного мира.

Глубокая общность жизненного цикла мохообразных, папоротникообразных и хвойных, которые в систематическом отношении стоят далеко, опрокинула

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 46 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

сложившиеся представления и подготовила почву для филогенетической систематики растений.

В «Происхождение видов» (1859) и в специальных ботанических работах Ч. Дарвин уделял много внимания вопросам эволюции высших растений, которые оказали плодотворное влияние на развитие эволюционной систематики и эволюционной сравнительной морфологии растений. Этим проблемам уделяли внимание многие ученые мира, в том числе и России. Среди них следует упомянуть Ю. Сакса, А. Эйхлера, А. Энглера, Э. Варминга, Дж. Гукера и А.Н. Бекетова.

**Формирование физиологии растений.** К середине XIX в. были разработаны методы количественного учета газового обмена у растений. Выяснено значение листьев и корней, как органов питания и изучены многие другие физиологические процессы в жизни растений.

Оформление физиологии растений в самостоятельную науку и выделение ее из ботаники было обусловлено рядом причин, в первую очередь запросами сельского хозяйства. Быстрый рост населения и, прежде всего городского, переход к товарному производству в период капитализма требовали интенсификации сельского хозяйства. Для этого необходимы были знания не только по общему земледелию, почвоведению, но и по физиологии растений. Знания питания, размножения, распространения и приспособления растений к конкретным условиям среды стало жизненной потребностью сельскохозяйственной практики.

Были разработаны многие вопросы, связанные с воздушным питанием растений. Определенных успехов в изучении углеродного питания растений в процессе фотосинтеза добился немецкий физиолог Ю. Сакс, который широко использовал для этого экспериментальный метод. Посредством разработанного им метода йодной пробы он установил, что первым продуктом ассимиляции углерода является крахмал.

Это же наблюдал русский физиолог **А.С. Фамицын (1835 – 1918)** при помощи того же метода при исследовании зеленых водорослей. Ученик А.С. Фамицына – В.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 47 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Храповицкий показал, что в процессе фотосинтеза в пластидах листа образуется не только крахмал, но и белковые вещества.

Многие физиологи этого периода изучали вопрос об условиях образования хлорофилла. Ю. Сакс в 1859 г. обнаружил, что при умеренной освещенности распад и восстановление пигмента идут непрерывно. А.С. Фамицын в 1866 г. установил, что этот синтез возможен и при искусственном освещении. Ряд исследователей показали, что на биосинтез хлорофилла оказывает влияние температура, наличие в клетках кислорода и сахара.

Большим достижением в физиологии растений было создание схемы механизма фотосинтеза, которая была построена в 1870 г. немецким химиком, **лауреатом Нобелевской премии А. Байером**. Эта схема в следующем году была существенно дополнена К.А. Тимирязевым, которая была единственной на протяжении четверти века.

В этот период развернулись исследования роли фотосинтеза в цепи энергетических превращений на Земле. К.А. Тимирязев в 1875г. высказал положение о применимости закона сохранения энергии к фотосинтезу. Это положение опытным путем было доказано позже последователями Тимирязева, которые установили, что поглощенный растениями свет преобразуется в теплотворную способность ассимилянтов.

К.А. Тимирязев был первым, кто обратил внимание на значение зеленого растения в космическом круговороте энергии и веществ. Он говорил о неразрывной связи между энергией солнца и зеленым растением, которое улавливает часть этой энергии и накапливает ее в молекулах органических веществ.

Во второй половине XIX в. были накоплены данные о зависимости фотосинтеза от различных условий внешней среды (интенсивности света, концентрации углекислого газа и кислорода воздуха, температуры, влажности и др. факторов). Были выяснены оптимальные условия температуры, освещенности, концентрации углекислого газа и кислорода для фотосинтеза, определены минимальные и

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 48 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



максимальные величины вышеупомянутых факторов, в пределах которых может протекать фотосинтез. Рядом физиологов была показана связь фотосинтеза с другими процессами жизнедеятельности растений – ростом и клеточным делением (Фамицын, 1888), дыханием (Бородин, 1876), транспирацией (Тимирязев, 1893), которые пытались вскрыть закономерности этих связей.

**Почвенное питание растений.** В этот период проводились интенсивные исследования по почвенному питанию растений. Огромного успеха в этой области достигли немецкий химик, член-корреспондент Петербургской АН Ю. Либих, французский ученый Ж. Буссенго, один из основателей агрохимии, которые показали первостепенную важность для жизни растений минерального питания. Весьма важно, что минеральное питание растений изучалось не только в лаборатории, но и в полевых условиях. Стали создаваться опытные станции во многих странах (Англия, Германия, Франция и др.), в том числе в 1867 – 1869 гг. в четырех губерниях России под руководством Д.И. Менделеева проводилось изучение действия 24-х видов удобрений при различной обработке почвы на сельскохозяйственные культуры.

В середине XIX в. в Германии зародился и стал внедряться как в институтских лабораториях, так и на опытных станциях вегетационный метод – испытание действий удобрений на отдельных растениях, выращенных в небольших сосудах со строго определенным составом питательного раствора. Над проблемой оптимального состава питательного раствора для водных культур трудились Ю. Сакс, И. Кноп и др. Выращивание растений на нейтральном твердом субстрате и в водных культурах позволили разработать вегетационный метод, который дал возможность изучить физиологи минерального и азотного питания растений. Эти работы проводились в летнее время в специальных вегетационных домиках. В России первый такой домик был построен К.А. Тимирязевым в 1872 г. в Петровской (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии и сыграл выдающуюся роль центра агрохимических исследований.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 49 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Благодаря вегетационному методу была установлена необходимость зольных элементов для нормального развития растений (фосфор, сера, калий, кальций, магний, железо, кремний, марганец и цинк), а также азота, водорода и хлора.

**Азотное питание растений.** Во второй половине XIX в. был окончательно выяснен вопрос об источниках азота в питании растений. Большую роль в решении этого вопроса сыграли Ж. Буссенго, Ю. Либих, Д.Н. Прянишников и др. Французский химик Буссенго, изучая потребность растений в азоте, установил, что некоторые растения, например, бобовые, прекрасно растут на почве, которая не содержит азота, но заметно увеличивают его содержание в организме. Он предположил, что растения берут азот из воздуха. В настоящее время мы знаем, что азот из воздуха поглощают не сами растения, а определенные азотфиксирующие бактерии, живущие в особых клубеньках на их корнях.

Работы Ж. Буссенго о питании растений продолжил Ю. Либих. На основании своих исследований и исследований предшественников и современников он пришел к выводу, что причиной снижения плодородия почвы, использовавшейся в течение ряда лет, является ее постепенное обеднение минеральными солями. Либих был первым, кто способствовал широкому внедрению в земледелии минеральных удобрений. Он является автором закона минимума. В применении к сельскохозяйственным культурам, он звучит следующим образом: «От вещества, концентрация которого лежит в минимуме, зависит рост растения, величина и устойчивость их урожая».

Изучение минерального питания растений многими учеными показало, что растения способны усваивать минеральный азот не только в нитратной, но и при небольшой концентрации и в аммонийной форме. Д.Н. Прянишников в своей работе «Учение об удобрении» доказал, что при определенных условиях растения могут усваивать аммиачный и аммонийный азот не хуже, чем азот нитратов. Это заключение открыло путь для использования аммиачных удобрений.

Транспирация или физиологическое испарение воды растением.

Главным



Начало

Содержание



Страница 50 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

органом транспирации является лист, испаряющий воду через устьица.

Транспирацию у растений изучали многие физиологи, начиная с середины XIX в. Ю. Сакс установил, что испарение с поверхности листа происходит менее интенсивно, чем с такой же поверхности воды. Он еще в большей степени, чем его предшественники и современники связал процесс испарения с поглощающей деятельностью корневой системой растений. Им было установлено, что транспирация может изменяться в зависимости от температуры и характера почв, в которых находятся корни растений.

Проводились исследования по влиянию влажности воздуха и ветра на транспирацию. Все эти исследования велись преимущественно в лабораторных условиях и не касались проблемы засухоустойчивости растений. Необходимость всестороннего изучения транспирации растений встала перед русскими учеными в связи с сильной засухой 1891 года, которая охватила обширные регионы юга России и привела к гибели от голода многих тысяч людей. Почвоведы В.В. Докучаев (1892) и др. предложили ряд приемов для лучшего сохранения влаги в почве. К.А. Тимирязев (1892) первый из ботаников обратил внимание на биологические основы засухоустойчивости растений.

**Дыхание и брожение.** Во второй половине XIX в. появляются первые работы по дыханию и брожению. В 1850 – 1851 гг. была установлена разобщенность процессов дыхания и фотосинтеза, непрерывность первого из них и наличие его во всех частях растительного организма. К концу XIX в. стало очевидным несоответствие явлений дыхания и сгорания у растений. Значительно позже было доказано, что при дыхании растений кислород не окисляет непосредственно молекулы органических веществ, а вступает в реакцию после ряда анаэробных превращений этих соединений.

Многие исследования (И.П. Бородин, В.И. Палладин и др.) были посвящены изучению влияния на дыхание количества и качества света, концентрации кислорода и углекислого газа, температуры и других факторов. В монографии А.С.



Начало

Содержание



Страница 51 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



Фамицина «Обмен веществ и превращение энергии в растениях» (1883) дыхание рассматривается как процесс, который тесным образом связан с углеродным (воздушным) и минеральным (почвенным) питанием растений.

Французский ученый **Л. Пастер (1822 – 1895)**, основоположник микробиологии обнаружил у растений явление анаэробного дыхания, которое протекало в бескислородной среде с образованием спирта и углекислого газа. **Брожение** – анаэробный, ферментативный окислительно-восстановительный процесс превращения органических веществ, посредством которого организмы получают энергию, необходимую для жизнедеятельности. Биологическую природу брожения доказал Луи Пастер, который полагал, что этот процесс присущ только целым живым клеткам микроорганизмов.

В 1897 году немецкий химик-органик, бактериолог Э. Бухнер установил, что сбраживание сахара происходит и под воздействием бесклеточных препаратов, полученных путем разрушения дрожжевых клеток. Брожение играет большую роль в круговороте веществ в природе (анаэробная деградация органических веществ). Некоторые типы брожения, которые вызываются микроорганизмами, имеют важное практическое значение: спиртовое – в виноделии, пивоварении; молочнокислое – для получения кисломолочных продуктов и молочной кислоты и т.д. В связи с этим, брожение после его открытия изучалось многими учеными различных стран на протяжении ряда лет.

**Рост растений.** Во второй половине XIX в. было проведено ряд исследований в области роста, раздражимости и движения растений. Среди ученых, изучающих эти явления у растений, следует отметить Ю. Сакса, русского физиолога и анатома растений **О.В. Баранецкого (1843 – 1905)**, А.Ф. Баталина – русского ботаника и др.

Ю. Сакс, с помощью сконструированного им прибора, дал графическое изображение скорости прироста растений в ходе вегетации. Он первым поднял вопрос о внутренних причинах роста вообще и растительных клеток в частности.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 52 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Баранецкий (1879) установил, что у одних растений максимальный прирост происходит ночью или ранним утром, а у других – днем или вечером.

Многие работы, в том числе русских ботаников, были посвящены изучению зависимости роста растений от условий освещенности, температуры, наличия в воздухе кислорода, углекислого газа и др. факторов. Баталин (1872) и Сакс (1882) установили существование связи между процессами роста и явлениями раздражимости.

Значительное число работ было посвящено изучению тропизмов – ориентировочных движений растений под действием одностороннего раздражителя, особенно силы тяжести и света. Тропизмы у различных растений изучали русские ботаники В.А. Ротерт, О.В. Баранецкий, и др. В 1865 году вышла книга Ч. Дарвина «Движения и повадки лазающих растений», в которой описаны различные формы движения растений, в том числе фото- и геотропические, а также гаптотропизм – изгибание растений в ответ на раздражение прикосновением. Чарльз Дарвин провел наблюдения и опыты более чем над ста видами вьющихся и лазающих растений, привел сведения о механизме их движения, об устройстве их раздражимых органов, определил порог чувствительности растительных усиков в их различных частях, открыл много разнообразных приспособлений растений для лазания. Он исследовал тропизмы у различных растений и в более поздних работах.

#### 4.4 Состояние цитологии и микробиологии второй половине XIX века

Одним из выдающихся достижений в XIX в. было создание клеточной теории немецкими учеными **Т. Шванном (1810 – 1882)** и **М. Шлейденом (1807 – 1881)**. Согласно клеточной теории все организмы имеют клеточное строение. Это единство представляет одну из основ эволюционной теории, т.к. оно свидетельствует об общности происхождения растений и животных. Основная заслуга оформления



Начало

Содержание



Страница 53 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

клеточной теории принадлежит Шванну (1839), который использовал собственные данные, данные Шлейдена, школы Я. Пуркинье и других ученых. Шванн и Шлейден считали, что главная роль в клетке принадлежит оболочке, и что клетки образуются из бесструктурного вещества.

Позже клеточная теория была распространена и на одноклеточные организмы, сформулированы представления о ядре и протоплазме как о главных компонентах клетки, исследовано деление клеток.

Р. Вирхов в 1858 г. обосновал принцип преемственности клеток путем деления.

К 70-х годам и позже были проведены первые серьезные исследования по делению клеток, в том числе по поведению ядер в делящихся клетках (В. Гофмейстер, И.Д. Чистяков, Э. Руссов, А. Шнейдер и др.).

В 1875 г. вышли работы Э. Страсбургера и др., в которых более детально рассмотрены процессы деления ядра и описаны фазы митоза. Четкие результаты деления ядра в клетках личинок саламандр удалось получить немецкому гистологу **В. Флеммингу (1843 – 1905)**. Он различал последовательное разрыхление клубка нитей, образующих содержимое ядра и их утолщения, звездообразную установку петель ядерных нитей в экваториальной плоскости и разрыв каждой петли на периферии, и другие параметры делящегося ядра.

В начале 80-х годов Флемминг сформулировал представление о митозе, как циклическом процессе, в котором кульминационным моментом является расщепление каждой хромосомы на две дочерние и распределение их между двумя вновь образующимися клетками. Свой вклад в представление о переходе одной из парных дочерних хромосом к одному, а другой – к другому полюсу ахроматинового веретена в процессе митоза внес бельгийский зоолог Э. Бенеден (1883). Русский физиолог и анатом растений О.В. Баранецкий установил в 1880 году спиральное строение хромосом, выделенных из материнских пыльцевых клеток традесканции.

Эти работы подготовили условия для разработанных цитологами и генетиками первой трети XX в. представлений о дискретном строении хромосом, об их



Начало

Содержание



Страница 54 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



спирализации и деспирализации во время митотического цикла. Итак, начало нового периода в истории цитологии приходится на 70-е и 80-е годы XIX в.

**Формирование микробиологии как самостоятельной науки.** Микробиология (от греч. *mikros* – малый, маленький; *logos* – наука) – наука о микроорганизмах. Она сформировалась во второй половине XIX в. Большая плодотворность и высокий темп развития микробиологии в этот период были обусловлены качественно новым подходом к изучению микроорганизмов и созданием новых методик микробиологических исследований. Возникло новое физиологическое направление в микробиологии, которое базировалось на точном эксперименте, и связано в основном с именем Л. Пастера. Центральными проблемами этого периода являлись: проблема происхождения инфекционных заболеваний, природа процессов гниения и брожения, самозарождения микроорганизмов, роль микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Последний аспект – экологический в микробиологии был также связан с идеями Пастера.

Творчество Л. Пастера чрезвычайно многогранно. Он проводил исследования во всех областях микробиологии: природа брожения, этиология инфекционных заболеваний, проблемы иммунологии и вакцинации и многих других. В этих направлениях деятельность Пастера имела основополагающее значение. Объектами многих его исследований были явления, которые имели выход в практику. Его исследования в микробиологии начались в 60-е годы XIX в. в области молекулярной диссиметрии. Примерно в эти и последующие годы он начал изучать процесс брожения. В сочинении «Исследования о пиве» (1874) Л. Пастер всесторонне обосновал физиологическую теорию брожения. В этой работе были приведены ценные практические рекомендации для пивоварения.

Л. Пастер доказал, что причиной образования уксуса является особый микроорганизм *Mycoderma aceti*, который способен окислять вино в уксус. Он разработал методы технологического усовершенствования процесса изготовления



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 55 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

уксуса, дал рекомендации для предотвращения первоначальной порчи вина путем его прогревания при 55 – 60 °С. Последняя рекомендация была названа «пастеризация», которая получила широкое применение в пищевой промышленности. Идеи Л. Пастера о роли микроорганизмов в природе были развиты **С.Н. Виноградским (1856 – 1953)** – одним из основоположников почвенной микробиологии. Он провел тщательное изучение морфологии и физиологии серо- и железобактерий. Им впервые был применен, изобретенный метод элективных культур при исследованиях физиологических особенностей этих бактерий, который оказался чрезвычайно ценным для выделения микроорганизмов, высоко специфичных по отношению к условиям культивирования.

Л. Пастер, вооруженный результатами своих исследований по брожению, выступил против теории самопроизвольного зарождения микроорганизмов. Эту теорию пропагандировали и поддерживали многие микробиологи (А. Бастиан, Э. Фреми, П. Бешан). При постановке простого, но чрезвычайно убедительного опыта, Пастер доказал несостоятельность аргументации всех защитников теории самозарождения микроорганизмов. Он с помощью S – образной трубки, на изгибах которой оседала пыль вместе с попадающими из воздуха микробами, которые, если их смыть в прокипяченный бульон, вызывали его загнивание. Пастер неопровержимо доказал, что не кислород, а попавшие извне микробы, могут быть причиной загнивания прокипяченного бульона.

Л. Пастер является создателем теории микробного происхождения инфекционных болезней человека. Английский хирург Дж. Листер с успехом разрабатывал в медицине идеи Пастера. Он является создателем теории антисептики, основанной на теории микробного происхождения болезней. Дж. Листер разрешил проблему антисептики путем использования метода химической стерилизации ран (антисептика) и физической стерилизации хирургических инструментов (асептика). Его деятельность способствовала подтверждению микробной природы многих заболеваний.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 56 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

**Создание учения об иммунитете. Иммунитет** (от лат. *immunitas* – освобождение, избавление от чего-либо) – невосприимчивость, резистентность, сопротивляемость, способность организма защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность. Частное проявление иммунитета является невосприимчивость к инфекционным заболеваниям. Наука, изучающая защитные реакции организма, называется **иммунологией**.

Основоположниками этой науки являются: Э. Дженнер, которому эмпирически удалось найти способ предупреждения натуральной оспы (1798); Л. Пастер, впервые разработавший научные принципы иммунопрофилактики (1879) и И.И. Мечников, сформулировавший клеточную теорию иммунитета и открывший защитную роль фагоцитоза (1883). Несколько позже определенный вклад в создание и развитие иммунологии внесли работы Э. А. Беринга, предложившего способ иммунизации антитоксичными сыворотками (1890), К. Ландштейнера, открывшего группы крови у человека (1900) и П. Эрлиха – создателя теории образования антител (1897). Наибольший вклад в создание учения об иммунитете во второй половине XIX в. внесли Л. Пастер и И.И. Мечников. Пастеру принадлежит первая попытка создать теорию иммунитета – одного из важнейших достижений науки XIX в. Базой для такой попытки являлись его исследования в области предохранительных прививок против бешенства, сибирской язвы и др.

И.И. Мечников создал фагоцитарную теорию иммунитета, в основу которой была положена способность белых кровяных телец – лейкоцитов – захватывать и разрушать инородные тела, попадающие в организм. Основой для создания теории фагоцитоза стала сравнительно-эволюционная трактовка явлений внутриклеточного пищеварения у одноклеточных, воспаления и иммунитета у высших животных. Мечников показал полный параллелизм между невосприимчивостью и фагоцитозом.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 57 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



## 4.5 Эволюционная теория во второй половине XIX века

Эволюционная теория, предметом которой является изучение причин, движущих сил и закономерностей исторического развития живой природы сформировалось во второй половине XIX в. Датой ее рождения считают 1859 г., когда вышла в свет книга Ч. Дарвина «Происхождение видов».

Создание **Ч. Дарвином (1809 – 1882)** научной теории эволюции стало возможным, благодаря синтезу почти всех современных ему отраслей биологии и, прежде всего данных сравнительной анатомии, эмбриологии, биогеографии, палеонтологии, а также селекционной практики. Ч. Дарвину удалось вскрыть причины эволюционного развития и убедительно показать, что оно осуществляется через процесс адаптации посредством естественного отбора. Другие теории, которые отвергают творческую роль естественного отбора, не могут претендовать на истинное объяснение эволюционного процесса.

Первый этап эволюционного учения связан с деятельностью античных философов (Гераклит, Эмпедокл, Демокрит и др.), которые высказывали идеи об изменяемости окружающего мира. В этот период был умозрительный подход к изучению природы. Дальнейшее развитие эволюционного учения продолжали философы и естествоиспытатели XVII – начало XIX вв. – представители трансформизма (Р. Гук, Э. Дарвин, Ж. Бюффон, Ж. Сент-Илер, К.Ф. Рулье и др.). Они не создали целостной системы взглядов, объясняющих идею эволюции.

Рост научных знаний подготовил новый исторический этап эволюционного учения – формирование первых концепций эволюции, одну из которых создал Ж.Б. Ламарк. Его эволюционное учение, получившее название ламаркизма, имело в целом умозрительный характер, а объяснения прогрессивной и приспособительной эволюции излагалось с позиции телеологии и метафизики.

Эмпирические предпосылки эволюционной теории обуславливались всем ходом развития палеонтологии, эмбриологии, сравнительной анатомии, физиологии, систематики, биогеографии и других наук во второй половине XVIII – первой



Начало

Содержание



Страница 58 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

половине XIX в. Большое значение для утверждения теории развития имела идея единства животного и растительного мира. М. Шлейден и Т. Шванн разработали клеточную теорию, в соответствии с которой, образование клеток является универсальным принципом развития любого организма, она – неотъемлемая элементарная основа любого организма.

Создание Ч. Дарвином эволюционной теории поставило эволюционное учение на научную основу. Опираясь на колоссальный эмпирический материал, собранный как его предшественниками, так и им самим в ходе путешествий (прежде всего кругосветного путешествия на корабле «Бигль»), он открыл движущие силы эволюции живых организмов, борьбу за существование и вытекающий из нее естественный отбор. Создав научную теорию эволюции, Дарвин показал, что дальнейшее развитие этой теории может идти по пути синтеза и всестороннего учета достижений всех областей биологии.

Дальнейшее развитие эволюционной теории сопровождалось необычно большим для естественной науки числом разнообразных гипотез, которые рассматривали или всю проблематику эволюционного учения, или же какую-нибудь ее часть. Многие из них возникли в последней четверти XIX в. и претендовали на роль новой теории эволюции, были противоположные друг другу в тех или иных отношениях. Это указывает на трудности познания. Многие противоречия в дальнейшем были преодолены.

Историю эволюционного учения второй половины XIX в. обычно делят на два периода. Первый период, который длился с 1859 по 1864 гг., был периодом утверждения эволюционного учения в биологии. Второй период – с 1865 г. до конца века – это распространения и утверждения дарвинизма и других эволюционных теорий и борьба между ними.

После выхода книги «Происхождение видов» против теории Дарвина выступили многие консервативно настроенные естествоиспытатели, а также представители церкви. В работах оппозиции эволюционной идеи оказались крупнейшие ученые

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 59 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

– английские геологи А. Седжвик и Ч. Лайель, английский зоолог, анатом и палеонтолог Р. Оуэн, палеонтологи Л. Агассис и Ф. Пикте. Против дарвинизма выступили такие видные биологи XIX в., как английские биологи С. Карпентер, Г. Меррой, русский академик К. Бэр, французский зоолог А. Мильн-Эдвардс и др. Сторонники идеалистического теологического направления воскресили отдельные положения ламаркизма. Признавая некоторые положения теории Дарвина, неоламаркисты отрицали творческую роль естественного отбора.

Отрицание естественного отбора и его критика была вызвана объективными причинами, а именно – отсутствием экспериментальных доказательств в ее пользу. Они появились только в конце XIX века.

После выхода труда «Происхождение видов» появилось много естествоиспытателей, которые встали на защиту дарвинизма. Среди них были английские ученые Т. Гексли, Дж. Гукер, Г. Бэтс, немецкие ученые – Э. Геккель, Ф. Мюллер, К. Гегенбаур, русские – И.М. Сеченов, К.А. Тимирязев, А.О. и В.О. Ковалевские, американские – А. Грей и др.

Бурная дискуссия между сторонниками и противниками дарвинизма закончилась победой первых. С того времени антиэволюционизм из господствующей концепции превратился в очень редко встречающееся явление. Сторонники дарвинизма вели борьбу за широкое распространение эволюционной идеи в биологии, за ее применение к разработке отдельных отраслей биологии и создание на основе исторического метода новых направлений и дисциплин (эволюционная систематика, эволюционная палеонтология и др.). В биологии главным становится филогенетическое направление. Основной целью его было установление родственных отношений между различными таксономическими группами и построение филогенетических деревьев. Сторонниками филогенеза были сформулированы

адаптивной радиации В.О. Ковалевского и его же закон адаптивных и инадаптивных путей эволюции, принцип неспециализированных предковых форм Э. Копа, закон

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 60 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



необратимости эволюции Л. Долло и некоторые другие обобщения. Происходило интенсивное накопление данных по проблеме органической целесообразности (адаптации), основы которой были заложены Ч. Дарвином.

**Формирование различных течений в дарвинизме.** После возникновения дарвинизма в нем начало формироваться ряд течений. Одно из них – *классический дарвинизм*, в основу которого было положено представление о ведущей роли в эволюции естественного отбора на базе неопределенной изменчивости и борьбы за существование. Представителями этого течения были А. Уоллес, Т. Гексли, К.А. Тимирязев, А.О. и В.О. Ковалевские, Ф. Мюллер, И.И. Мечников и др.

Другим течением в дарвинизме было течение, центральной фигурой которого является немецкий биолог Э. Геккель. Представителями его на равных правах признавались в качестве движущих сил эволюции естественный отбор и прямое приспособление на основе унаследования полезных изменений. Они были выдающимися пропагандистами и защитниками учения Дарвина, однако в трактовке причин эволюции делали существенные отступления от его концепции.

Третьим течением в дарвинизме был *неодарвинизм*, который возник в 80-х, а окончательно оформился в начале 90-х годов. Его яркими представителями были А. Вейсман и А. Уоллес. Первый из них всегда признавал и защищал теорию естественного отбора. Он вел борьбу против механоламаркизма и гипотезы наследования приобретенных признаков. Позицию Вейсмана в своих работах в 90-х годах поддерживал Уоллес, который является одним из основателей неодарвинизма.

К ведущим течениям дарвинизма примыкают те гипотезы и теории, в которых признавались дарвиновские факторы и законы эволюции, но к ним добавлялись односторонние идеи, призванные будто бы объяснить трудные эволюционные проблемы.

По ряду коренных вопросов эволюционной теории представления дарвинизма и неоламаркизма прямо противоположны. Приведем несколько примеров. В дарвинизме наименьшей единицей эволюционного процесса считается местная

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 61 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

популяция, в ламаркизме – каждая отдельная особь. Дарвинизм различает изменчивость и процесс эволюции, ламаркизм отождествляет их. Согласно дарвинизму движущей силой эволюции является противоречивое взаимодействие многих тенденций, реализуемых в процессе отбора, согласно ламаркизму – направленное действие факторов среды или внутренних факторов, которые непосредственно приводят к приспособлению.

Неоламаркизм включал самые различные течения:

1. Механоламаркизм, который сводил весь процесс эволюционного развития к прямому приспособлению и наследованию приобретенных признаков;
2. Ортоламаркизм утверждал, что эволюционный процесс всегда прямолинеен и изначально запрограммирован;
3. Психоламаркизм, который выдвигал в качестве или даже единственной причиной эволюции активность и разумность поведения животных, психику, память или даже чисто мистические факторы.

Основателем неоламаркизма в целом был американский палеонтолог Э. Коп, механоламаркизма – английский психолог и социолог Т. Спенсер.

**Теологические концепции эволюции.** Теология (от греч. *telos* – цель, результат, завершение и ...логия), идеалистическое учение об изначальной целесообразности в природе, приписывающее внутренние цели в процессах и явлениях живой природы. Эти концепции входили в состав ортоламаркизма или занимали самостоятельное положение. Ведущим ученым теологического направления в эволюционизме является К. Бэр, который выступил с рядом работ против дарвинизма. Он рассматривал органический мир, как результат развития стремящегося к высшей цели и руководимого разума. Следует отметить, что К. Бэр признавал эволюцию только родов и видов, т.е. оставался на позициях



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 62 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

ограниченного эволюционизма, вместе с тем развивал идею о всеобщности развития. Примерно таких же взглядов на эволюцию придерживался сотрудник и ученик К. Бэра Н.Я. Данилевский. Дарвинизм с его последовательно материалистическим содержанием, с его глубоко диалектическим пониманием случайности, вскрытой в естественном отборе, он отвергал полностью. В полемической статье «Опровергнут ли дарвинизм» (1887) К.А. Тимирязев показал несостоятельность критики дарвинизма Данилевским и его собственных воззрений на причины эволюции.

**Особенности развития эволюционной теории в России.** Эволюционная теория Ч. Дарвина получила широкое распространение в России. Этому способствовали выдающиеся ученые того времени (А.О. Ковалевский, И.И. Мечников, М.А. Мензбир и многие др.). К.А. Тимирязев был наиболее последовательным пропагандистом и защитником дарвинизма в России. Кроме того, он был еще и теоретиком, сумевшим уточнить определения многих важных понятий теории Дарвина. С позиции дарвинизма выступали видные ученые биологи России: Н.А. Северцов, М.Н. Богданов, В.А. Вагнер и др. Русские биологи разрабатывали многие неясные вопросы, дополняли и углубляли важные разделы дарвинизма.

Следует отметить, что в России было немало антидарвиновских выступлений. Антидарвинисты выступали с клерикальных, виталистических, телеологических позиций, а также с позиций механоламаркизма и мутационизма. В целом влияние идей дарвинизма на русских биологов значительно превосходило суммарное влияние других концепций эволюции. В этом заключается главная особенность развития эволюционной теории в России.

**Некоторые итоги в развитии эволюционной теории.** Эволюционное учение Ч. Дарвина в течение 40 лет после выхода книги «Происхождение видов» стало господствующей теорией эволюции живых существ, главной интегрирующей силой биологии.

1. Была ниспровергнута веками господствующая в биологии доктрина неизменяемости видов. Был разрушен миф о сотворении органических

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 63 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



форм и идеологии креационизма был нанесен сокрушительный удар.

2. Эволюционная идея воплощается в формах исторического метода исследования в биологии, проникает в основные ее отрасли. Она способствовала возникновению по существу новых отраслей биологии – филогенетической систематики, эволюционной морфологии, эмбриологии, биогеографии, палеонтологии и др.
3. Стимулировала формирование таких новых отраслей биологии, как экология и биогеоценология. К концу XIX в. созрели предпосылки для выделения генетики в особую науку. Сложился новый комплекс биологических наук, возглавляемый эволюционной теорией. Коренным образом преобразовались старые области биологии.
4. Одним из центральных событий было распространение дарвинизма, которое происходило в напряженной борьбе между дарвинизмом и антидарвинизмом.
5. Развитие дарвинизма позволило создать методы не только для восстановления процесса эволюции, но и для генетико-селекционных работ и микроэволюции.
6. Развитие эволюционной теории Дарвина играло решающую роль в распространении и укреплении не только стихийного естественнонаучного материализма, но и сознательного воинствующего материализма с элементами диалектики.

Становлению эволюционной теории Ч. Дарвина посвятил свою книгу Я.М. Галл (1993). Дарвинизм оказал глубочайшее воздействие на мышление конца XIX века (К.А. Тимирязев) и XX столетия (Завадский, 1973; Воронцов, 1999).



Начало

Содержание



Страница 64 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

## 4.6 Создание и развитие эволюционной палеонтологии

После опубликования Ч. Дарвином «Происхождение видов» в палеонтологии начался новый этап. Там, где раньше исследователи искали резкие отличия, стали обнаруживаться переходные формы. Различия окаменелостей в вертикальном разрезе Земли благодаря эволюционному учению получили теоретическое истолкование. Было объяснено, почему в геологической летописи мало сохраняется переходных форм, которые бы связывали виды организмов друг с другом. В «Происхождение видов» неполноте геологической летописи посвящена одна глава, в которой с большой убедительностью показано, почему переходные формы редко сохраняются.

По Ч. Дарвину население каждой новой геологической эпохи возникло в процессе естественного отбора в борьбе за жизнь, и должно было обладать преимуществами своей организации перед видами предшествующей эпохи. При этом естественный отбор не предполагает необходимого прогрессивного развития. Отбор подхватывает те изменения, которые полезны в данных условиях жизни. Организмы в течение длительного геологического времени могут оставаться на прежнем уровне организации, а в некоторых случаях может происходить ее «понижение или упрощение», если это обеспечивает лучшее приспособление.

Многие палеонтологи и геологи, мировоззрение которых формировалось под влиянием Ж. Кювье, встретили дарвинизм враждебно, в том числе американский палеонтолог Л. Агассис, английский палеонтолог Р. Оуэн и др. Многие палеонтологи, прежде всего молодые, приветствовали учение Ч. Дарвина.

Основателем эволюционной палеонтологии (от греч. *palaios* – древний, *ontos* – существо и ...логия) по единодушному признанию специалистов был **В.О. Ковалевский (1842 – 1883)**. Он видел задачи эволюционной палеонтологии в том, чтобы изучать эволюцию ископаемых организмов как сложный процесс. В этом процессе морфологические изменения связаны с функциональными изменениями, а последние в свою очередь – с изменениями условий жизни. Ковалевский избрал

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 65 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

для своих работ высший класс позвоночных животных – млекопитающих, в частях скелета которых много общего. Он исследовал обширную группу копытных, эволюция которых протекала в третичном периоде, и особенно ярко проявилась в преобразовании конечностей. Историческая заслуга Ковалевского состоит в том, что при изучении эволюции лошадей и некоторых ветвей парнокопытных, он успешно применил разработанный новый метод палеонтологического исследования, основу которого составляла точное анатомическое описание ископаемого материала при изучении хода эволюции.

Ковалевский установил, что эволюция главных ветвей копытных состояла в приспособлении их к быстрому бегу по твердому грунту и питанию травянистой растительности в миоцене. Перестройка конечностей выражалась в преимущественном развитии третьего (у непарнокопытных) или третьего и четвертого (у парнокопытных) пальцев. В результате лошадь приобрела прочную, однопалую, а олень двухпалую ногу. В одних случаях редукция боковых пальцев не сопровождалась перестройкой в костях запястья и предплюсны, в других – происходили существенные структурные и топографические изменения. Первый способ Ковалевский назвал *инадаптивной*, второй – *адаптивной редукцией*. Было показано, что приспособительные изменения в строении конечностей и зубов сыграли ведущую роль в эволюции копытных. Из всеядных пятипалых лесных мелких животных начала третичного периода развились крупные копытные открытых пространств неогена.

Наряду с преобразованием конечностей происходило в процессе эволюции копытных усовершенствование зубов в связи с пережевыванием жесткой степной травы. Зубы приобрели очень высокую, постепенно выдвигающуюся из лунки коронку, что компенсировало их стирание, и выгодную структуру жевательной поверхности зуба. Предкоренные зубы стали похожи на коренные. Это вызвало увеличение размеров челюстей и перестройку черепа, который удлинился, а глазницы сдвинулись назад, что способствовало увеличению обзора территории.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 66 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



Исследования палеонтологической истории копытных Ковалевским показало, что новые формы появлялись в одном районе, и их эволюция происходила монофилетически. Позже новый тип разделялся на несколько линий, которые продолжали существовать одновременно.

Палеонтологические труды В.О. Ковалевского способствовали укреплению и распространению теории Ч. Дарвина.

#### 4.7 Развитие биогеографии, экологии и биоценологии

**Влияние Ч. Дарвина на биогеографию.** Под плодотворным влиянием идей, выдвинутых Ч. Дарвином в «Происхождении видов», сильно возрос интерес к проблемам биогеографии, возросло число фито- и зоогеографических исследований в различных частях света. Многочисленные экспедиции по изучению флоры и фауны экваториальной Африки, Южной Америки, Южной, Средней и Центральной Азии внесли большой вклад в накопление и обобщение данных о составе и путях формирования фауны и флоры континентов и морей. Русские естествоиспытатели принимали участие в изучении не только территории России, но и других регионов. Например, Н.М. Пржевальский проводил зоогеографические исследования в Центральной Азии и на Дальнем Востоке. Многие годы изучал природу Новой Гвинеи, Филиппин, Индонезии, Австралии, Микронезии и Меланезии Н.Н. Миклухо-Маклай.

**Развитие зоогеографии.** Зоогеография (от греч. *zoon* – животное, живое существо, *ge* – земля, *grapho* – пишу), наука о распространении и распределении животных на Земле. Изучение фауны многих стран и континентов в XIX в. привело к накоплению большого фактического материала, создало благоприятные возможности для теоретического его обобщения, появлению капитальных монографий и сводок. Значительное внимание в этот период уделялось зоогеографическому районированию суши. Такое деление суши предложил в



Начало

Содержание



Страница 67 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

1858 г. английский орнитолог Ф. Склетер на основании изучения особенностей распространения птиц. Он рекомендовал разделить сушу на шесть областей: Палеарктическую, Эфиопскую, Индийскую, Австралийскую, Неарктическую и Неотропическую. Примечательно, что система зоогеографических областей Склетера с сравнительно небольшими уточнениями сохранилась до настоящего времени.

Развитию зоогеографии способствовала научная деятельность А. Уоллеса, который опубликовал ряд работ, в том числе двухтомную монографию «Географическое распространение животных» (1876). В этой работе он обобщил обширный материал о распространении не только современных, но и вымерших животных до рода включительно. В трудах Уоллеса, как показали Н.А. Северцов и М.А. Мензбир, имелись ряд существенных недостатков. Например, при анализе факторов распространения животных Уоллес оперировал почти исключительно историческими причинами и недооценивал роль современных условий.

Русские ученые (Н.А. Северцов, М.Н. Богданов, М.А. Мензбир) не ограничивались чисто историческим подходом, но учитывали экологические особенности и закономерности их изменения во времени и пространстве. Выдающимся представителем этого направления в зоогеографии является Н.А. Северцов, которого считают основоположником русской исторической зоогеографии. В монографии «Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных» (1873) и других работах Н.А. Северцов широко использовал статистический метод, сравнивая количество видов, отчасти родов и других таксономических категорий в различных районах, поясах, сопоставлял число представителей разных по происхождению фаун. Он предложил схему районирования Палеарктики, которую изложил в работе «О зоологических (преимущественно орнитологических) областях внутропических частей нашего материка» (1877), которая стала основной для русской зоогеографии благодаря богатству материала, строгости выводов, вниманию к теоретическим и

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 68 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

методологическим сторонам темы.

Зоогеографические идеи Н.А. Северцова успешно развивали ряд русских ученых, особенно его ученик **М.А. Мензбир (1855 – 1935)**. В своей работе «Орнитологическая география Европейской России» (1882) детализировал схему районирования Палеарктики Северцова. Мензбир подчеркивал, что в зоогеографических исследованиях необходимо больше обращать внимание на выяснение качественного своеобразия свойственных территориям фаунистических комплексов, в связи с их происхождением и распространением, на фоне исторических и современных условий[13, 32].

В 80-е – 90-е годы многие зарубежные ученые продолжали уточнять ранее предложенные схемы зоогеографического районирования суши на основе распространения тех или иных групп животных (А. Гейлприн, А. Рейхенов, В. Бленфорд и др.).

**Зоогеографическое изучение морей и пресных водоемов.** Основоположником морской зоогеографии считается немецкий зоолог А. Ортман, который опубликовал в 1898 г. «Основы морской зоогеографии».

Состав и географию морской фауны изучали во время экспедиций в различные страны. Они охватили морские акватории ряда океанов. В России большое значение имела Мурманская научно-промысловая экспедиция (1899 – 1907), организованная Н.М. Книповичем. Более ранние экспедиции, организованные К.М. Бэрм и др. положили начало изучению Балтийского, Черного и Каспийского морей. В этот период были организованы ряд специальных постоянных морских биологических станций, которые изучали биологические ресурсы морей. Первая из них была организована в 1871 г. в Севастополе, затем – в 1872 г. – в Неаполе, в 1876 г. – в Ньюпорте (США) и др.

Во второй половине XIX в. зоогеографические исследования проводились и в пресных водоемах. В 1868 г. в Московской и Рязанской губерниях работала первая озерная экспедиция. Открытие пресноводной станции на оз. Глубоком под Москвой



Начало

Содержание



Страница 69 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть



способствовало более глубокому изучению фаун пресных водоемов в России. Это относится и к другим странам.

**География растений.** В ботанико-географических работах во второй половине XIX в. преобладал экологический подход. Первая попытка дать характеристику растительности Земли в связи с климатическими условиями принадлежит немецкому ботанику А. Гризенбаху, автору классического труда «Растительность земного шара в ее климатическом подразделении» (1872). Другой немецкий ботаник О. Друде в 80 – 90-е годы опубликовал ряд работ, посвященных ботанико-географическому районированию Земли. Он предложил различать 14 областей, в свою очередь подразделенных на провинции.

Интенсивно в этот период развивались флористические исследования в России. Основоположником ботанической географии в России является А.Н. Бекетов, автор работы «Фитогеографический очерк Европейской России» (1884). Бекетов первый в 1896 г. опубликовал на русском языке курс ботанической географии, который имел большое значение для популяризации ботанической географии среди студентов. Для развития теории фитогеографии много сделал его ученик – А.Н. Краснов, автор фундаментального труда «География растений» (1899).

**Экологические воззрения Ч. Дарвина и Э. Геккеля.** Эволюционное учение Ч. Дарвина тесно связано с экологией. Все его труды насыщено экологическими сведениями и обобщениями. Наиболее значимым для экологии было обоснование исключительной роли взаимодействия разновидностей и видов между собой в связи с условиями их существования. К числу основных проблем экологии, которые исследовал Дарвин, принадлежит борьба за существование. Он установил очень высокую потенциальную способность организмов к увеличению численности и вплотную подошел к проблеме динамики численности видов, в том числе массового размножения мышевидных грызунов.

Немецкий биолог Э. Геккель в своей «Всеобщей морфологии» (1866) предложил назвать науку о взаимоотношениях организмов со средой –

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 70 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

**экологией** (от греч. *oikos* – дом, жилище, и ...логия). Вслед за Дарвиным, он подчеркивал преобладающую роль биотических отношений сравнительно с действием неорганических факторов.

Ряд интересных исследований и обобщений по экологии животных были выполнены в этот период русскими учеными. Академик АН России А.Ф. Миддендорф во время путешествий на север и восток Сибири установил много новых интересных фактов о сезонных миграциях птиц, зимней спячке зверей, их приспособлению к перенесению суровых условий и т.д. Важные исследования по экологии птиц и млекопитающих принадлежат М.Н. Богданову. А.А. Силантьев провел интересные исследования по экологии грызунов и насекомых, причин их массового размножения. Он является тем биологом, который положил начало развитию промысловой и лесной экологии в России. Были проведены очень важные исследования профессором Петербургского университета К.Ф. Кесслером и др. по экологии рыб Онежского озера, Финского залива, южных морей России. Глубокому экологическому и биоценологическому изучению водных организмов способствовало сочетание экспедиционных исследований со стационарными на морских и пресноводных биологических станциях.

М.Н. Богданов (1871) считал, что в первую очередь необходимо исследовать комплексы животных и растений небольших территорий. Он вплотную подошел к представлению об органическом сообществе. Фундаментальное значение для дальнейшего развития экологии имело формулирование немецким гидробиологом К. Мебиусом (1877) понятия «**биоценоз**». Исследуя устричные отмели Северного моря, он пришел к выводу, что устричная банка есть органическое сообщество или биоценоз, который возник в процессе эволюции под действием естественного отбора.

**Экология растений.** Экология растений получила мощный стимул к развитию в середине XIX в. В связи с эволюционными идеями Ч. Дарвина и его предшественников. В начале XIX в. возникла новая отрасль ботанической науки – география растений, основателем которой был немецкий естествоиспытатель и

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 71 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

путешественник **А. Гумбольдт (1769 – 1859)**, который сформулировал положения о широтной и высотной зональности, разделил растительный покров Земли на пояса в соответствии с климатическими факторами. От него ведет начало один из истоков современной экологии – экологическая география растений.

Крупный вклад в становление экологии растений внес швейцарский ученый **О. Декандоль (1778 – 1841)**. Он дал формулировку такого важного понятия, как местообитание вида. Классифицируя растения по местообитаниям, Декандоль выделил растения лугов, лесов, гор, скал, морские растения и др. Его сын – **А. Декандоль (1806 – 1893)** продолжал изучать расселение растений по Земле в зависимости от факторов среды, так и исторических причин. Среди первых большое значение он придавал свету, температуре, влажности, составу почвы, влиянию деятельности человека на растения. В России особо следует отметить роль А.Н. Бекетова в становлении экологии растений. В своих ботанических работах он указывал, что причина строения и всей сущности каждого организма обуславливается окружающими условиями. Им была разработана стройная классификация приспособлений растений к среде, в основном к свету и температуре.

Следует отметить деятельность профессора Казанского университета Н.Ф. Леваковского, который проводил специальные экологические и полевые исследования о влиянии теплоты, света, влажности и почвы на морфологию и развитие растений, в особенности на корневую систему.

Заслуга оформления собственно экологии растений принадлежит датскому ботанику **Е. Вармингу**, который в 1895 г. обобщил, и систематизировал основную современную ему экологическую информацию в сводках, которые дважды издавалась на русском языке под названиями «Ойэкологическая география растений. Введение в изучение растительных сообществ» (1901) и «Распределение растений в зависимости от внешних условий» (1902). В этих трудах содержится характеристика роли основных абиотических и биотических факторов в жизни

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 72 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



растений, классификация жизненных форм и описание главнейших растительных сообществ. Отметим, что Варминг первым ввел термин «**ЭКОЛОГИЯ**» в ботанической литературе.

Во второй половине XIX в. интенсивно развивалась геоботаника. Она была призвана решить ряд актуальных задач лесоведения, лесоразведения, луговодства, освоения новых земель и другие проблемы. В этот период появились многие работы по геоботанике зарубежных (А. Гризенбах, И. Лоренц) и русских (И.Г. Борщов, Ф.И. Рупрехт) ученых.

Возникновение геоботаники как науки произошло в конце 80-х – начало 90-х годов и связано с крупными русскими ботаниками – С.И. Коржинским, И.К. Пачоским, П.Н. Крыловым, которые обращали внимание на необходимость изучения не только флоры, но и группировок растений.

Большое значение для геоботаники в России имели исследования В.В. Докучаева, П.А. Костычева, которые в своих работах развивали представления о неразрывной связи растительных сообществ и жизнью и историей почв.

Финский ученый Р. Хульт в середине 80-х впервые описал процесс смены растительности по мере заселения ею голого субстрата и формирования на нем сообщества. Эти исследования положили начало учению об экологических сукцессиях.

К концу XIX в. возникли первые геоботанические школы, которые оказали благотворное влияние на дальнейшее развитие экологии растений. Таким образом, к концу XIX в. экология животных, экология растений и фитоценология сформировались в самостоятельные отрасли биологии.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 73 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

## 4.8 Исследование в области сравнительной анатомии, морфологии и физиологии животных и человека

**Развитие физиологии животных и человека.** Физиология (от греч. *physis* – природа и *logos* – наука), наука, которая изучает процессы жизнедеятельности (функции) животных и растительных организмов, их отдельные системы, ткани, органы и клетки. Первые данные о физиологических функциях (дыхание, пищеварение и др.) мы находим в трактатах древних ученых. Однако вплоть до XVIII в. физиология развивалась как часть медицины и анатомии. Рождение ее как науки произошло в XVII в. и связано с работами английского врача **У. Гарвея**, который описал работу сердца и циркуляцию крови в организме в своем труде «Анатомические исследования о движении сердца и крови у животных» (1628). В XVII – XVIII вв. было сделано ряд важных открытий. Французский философ и физиолог Р. Декарт ввел понятие о рефлексе. По его представлениям «в мозгу осуществляется механический переход животных духов с одних нервов на другие, а затем отражение от мозга (отсюда – рефлекс), как луч света от гладкой поверхности». В дальнейшем учение о рефлексе, рефлекторной дуге и значении нервной системы как посредника между окружающей средой и организмом было продолжено чешским анатом и физиологом **Г. Прохаски (1749 – 1820)**.

Используя физические и химические методы исследования итальянский естествоиспытатель Дж. Борелли объяснил принцип движения крови в сосудах. А. Лавуазье сформулировал представление о химической сущности механизма дыхания, а Р. Реомюр и Л. Спалланцани – пищеварения.

В XIX в. в физиологии произошли коренные перемены. Они были подготовлены предшествующим развитием, как физиологии, так и смежных наук – химии, физики, анатомии, гистологии и эмбриологии. Открытие клеточного строения организма, установление закона сохранения энергии и эволюционная теория развития органического мира имели большое значение для становления физиологии. Значительную роль сыграли успехи в физике, создание новых приборов и



Начало

Содержание



Страница 74 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

разработка экспериментальных методов. В этот период физиология полностью отделяется от анатомии, происходит формирование самостоятельных ее разделов: нейрофизиология, эндокринология, физиологическая химия. К наиболее крупным успехам физиологии XIX в. относятся следующие. Был установлен нервный механизм регуляции функций внутренних органов и создана рефлекторная теория нервной деятельности благодаря исследованиям французских физиологов **Ф. Мажанди (1783 – 1855)** и **К. Бернара (1813 – 1878)**, немецкого физиолога **И. Мюллера (1801 – 1858)** и русского физиолога **И.М. Сеченова (1829 – 1905)**.

Немецкий физиолог и гистолог **Р. Гейденгайн (1834 – 1897)** установил нервный механизм регуляции функций внутренних органов, процессов всасывания и выделения.

Определенный вклад в развитие физиологии внесли русские физиологи: **Ф.В. Овсянников**, который открыл местонахождение сосудодвигательного центра в продолговатом мозге; **Н.Е. Введенский**, развивший представление о роли частоты импульсации в нервной деятельности и учение о парабии, которое было изложено в монографии «Возбуждение, торможение, наркоз» (1901). Особый вклад в развитие физиологии в России принадлежит **И.М. Сеченову**, интересы которого были сосредоточены вокруг трех проблем: общей физиологии нервной системы, физиологических основ психической деятельности и транспорта газов кровью. Он стал основоположником нового направления физиологии – физиологии труда. В 1863 году им была опубликована классическая монография «Рефлексы головного мозга». Открытие **И.М. Сеченовым торможения в центральной нервной системе** принесло наибольшую славу русской науке. Ученики Сеченова **Н.Е. Введенский** и **Б.Ф. Вериг** проводили свои исследования преимущественно в области нервно-мышечной физиологии.

Отметим, что физиологию пищеварения в XIX в. изучали многие ученые. Мировую известность получили исследования русского ученого **И.П. Павлова (1849 – 1936)**. Он поставил на научную основу физиологию пищеварения,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 75 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



к классическим исследованиям которой приступил в последней четверти XIX столетия. И.П. Павлов разработал и успешно применил сложные и вместе с тем совершенные хирургические методы (фистульные методы). Например, им была разработана операция изолированного желудочка с сохранением нервных связей его с большим желудком. Этот хронический опыт давал возможность собирать желудочный сок, незагрязненный пищей. В этом эксперименте сокоотделение в малом желудочке было таким же, но в уменьшенном размере от секреции большого желудка. Это давало возможность изучать гуморальный механизм отделения желудочного сока на прием различных видов пищи. Эти и другие опыты дали возможность Павлову раскрыть нервный механизм секреции печени, поджелудочной железы, а также желудочных и слюнных желез.

И.П. Павлов открыл условный рефлекс и создал учение о высшей нервной деятельности. Его представление о ведущей роли нервной системы в регуляции функций живого организма обусловило выбор основного направления исследований в русской физиологии. Труды И.М. Сеченова, И.П. Павлова, Н.Е. Введенского, А.А. Ухтомского, А.И. Бабухина, Э. и Г. Веберов и др. выдвинули физиологию России на одно из первых мест в мировой науке.

Итак, физиология в XIX столетии, особенно во второй его половине, достигла важных успехов. В этот период эксперимент стал основным методом изучения жизнедеятельности организма животных и человека. Руководящим принципом изучения регуляции функций организма стал принцип **нервизма**. Были достигнуты большие успехи в установлении контроля центральной нервной системы над деятельностью различных органов. Был накоплен огромный фактический материал, который ждал своего обобщения, и это было сделано в XX столетии.

Эволюционная теория Ч. Дарвина привела к коренной перестройке теоретических основ **морфологических дисциплин**. Она дала мощный толчок развитию морфологии и анатомии. Сам Дарвин переосмыслил основные теоретические концепции и понятия морфологии, дал принципиально новое

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 76 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

истолкование учению о гомологичных органах. Он показал, что сходство последних и аналогичных органов объясняется следствием общности происхождения и кровным родством всего органического мира. Под влиянием теории Дарвина морфологи и сравнительные анатомы приступили к изучению филогенетического древа.

В реформе морфологии и сравнительной анатомии на основе дарвинизма приняли участие многие морфологи этого периода – К. Гегенбаур, Э. Геккель, Т. Гексли, А. Дорн, Я.А. Борзенков, М.А. Мензбир, А.Н. Северцов и др.

Морфологи во второй половине XIX в. пытались отыскать филогенетические связи между организмами с целью установления родственных отношений, последовательности появления форм в ходе эволюции и доказать единство происхождения органического мира. Работа по изучению родословного древа растительного и животного мира потребовала создания нового метода исследования. Такой метод был разработан Э. Геккелем, который получил название «*метода тройного параллелизма*». В одной из крупнейших мировых школ по сравнительной анатомии – школе А.Н. Северцова был успешно применен новый принцип комплексного изучения организма как целого с учетом коррелятивных связей между системами органов, с использованием сравнительно-анатомических и эмбриологических данных, а также по физиологии, экологии и палеонтологии.

Немецкий сравнительный анатом К. Гегенбаур явился основоположником школы, в которой исследованием по сравнительной анатомии была придана филогенетическая направленность.

Э. Геккель, который изложил свои взгляды на морфологию в монографии «Всеобщая морфология организмов» (1866), считал, что морфология благодаря дарвинизму должна превратиться в науку от описания органических форм к их объяснению.

**Учение о гомологии и аналогии.** Гомология (от греч. *homologia* – соответствие, согласие) – соответствие органов у организмов разных видов,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 77 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

обусловленное их филогенетическим родством. Проблемы гомологии и аналогии в последарвиновский период подверглись обсуждению. Учение о гомологии органов свое значение приобрело в связи с тем новым эволюционным смыслом, который Дарвин вложил в это понятие. Э. Геккель и К. Гегенбаур и др. последователи дарвинизма предложили два критерия гомологии: первый из этих критериев (*филогенетический*) – общность происхождения, второй (*онтогенетический*) – происхождение органов из одной закладки. Учение о гомологии является фундаментом сравнительной анатомии. Наряду с эмбриологическим методом этот метод помогал выяснению филогенетических отношений в животном мире.

**Проблема эволюции черепа и конечностей позвоночных.** Проблема происхождения эволюции черепа позвоночных интересовала многих ученых мира. Работами эмбриологов и сравнительных анатомов (А. Гетте, А.Н. Северцов и др.) было установлено, что голова позвоночных развивалась из передней части осевого скелета за счет преобразования некоторых жаберных дуг в челюстной аппарат, а позвонков – в осевую часть скелета.

Решающий вклад в решение проблемы по происхождению конечностей у позвоночных внес А.Н. Северцов. Он в своих исследованиях современных позвоночных применил эмбриологический и сравнительно-анатомический методы и использовал данные палеонтологии. На основании своих исследований он пришел к выводу, что пятипалая конечность наземных позвоночных возникла из более расчлененной шести- или семипалой конечности, предков современных амфибий, которые в процессе эволюции претерпела упрощение.

Подводя итог развитию сравнительной анатомии и морфологии во второй половине XIX в. можно сказать, что она достигла определенных успехов, несмотря на то, что в конце этого века интерес к данным отраслям биологии снизился. Сравнительно-анатомические доказательства эволюции вошли в учение об историческом развитии организмов.

## Контрольные вопросы и задания

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 78 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



1. В чем состоит сущность эволюционной теории Ч. Дарвина?
2. Назовите основные недостатки дарвиновской теории эволюции.
3. Какие особенности развития эволюционной теории в России?
4. Формирование эволюционной морфологии, систематики и физиологии растений.
5. Каковы успехи в области цитологии и микробиологии во второй половине XIX века?
6. Роль В.О. Ковалевского в создании эволюционной палеонтологии.
7. Уровень развития биogeографии, экологии и биоценологии (Н.А. Северцов, М.А. Мензбир, А. Гумбольд, Ф. Склетер, О. Декандоль).
8. Какие основные достижения в области сравнительной анатомии, морфологии и физиологии человека и животных в XIX веке?



Начало

Содержание



Страница 79 из 252

Назад

На весь экран

Закреть

# ЧАСТЬ II. ИСТОРИЯ БИОЛОГИИ С НАЧАЛА XX В. ДО НАШИХ ДНЕЙ

## ГЛАВА V. ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ СТРОЕНИЯ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖИВОТНЫХ, РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ. РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИИ И БИОЦЕНОЛОГИИ

### 5.1 Достижения в области зоологии и ботаники

Современная зоология (от греч. *зоон* – животное и ...логия) – это комплекс научных дисциплин, которые изучают животных. Теоретическую основу зоологии XX в. составляют принципы, которые заложены в «Происхождении видов» Ч. Дарвина, в «Морфологических закономерностях эволюции» А. Н. Северцова (1939), в «Зоологический вид и эволюция» Э. Мейера (1968), в монографии по эволюционной теории «Происхождение наземных позвоночных» И.И. Шмальгаузена (1964). Зоология в XX в. опиралась на прочный фундамент эволюционной теории.

**Систематика, зоогеография, история фаун.** В начале XX в. ряд зоологов предприняли усилия для подведения итогов многочисленных исследований по систематике ныне живущих и ископаемых животных. Начинают печататься серии монографий по отдельным группам животных в различных странах. Зоологи, которые изучали птиц и млекопитающих, наиболее изученные группы животных, убедились в недостаточности типологической концепции вида. Ряд ученых: А.П. Семенов-Тянь-Шанский (1910), Б. Ренш (1938) начали разрабатывать политипическую концепцию вида. Вид стал рассматриваться как совокупность скрещивающихся популяций.

В XX в. продолжались работы зоологов по развитию и совершенствованию системы животного мира. Она дала возможность обосновать существование 23 типов беспозвоночных животных вместо прежних 4 типов.



Начало

Содержание



Страница 80 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

Особенно много для зоологии и зоогеографии принесли исследования животных в океанах, которые осуществлялись многими экспедиционными судами и, прежде всего советским «Витязь» и датским – «Галатея». Были изучены глубины океана до 11 тыс. метров, при этом было установлено ряд зоологических открытий. Например, А.В. Ивановым было описано и изучено несколько десятков видов нового типа – погонофор.

Была обнаружена кистеперая рыба – латимерия (1938), которая подтвердила существование переходного звена между рыбами и земноводными.

Крупными теоретическими обобщениями этого периода являются сформулированные В.А. Догелем принципы олигомеризации у *Metazoa* и полимеризации у *Protozoa*.

В разработке проблем энтомологии трудились и трудятся выдающиеся ученые России М.Н. Римский-Корсаков, А.С. Далилевский, Г.Я. Бей-Биенко, М.С. Гиляров и др. Морфологические закономерности эволюции позвоночных животных в XX в. успешно разрабатывали А.Н. Северцов, И.И. Шмальгаузен, Б.С. Матвеев и их ученики. В развитии систематики и фаунистики трудились М.А. Мензбир, П.П. Сушкин, Л.С. Берг, С.И. Огнев, В.Г. Гептнер, Г.П. Дементьев, В.Е. Соколов и многие другие.

Развитие зоологии в XX в. шло по пути обособления исследований отдельных групп животных и превращения этих исследований в самостоятельные дисциплины. В пределах зоологии беспозвоночных возникли: протистология, малакология, карцинология, энтомология, а в зоологии позвоночных – ихтиология, герпетология, орнитология и териология.

**Протистология** (от греч. *protistos* – самый первый и ...логия), раздел зоологии, изучающий одноклеточные организмы – протисты. Патогенное действие многих паразитических протистов на человека, домашних и промысловых животных стимулировало ученых к изучению жизненных циклов кокцидий, трепаносом, лешманий, малярийного плазмодия и других возбудителей болезней.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 81 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



Была основательно изучена кариология *Protozoa*. Изучались вопросы питания простейших, воздействие на них различных веществ, процессы экскреции, дыхание, физиология половых процессов и жизненных циклов развития.

В монографии **В.А. Догеля** «Общая протистология» (1951; Ленинская премия, 1957) была прослежена эволюция простейших по принципу полимеризации, согласно которой по мере развития той или иной группы простейших наблюдается умножение числа гомологичных органоидов.

Изучение жизненного цикла простейших дало возможность полностью ликвидировать малярию на территории бывшего Советского Союза и в ряде других стран. Была установлена роль простейших в загрязнении и очистке пресных вод и в других процессах.

**Паразитология** (от греч. *parasitos* – нахлебник, паразит) – раздел зоологии, который изучает паразитов, их взаимоотношения с хозяевами и окружающей средой, а также вызываемые ими заболевания и меры борьбы с ними у человека, животных и растений. Паразитология подразделяется на медицинскую, ветеринарную и фитопаразитологию. Особенно интенсивно в XX столетии развивалась медицинская и ветеринарная зоология, в том числе гельминтология. Паразитические и кровососущие насекомые и клещи изучались наиболее интенсивно. В 1901 – 1910 гг. была опубликована пятитомная сводка Ф. Теобальда по комарам земного шара, в 1912 – 1917 гг. – четырехтомная сводка Л. Говарди и др. по комарам Северной и Центральной Америки и Вест-Индии.

К.И. Скрыбин и Р.С. Шульц опубликовали монографии «Гельминтозы человека» (1929 – 1931) и «Основы общей гельминтологии» (1940). В.А. Догель издал «Курс общей паразитологии». В 1946 – 1948 гг. Е.Н. Павловский опубликовал «Руководство по паразитологии человека» в двух томах и ряд других работ. Под редакцией и при непосредственном участии К.И. Скрыбина начали выходить с конца 40-х годов капитальные труды по большинству классов паразитических червей.

**Малакология** (от греч. *malakion* – моллюск и ...логия), раздел зоологии,



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 82 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

изучающий моллюсков. В этом столетии проводились многочисленные исследования малакофауны различных территорий и акваторий, публиковались определители. Выдающимся событием в зоологии было открытие в 1952 г. в глубинах Тихого океана моллюска *Neopilina*, который служит промежуточным звеном между несколькими классами. Изучение этого моллюска (Г. Лемхе, К. Уингстренд, 1959) показало его близость к группе моллюсков, которые вымерли в палеозое.

Моллюски имеют научное и практическое значение. Они служат излюбленным объектом зоогеографии (Я.И. Старобогатов) и других целей. Экономическое значение их состоит в том, что в последние десятилетия они рассматриваются как источник пищевого белка, являются хранителями и переносчиками опасных гельминтозов человека, домашних и промысловых животных.

**Карцинология** (от греч. *karkinos* – рак и ...логия), раздел зоологии изучающий ракообразных. В первой половине XX в. происходило изучение конкретных фаун и групп, разнообразных в систематическом, экологическом и биогеографическом отношении. После 1940 г. появляются обширные систематические сводки по разным группам – веслоногим, усоногим ракам, бокоплавам и др. Детально были изучены морфология и филогенетические связи существующих отрядов, разработана новая система класса (Р. Зивинг, 1960, Я.А. Бирштейн, 1961).

**Энтомология** (от греч. *entoma* – насекомые и ...логия), раздел зоологии, изучающий насекомых. Больших успехов в энтомологии достигла систематика. Исследования по систематике охватили большую часть стран земного шара и большую часть отрядов насекомых. Появились в XX в. большие коллективные комплексные работы. В начале этого века было начато большое коллективное издание по мировой фауне насекомых – «Роды насекомых» Э. Вустмана.

С 1927 г. зоологическим музеем, а затем зоологическим институтом АН СССР начали издаваться серии определителей по фауне СССР, а с 1935 г. – «Фауна СССР». В первой серии по насекомым было издано 54 выпуска, по второй – 60. Аналогичные труды издавались в Германии, Франции, Англии, но они охватывали

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 83 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

меньшую территорию.

С 1964 г. Зоологическим институтом АН СССР начал издаваться «Полный определитель насекомых Европейской части СССР» под редакцией Г.Я. Бей-Биенко в пяти томах.

В СССР и многих зарубежных странах в это время интенсивно развивается экспериментальная экология, которая позволила выяснить важнейшие экологические закономерности. Больших успехов достигли исследования фотопериодизма у насекомых и феромонов – веществ, выделяемых насекомыми во внешнюю среду и служащих средством химической коммуникации между особями и осуществления внутрипопуляционных регуляторных функций.

В Беларуси энтомологические исследования проводились в Институте зоологии, университетах и заповедниках. Основные направления – изучение фауны и систематики насекомых, биогеоэкологическое изучение энтомокомплексов естественных и трансформированных биогеоценозов, подверженных влиянию различных антропогенных факторов. Во второй половине 70-х годов белорусские энтомологи начали переходить от фаунистических исследований к биогеоэкологическим. Работами по энтомологии в это время руководили И.К. Лопатин, Т.Г. Иоаннисиани и Э.И. Хотько. В настоящее время в энтомологической лаборатории института зоологии АН Беларуси работает большой коллектив специалистов по многим группам насекомых, ведутся фаунистические исследования, разрабатываются научно-прикладные вопросы и проводятся экспериментальные исследования.

**Ихтиология** (от греч. *ichthys* – рыба и ... логия), раздел зоологии позвоночных, изучающих рыб и круглоротых и их прикладное значение. Основа научной системы рыб была заложена в XIX в. И. Мюллером. В первой половине XX столетия разрабатывалась классификация отрядов и входящих в них семейств, составлялись обзоры ихтиофауны отдельных стран, накапливались данные о распределении рыб по отдельным акваториям. Новый этап в развитии ихтиологии определил



Начало

Содержание



Страница 84 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



выход в 1940 г. классической работы Л.С. Берга «Система рыбообразных и ныне живущих», в которой приведены подробные характеристики высших таксонов и указаны все отряды и семейства рыб. Система Берга получила признание специалистами во всем мире. В середине и во второй половине XX в. опубликовано много монографий по рыбам, в том числе русских ихтиологов: Л.С. Берга, А.Н. Державина, В.К. Солдатов, Е.К. Суворова, П.Ю. Шмидта, Г.У. Линберга, Г.В. Никольского и др. Л.С. Берга считают главой русской ихтиологической школы. Г.В. Никольский создал ряд учебных пособий: «Частная ихтиология», «Зоогеография рыб», «Экология рыб», «Методика ихтиологических исследований» и др.

В этот период интенсивно изучались размножение, видовая и популяционная плодовитость, развитие рыб, рост и убыль их в популяции, что позволило создать теорию динамики популяций рыб. Интенсивно велось исследование физиологии возрастной и сезонной динамики питания, пищевых отношений, обмена веществ, гиногенеза, гормональной регуляции половых циклов, гибридизации, селекции, миграции. Эти исследования нашли применения в рыбоводстве, рыбном хозяйстве и при акклиматизации рыб.

Белорусские ихтиологи (П.И. Жуков, С.В. Кохненко, В.Б. Петухов и др.) имеют определенные успехи в изучении экологии рыб республики. Опубликована монография «Рыбные ресурсы Белоруссии» (1983) профессора П.И. Жукова, в которой на основании данных раскрываются основные направления развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах, пути и методы перехода к высокопродуктивному рыбоводству. Под руководством С.В. Кохненко изучены многие стороны биологии речного угря в пресноводный период жизни. Им же опубликована монография «Европейский угорь» (1969).

**Герпетология** (от греч. *herpeton* – пресмыкающиеся и ...логия), раздел зоологии, изучающий пресмыкающихся и земноводных. Преимущественное развитие в герпетологии в начале XX в. получили фаунистическое и экологическое направления. В этот период появились ряд фундаментальных работ по герпетофауне

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 85 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Европы, Южной и Юго-Восточной Азии, Африки, Северной Америки и другим регионам земного шара.

В России в 1915 – 1918 гг. вышли в серии «Фауна России» три герпетологических тома русского зоолога А.М. Никольского. После ряда работ П.В. Терентьева и Л. Клаубера широкое признание получил статистический метод в герпетологии.

К числу интересных событий в герпетологии принадлежит установление однополости и полиплоидии у некоторых видов ящериц (И.С. Даревский) и саламандр и полиплоидии у бесхвостых амфибий.

В 60-е – 80-е годы публикуются в разных странах монографии и сводки по систематике, морфологии и различным разделам биологии земноводных и пресмыкающихся. Такие работы опубликованы по североамериканским амфибиям, ящерицам, змеям, черепахам. Появились ряд региональных работ, посвященных этим группам животных Европы, Африки, Азии, Австралии и Южной Америки. В серии «Das Tierreich» регулярно публикуются аннотированные каталоги рецентных видов. Опубликовано выпуски, посвященные черепахам, крокодилам, ящерицам, змеям, амфибиям. Одним из лучших специалистов и популяризаторов пресмыкающихся в мире считается А. Карр, американский зоолог, книги которого «Наветренная дорога», «В океане без компаса» и «Рептилии» (1975) переведены на русский язык и знакомы широкому кругу читателей.

В СССР выходят «Определитель пресмыкающихся и земноводных» П.В. Терентьева и С.А. Чернова (3-е изд., 1949) и «Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР» А.Г. Банникова, И.С. Даревского и др. (1977). В 1998 г. вышла книга Ананьева Н. Б. и др. «Земноводные и пресмыкающиеся. Энциклопедия природы России». Эти определители и книги сыграли и играют большую роль в изучении герпетофауны на территории СНГ и привлечения к этому студентов и других специалистов биологического профиля.

В связи с сокращением численности и ареалов многих земноводных и рептилий в различных регионах большое значение приобретает проблема их охраны. Многие



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 86 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

амфибии и рептилии внесены в Красные книги – МСОП, СССР, России, Беларуси и других стран.

Герпетофауна Беларуси представлена 12 видами амфибий и 7 видами рептилий. Специальные и системные исследования видового состава, распространения, питания, экологии этой группы животных республики начались в 80-х годах XX столетия. Результаты этого изучения, в которых принимал участие М.М. Пикулик, В.А. Бахарев и другие, отражены в монографиях: «Земноводные Белоруссии» (М.М. Пикулик, 1985) и «Пресмыкающиеся Белоруссии» – авторы М.М. Пикулик, В.А. Бахарев, С.В. Косов (1988), а также в научных статьях и тезисах докладов. В 1996 г. вышел энциклопедический справочник «Земноводные, пресмыкающиеся» (под ред. М.М. Пикулика), в котором отражены достижения белорусских специалистов по изучению биологии этих классов позвоночных.

**Орнитология** (от греч. *ornithos* – птица и ...логия), раздел зоологии позвоночных, который изучает биологию птиц. К началу XX столетия орнитология, как отрасль зоологии, была вполне сформирована. К концу XIX в. было закончено орнитологическое обследование всех континентов. Основаны главнейшие хранилища орнитологических коллекций, написано много фаунистических и систематических монографий. В 1895 г. была закончена публикация 27-томного каталога птиц Британского музея. Орнитологи первой четверти XX в. стали больше внимания уделять экологии птиц. Благодаря синтезу орнитогеографии с систематикой и экологией были установлены исторические пути формирования фауны палеарктической Азии (П.П. Сушкин), фаун Северной, Центральной и Южной Америки (Е. Лэнберг и др.), фауны высокогорья Азии и Европы (П.П. Сушкин, Э. Штреземанн), арктической фауны (А.Я. Тугаринов), фауны палеарктической тайги (Б.К. Штегман) и палеарктических пустынь (И. Штейнбахер).

В этот период много внимания орнитологами было уделено изучению адаптивных особенностей, экологии и поведению птиц. Основатель этологии **К. Лоренц** за исследования в этой области был удостоен **Нобелевской премии**. Русский



Начало

Содержание



Страница 87 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



орнитолог А.Н. Промтов успешно объединил в изучении поведения птиц методы Павловской и этологической школ. Больших успехов достигли в изучении биологии постэмбрионального периода онтогенеза птиц в вольерных условиях немецкие исследователи О. и М. Хейнрот. Свои исследования они опубликовали в обширной монографии «Птицы Центральной Европы» (1926 – 1931), которая не потеряла своей научной значимости до настоящего времени. В США выходит сводка А.К. Бента, в которой суммированы все сведения по биологии птиц Северной Америки. Большой фактический материал по экологии и этологии птиц первой трети XX в. обобщил в 1927 – 1934 гг. немецкий орнитолог Э. Штреземан в капитальном труде «Птицы».

Значительным событием первой половины XX в. явилась организация полевых станций, которые сыграли огромную роль в развитии орнитологии. В 1901 г. А. Тиннеман создал Росситенскую станцию, Г. Вейгольд в 1909 г. – Гельголандскую и др. На этих станциях отлавливают и кольцуют птиц, изучают их образ жизни. Многие из них в настоящее время являются крупными центрами эколого-физиологических исследований.

Начиная с середины XX столетия, на стыке экологии с физиологией и морфологией формируются новые направления – экологическая морфология и экологическая физиология птиц, которые оказали значительное влияние на развитие орнитологии.

По фаунистике и экологии птиц многих стран и регионов в 50 – 60-е годы вышло множество сводок. Была опубликована в 1951 – 1954 гг. обширная монография по птицам Советского Союза в 6 томах «Птицы Советского Союза», удостоенная Государственной премии. Редакторами этой сводки являются известные в мире советские ученые Г.П. Дементьев и Н.А. Гладков, которые объединили широкий круг орнитологов.

В середине XX в. появляются региональные сводки о птицах: Приморья и Якутии (К.А. Воробьев), Туркмении (Г.П. Дементьев, А.К. Рустамов), Литвы (Т. Иванаускас), Карпат (Ф.И. Страутман), Беларуси (А.В. Федюшин, М.С. Долбик),

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 88 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

пятитомник «Птицы Казахстана» (Н.А. Долгугин), начата публикация многотомной серии по птицам Украины (А.Б. Кистяковский) и др.

Во второй половине XX столетия советские орнитологи приступили к написанию 10-томной эколого-фаунистической сводки «Птицы СССР», в которой будут обобщены все накопленные к тому времени сведения по экологии и распространению птиц региона. Первый том этой сводки «Птицы СССР. История изучения. Гагары, Поганки, Трубноносые» был опубликован в 1982 г., другие – позже.

Во второй половине XX в. проводились интенсивные исследования в области экологической физиологии, которые отражены в монографиях: В.Р. Дольника (1975) и И.А. Шилова (1968); экологической морфологии – Н.В. Кокшайского (1974); коммуникаций – Е.Н. Панова (1978); сигнализации и локации – В.Д. Ильичева (1975, 1984); миграций – Э.В. Кумари (1975) и т. д.

Р.Л. Беме и др. (1996) написали сводку «Птицы. Энциклопедия природы России», которая дает возможность познакомить широкий круг читателей с современными проблемами орнитологии.

В конце XX столетия появляются капитальные труды по птицам Западной Палеарктики (D.W. Snow, C.M. Perrins, 1998, vol 1 – 2) и птицам Европы (G.M. Tucker, M. F. Heath, 1994), в которых приведены и обобщены сведения о птицах за последние столетия.

Данные о птицах и других животных Беларуси имеются в работе польского ученого Г. Ржончинского (1745) «Естественно-историческое описание Польши, Литвы и присоединенных провинций». Спустя почти 100 лет вышел труд профессора Виленского университета Э.И. Эйхвальда (1830) «Естественно-исторические очерки Литвы, Волыни и Подолии в геогностическом, ботаническом и зоологическом отношениях», в котором приводятся некоторые сведения о птицах, млекопитающих и других животных региона. В конце XIX века вышла компилятивная работа А.М. Никольского «Животный мир Полесья», в которой дается перечень птиц, млекопитающих и других животных с краткими сведениями об их распространении.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 89 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Систематические исследования птиц в Беларуси начались в конце XIX – начале XX столетия. Орнитологические исследования связаны с именем В.Н. Шнитникова, книга которого «Птицы Минской губернии» вышла 1913 г. В ней содержится описание 224 видов птиц Пинского и частично Бобруйского уездов. Орнитофауну и других животных изучали в период оккупации польские и немецкие исследователи (Доманевский, Цедлиц, Рейхенов и др.). В 1956 г. вышла работа В.В. Семашко «Птушкі Гродзенскай вобласці», в которой описано 220 видов птиц. В 20 – 60-х годах орнитологические исследования в регионе проводили А.В. Федюшин, М.С. Долбик, и др., результатом которых явилось издание монографии «Птицы Белоруссии» (1967).

В последние десятилетия XX века птиц региона изучали многие орнитологи (Л.П. Шкляр, Ю.А. Вязович, В.А. Дацкевич, А.В. Козулин, В.В. Гричик, А.Н. Кусенков, И.И. Бышне, И.В. Абрамова, А.М. и С.А. Дорофеевы, В.В. Ивановский, В.Т. Демянчик и др.). Вышли монографии «Птицы Белоруссии. Справочник-определитель гнезд и яиц» (М.Е. Никифоров, Б.В. Яминский и Л.П. Шкляр, 1989) и «Птицы Беларуси на рубеже XXI века» (М.Е. Никифоров и др., 1997), в которых подводятся итоги изучения орнитофауны птиц региона. История зоологических исследований в Беларуси рассматривалась в ряде работ (Сержанин, 1961; Гайдук, 2000 и др.).

В развитии орнитологии имеет большое значение международное сотрудничество. Видовые ареалы многих птиц охватывают целые континенты и многие страны, пролетные пути пролегают через территорию многих государств. Изучение экологии и охраны птиц на современном этапе требует широкого международного сотрудничества и кооперирования орнитологов многих стран. Еще в 1884 г. был создан Международный орнитологический комитет, который начал орнитологические исследования. Был проведен в этом же году I Международный орнитологический конгресс в Вене. Затем были проведены следующие конгрессы в различных городах многих государств. XVIII орнитологический конгресс был проведен в Москве в 1982 году, затем с интервалом в четыре года состоялись

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 90 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



конгрессы в других городах мира. Они дают возможность обменяться опытом и подвести итоги исследований орнитологии в целом в мире и отдельных странах, а также наметить программы исследований на ближайшие годы.

Такие международные организации как МСОП и Международный союз биологических наук имеют в своей структуре орнитологические секции. Деятельность международных организаций способствовала подготовке и принятию межправительственных соглашений: Конвенция по охране мигрирующих видов (Боннская), Конвенция по охране европейских диких животных и естественных местообитаний (Бернская), Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры (СИТЕС) и др. Эти соглашения играют огромную роль в деле охраны птиц и мест их обитания. Белорусские орнитологи принимают активное участие в реализации этих межправительственных соглашений.

**Териология** (от греч. *therion* – зверь и ...логия), маммалиология, маммалогия, раздел зоологии, которая изучает млекопитающих. К началу XX в. млекопитающие были изучены лучше птиц и рыб. Многие европейские и североамериканские териологи стали проводить регионально-фаунистические исследования, которые приняли отчетливую аутэкологическую направленность. Полевая и экспериментальная экология млекопитающих становится преобладающим направлением исследований в териологии. Многие ученые стали заниматься вопросами происхождения фаун и отдельных видов, что обусловило более тесные, чем ранее, контакты с палеотериологией. В России появляется книга М.А. Мензбира «Очерк истории фауны Европейской части СССР» (1934).

Развитию териологии способствовали публикации всесветных и региональных сводок. Среди них следует назвать десяти томную монографию немецкого натуралиста А. Брема «Жизнь животных», три тома которой посвящены млекопитающим. Млекопитающие Евразии описаны в двухтомной монографии Г. Аллена «Млекопитающие Китая и Монголии» (1938 – 1940) и др. Выдающимся событием в советской териологии были публикации восьми томов С.И. Огнева

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 91 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

«Звери СССР и прилежащих стран» (1928 – 1957). Эта серия осталась незавершенной.

Со второй половины XX столетия большая часть экологических исследований проводится териологами на популяционном уровне, разрабатывается классификация популяций.

Капитальной справочной сводкой по мировой териофауне является трехтомная сводка Е. Уолкера «Млекопитающие мира» (1964). Было издано несколько крупных региональных сводок – двухтомная монография Е. Холла и К. Келсона (1959) по Северной Америке, Р. Хатта (1959) по Ираку и др.

Коллектив териологов под общей редакцией В.Г. Гептнера и Н.П. Наумова издают в 1961 – 1973 гг. капитальную сводку «Млекопитающие Советского Союза», в которой подведены на тот период итоги териологических исследований в СССР. Заслуги советских специалистов перед мировой териологией позволили провести в СССР (Москва) в 1974 г. Первый Териологический конгресс. Он позволил обменяться опытом ученым мира и подвести итоги исследований по млекопитающим в мире.

Один из выдающихся териологов современности В.Е. Соколов опубликовал «Систематику млекопитающих» в трех томах (1973 – 1979), в которой приведены краткие сведения о млекопитающих всего мира.

Под редакцией В.Л. Динеца и Е.В. Родшильда выходит книга в 1996 г. «Звери. Энциклопедия природы России», предназначенная для широкого круга читателей.

В последние десятилетия обострилась проблема охраны животных, в том числе и зверей. Териологи издавна уделяли этому вопросу большое внимание. Научные териологические работы, выполненные в различных странах по редким и исчезающим видам (бизон, зубр, сайгак, речной бобр, африканские копытные, крупные хищники) сыграли первостепенную роль в восстановлении численности многих редких и исчезающих видов зверей, их охране и рациональном использовании. В деле охраны зверей большую роль играют средства массовой



Начало

Содержание



Страница 92 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

информации (радио, кино и телевидение), которые вошли в каждый дом. Программы Би-би-си «Живая природа» и «В мире животных» и другие ведут постоянную работу в этом направлении.

Териология в Беларуси в первой половине XX в. связана с именами А.В. Федюшина и И.Н. Сержанина. Во второй половине этого века исследование млекопитающих Беларуси проводили ряд зоологов: О.Н. Михолап, В.Ф. Терехович, Е.С. Блоцкая, С.В. Шостак, П.Г. Козло, В.Е. Гайдук и др. Итоги териологических исследований в нашей республике подведены в монографии И.Н. Сержанина «Млекопитающие Беларуси» и в энциклопедическом справочнике «Звери» (под ред. П.Г. Козло, 2003).

**Ботаника** (греч. *botanika*, от *botane* – растение, трава), комплекс наук о растениях. Для ботанических исследований в XX столетии характерно дальнейшее углубление эволюционного подхода. Появилось ряд интересных исследований. Английский ботаник Ф.О. Бауэр в конце XIX – начале XX в. создал учение о спорофите как приспособление к наземному образу жизни. Немецкий морфолог К. Гебель в «Органографии растений» и других работах пропагандировал, что органография, которую он представлял в виде синтеза экспериментальной и эволюционной морфологии растений призвана объяснить связь как формы с экологическими условиями, так и различных форм между собой.

Одной из центральных проблем морфологии растений в начале XX в. была проблема природы и происхождения цветка. К 20-м годам XX в. эвантовая гипотеза, которая кладет в основу «настоящий» цветок, происхождения цветка и связанный с ней комплекс морфологических, анатомических и филогенетических представлений, получила признание у специалистов.

Видным достижением эволюционной морфологии растений было создание немецким палеоботаником В. Циммерманом (1930) теломной теории происхождения органов сосудистых растений. В основу этой теории было положено понятие телома – цилиндрического участка тела растения, снабженного единственным сосудистым

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 93 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



пучком, который занимает терминальное и первичное вертикальное положение. В дальнейшем теломная теория подверглась различным преобразованиям и дополнениям.

**Успехи анатомии.** Исследования сравнительно-эволюционной и экологической анатомии дали возможность в середине XX столетия А.Л. Тахтаджяну обосновать систему высших растений, одному из видных теоретических обобщений. В этот период появляются итоговые сводки по крупным таксонам растений.

Определенный интерес для разработки современных проблем эволюционной морфологии растений имеет монография английского ботаника К. Уордло «Филогения и морфология», в которой автор подчеркивает необходимость постоянного сотрудничества морфологии и физиологии.

Для большинства морфологов растений XX в. характерен эволюционный подход.

В 1950 г. в Оскфорде вышла фундаментальная сводка К.Р. Меткафа и Л. Чоки «Анатомия двудольных», в которой дается подробное описание анатомических особенностей 263 семейств двудольных растений и рассматриваются вопросы связи анатомии растений с филогенией. Русский ботаник К.И. Мейр в своих многочисленных работах рассматривал вопросы эволюционной анатомии, морфологии и морфогении растений. Он в ряде своих трудов касался вопросов происхождения наземной фауны, а также листостебельного побега, при этом учитывал влияние как внешних, так и внутренних факторов.

**Морфологические исследования.** В первой половине XX в. внимание морфологов было привлечено к проблеме построения системы жизненных форм растений. Среди ученых, достигших значительных успехов в этой области следует отнести датского ботаника К. Раункиера, который разработал классификацию жизненных форм вначале для растений Средней Европы, но затем распространил ее и на растения тропического пояса, она стала универсальной. К. Раункиер выбрал только один признак, но имеющий большое приспособительное значение – положение почек или верхушек побегов в течение неблагоприятного времени года по отношению

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 94 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

к поверхности почвы и снегового покрова. Все растения он разделил на пять типов.

Наиболее разработанной современной классификацией жизненных форм покрытосеменных и хвойных, в основу которой положены экологоморфологические признаки, является классификация И.Г. Серебрякова. В ней приняты следующие единицы классификации: отделы, типы, классы, подклассы, группы, подгруппы, секции жизненных форм и собственно жизненные формы. Одну из монографий «Экологическая морфология растений» (1962) Серебряков посвятил жизненным формам цветковых и хвойных растений.

К.И. Мейер и его ученики в МГУ проводили исследования по морфологии водорослей. В своей монографии «Морфология и систематика высших растений» (1947) Мейер дал стройную картину эволюции наземной флоры.

**Системы цветковых растений.** В XX в. учеными различных стран были предложены ряд систем цветковых растений. Наиболее признанной в мире является филогенетическая система цветковых растений академика АН СССР А.Л. Тахтаджяна. Для построения системы он использовал не только морфологические, но и цитологические, биохимические и физиологические критерии.

Следует отметить систему английского ботаника Дж. Хатчинсона (1926), в которую он ввел биологические признаки и жизненные формы. Заслуживает внимание классификация американских ботаников Дж. Шафнера (1934) и Р. Пула (1941), последний вслед за Хатчинсоном придавал при составлении своей системы большое значение вегетативным признакам.

В 1937 г. советский ботаник М.И. Голенкин опубликовал классификацию цветковых, выдержанную в основном в концепции голландского ботаника Г. Галлира, согласно которой, однодольные являются производными от двудольных, а примитивными двудольными – растения, подобные магнолиевым. Концепцию системы растений Г. Галлира поддерживал и пропагандировал русский ботаник Б.М. Козо-Полянский, который впервые опубликовал свою систему в 1922 году. Однако, в отличие от Г. Галлира, он считал, что первичному типу цветковых

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 95 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

был свойственен постепенный переход от верхушечных листьев к околоцветнику, порагамия (прирастание пыльцевой трубочки через пыльцевход) и кантарафилия (перекрестное опыление при помощи жуков).

**Системы низших растений.** Система низших растений в первой половине XX в. интенсивно разрабатывалась многими ботаниками, отметим некоторые из них. Оригинальную систему грибов и других низших растений создал Х.Я. Гоби (1916). В 1931 г. вышла монография американских ботаников Ф. Клементса и К. Шира «Роды грибов». В этот период многие работы по таксономии грибов были выполнены в России рядом микологов. А.А. Ячевский в «Основах микологии» (1933) сделал попытку применить закон гомологических рядов Н.И. Вавилова для установления, какие еще неописанные формы грибов могут существовать и быть обнаружены. Американский миколог Э.А. Бесси в работе «Морфология и таксономия грибов» (1950) включает в систему грибов миксомицеты и выводит различные группы этих растений из разножгутиковых водорослей.

Систематику водорослей в XX в. изучали ученые в различных странах. Подробную классификацию этой группы растений приводит чешский ботаник А. Пашер (1914 – 1931). Большое значение представляет «Руководство по альгологии» (1938), написанное П. Данжаром и охватившее все виды водорослей. Значительный вклад в изучение водорослей внес советский ботаник Л.И. Курсанов, разработавший их классификацию. Она изложена в «Курсе низших растений» в соавторстве с Н.А. Комарницким. Эта книга (третье издание) вышла в 1945 г. и до настоящего времени остается одним из важнейших пособий.

Важный вклад в построение системы низших растений внесли советские ботаники, которые начали издавать в 60 – 70-е годы такие коллективные монографии, как «Флора споровых растений СССР». Под редакцией Л.И. Курсанова в 1953 – 1960 гг. вышел «Определитель низших растений». С 1951 г. стал выпускаться «Определитель пресноводных водорослей СССР» и др.

**География растений.** Для фитогеографии первой половины XX столетия

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 96 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



был характерен филогенетический подход. В развитии экологической географии растений большую роль сыграли труды датского ботаника Е. Варминга, который выделил четыре основных экологических типов растительности: зеленые гидрофиты, ксерофиты, мезофиты и галофиты.

Историческая география растений в этот период развивалась в трудах немецких ботаников К. Гребнера, Л. Дильса и др. Большое значение имели работы швейцарского фитогеографа К. Шретера, который предложил классификацию факторов, влияющих на распространение растений (геогенные, климатогенные, биогенные, антропогенные и филогенетические) и австрийского ботаника А. Гинцбергера по экологической и исторической географии растений.

В России А.Н. Краснов разработал концепцию происхождения современного растительного покрова Земли вследствие редукции третичных тропических флор из-за постепенного похолодания и появления таких адаптаций, как почки, листопадность, сокращение жизненных циклов.

В первой половине XX в. вышло ряд сводок региональных флор и определителей, в том числе многочисленные издания английского ботанического сада в Кью, второе издание «Естественных семейств растений» А. Энглера и К. Прантля и «Флора Московской губернии» Д.П. Сырейщикова. В 1934 г. под руководством В.Л. Комарова было начато издание полной «Флоры СССР» (более 30 томов), которая сыграла важную роль в развитии мировой систематики и географии растений.

Географо-морфологический и экологический подходы были в ряде исследований по систематике низших и споровых растений. В этом аспекте изучались водоросли (В.И. Полянский и др.). Польский ботаник В. Шафер в «Основах общей географии растений» (1952) развивал принципы ботанико-географической классификации Энглера и Дильса.

**Теория вида у высших растений.** Разработкой теории вида растений занимались ряд ученых. В.Л. Комаров приступил к изучению этой проблемы в начале XX столетия. Для определения вида он рекомендовал 5 основных

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 97 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

параметров:

- 1) форма (внешняя и внутренняя морфология);
- 2) биохимия и физиология;
- 3) экология и география;
- 4) генетика и «стойкость наследственных свойств»;
- 5) историко-эволюционный аспект.

Комаров свои представления о виде сформулировал в работе «Учение о виде растений» (1940). Определенный вклад в теорию о виде высших растений внес Н.И. Вавилов. Он считал, что линнеевский вид представляет сборную единицу. В результате экспериментальных и полевых исследований нескольких сотен форм культурных растений Н.И. Вавилов к концу XX в. разработал понятие о виде как о пространственно-временной и морфологической системе, которая дифференцирована генетически и экологически. Генетическая структура линнеевского вида определяется, по мнению Вавилова открытым им в 1920 г. законом гомологических рядов в наследственной изменчивости, по которому различные виды объединяются в параллельные ряды. В этих рядах повторяются одни и те же серии признаков.

По представлению голландского ботаника Я. Лотси все современные линнеевские виды являются реликтами более широких комплексов, возникших путем скрещивания. Борьба за существование ведет не к возникновению новых видов, а к вымиранию старых и элиминации отклонений. Эти положения о виде он изложил в книге «Эволюция посредством гибридизации» (1916).

Многие советские ботаники: М.Э. Кирпичников, С.Ю. Липшиц, А.Л. Тахтаджян, Б.К. Шишкин изучали различные вопросы, связанные с объемом вида и с системой внутривидовых категорий. В своих работах они углубили и критически проанализировали метод рядов Максимовича-Комарова и учения о виде как системе Н.И. Вавилова.

Определенное значение для филогенетической классификации имели следующие



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 98 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

работы: «Принципы распространения растений» (1954) Г. Вальтера, «Общая география растительности» (1961, русский перевод 1966) и «Естественная география растений» (1964) Г. Глисона и А. Кронквиста. Значительный вклад в экологическую географию растений внесли исследования И.Г. Серебрякова, П.А. Генкеля и Е.П. Коровина. На основе анализа многочисленных исследований по выделению ареалов отдельных видов растений и закономерностей их строения, была разработана А.И. Толмачевым (1962) общая теория ареалов.

В XX в. такие классические разделы ботаники как морфология, систематика, фитогеография продолжали интенсивно развиваться. В то же время приобретают все более широкое значение прикладные аспекты в ботанике: медицинской области (лекарственные растения, препараты), сельском хозяйстве и т.д.

Благодаря многовековым традициям морфология и география растений продолжает оставаться базой, которая сохраняет и сохранит свое значение в обозримом будущем существования биологии как науки.

**История ботаники в Беларуси.** Первые сведения о флоре Беларуси относятся к концу XVIII в. и связаны с именем академика России И.И. Лепехиным, который обследовал Беларусь и Прибалтику. И. Юндзилл в первой половине XIX в. опубликовал обобщающую монографию, в которой описал все тогда известные растения Литвы, Волыни, Украины и Беларуси.

Ботанические исследования на Полесье проводила западная экспедиция в 1873 – 1899 гг. по осушению болот под руководством И.И. Жилинского. Первая сводная монография, в которой были обобщены все предшествующие исследования Полесья, была подготовлена польским ботаником И.К. Пачоским (1864 – 1942) «Флора Полесья и прилежащих местностей». В этой работе было описано 1291 вид высших растений.

В первой половине XX в. ботанические исследования проводились ботаническими и высшими учебными заведениями. Они имели разносторонний характер. В них принимали участие специалисты по различным группам растений (М.П. Томин,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 99 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



В.Ф. Купревич, Н.А. Дорожкин, И.Д. Юркевич и др.).

Более интенсивно ботанические исследования начали проводиться в послевоенные годы. В 1949 г. был издан первый том «Флора БССР». В течение десяти лет было выпущено 5 томов, в которых обобщены многолетние исследования белорусских ботаников. В создании этой сводки принимали участие крупнейшие специалисты республики – М.П. Томин (1843 – 1967), Н.Д. Нестерович (1903 – 1985), Н.А. Дорожкин, В.А. Михайловская и др. Был опубликован труд «Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР» (1959 – 1961) в трех томах. В них были обобщены исследования по экологии, плодоношению этой группы растений, проведенные под руководством Н.Д. Нестеровича.

В 1967 г. вышел «Определитель растений Белоруссии» (под ред. Б.К. Шишкина) и другие определители, учебные пособия и книги. Широкое развитие получили геоботанические исследования всех типов растительности, которые обобщены в ряде монографий. Основной сводкой является «Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование» (1979), дополненная картой растительности республики. Авторами этой монографии являются И.Д. Юркевич, Д.С. Голод и В.С. Адерихо.

Ведущим научным учреждением по ботаническим исследованиям в Беларуси является Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, который отметил в 2001 г. свое 70-летие. В отдельные периоды это учреждение возглавляли академики АН БССР: Н.М. Кулагин, Н.А. Дорожкин, Н.Д. Нестерович, Н.В. Турбин, И.Д. Юркевич, В.И. Парфенов и член-корреспондент Н.А. Ламан (с 2000 г.).

Основными направлениями научной деятельности института в настоящее время являются:

- биологические основы воспроизводства, рационального использования и охраны растительного мира Беларуси;
- физиолого-биохимические основы повышения продуктивности и устойчивости



Начало

Содержание



Страница 100 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

растений;

- радиоэкология растений.

За последние 40 лет сотрудниками **лаборатории флоры и систематики института** было издано двадцать монографий и определителей, в том числе за последние 20 лет: Парфенов В. И. «Флора Белорусского Полесья» (1983); Парфенов В. И. и др. «Антропогенные изменения флоры и растительности Белоруссии» (1985); Парфенов В. И. и др. «Редкие и исчезающие виды растений Белоруссии и Литвы» (1987); Дмитриева С.А., Парфенов В.И. «Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга» (1991); Парфенов В.И. (ред.) «Определитель высших растений Беларуси» (1999).

Сотрудники **лаборатории геоботаники**, которой руководил в течение 32 лет академик И.Д. Юркевич (создана в 1956 г.) проводили научные исследования в области:

- изучение структуры, закономерностей размещения и формирования растительного покрова Беларуси;
- разработка теоретических основ классификации, типологии и картографирования растительности;
- изучение сезонного развития и погодичной изменчивости растительных сообществ, динамики и направленности сукцессионных процессов в фитоценозах и др.

За этот период сотрудники лаборатории добились больших успехов в области фундаментальных и прикладных исследований. Опубликовано более 20 монографий, в том числе: Юркевич И. Д. и др. «Леса Белорусского Полесья» (1977); Гельтман В.С. «Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии» (1982) и др.

**Лаборатория продуктивности и устойчивости лесных экосистем** занималась научными исследованиями:

- развитие общей и прикладной теории устойчивости лесных экосистем;



Начало

Содержание



Страница 101 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

- выявление закономерностей формирования и продуктивности древостоев в связи с изменчивостью эдафических и климатических условий.

Лабораторию возглавлял продолжительное время академик Н.Д. Нестерович, в настоящее время – А.В. Пугачевский. Достигнуты значительные успехи в области фундаментальных и прикладных исследований, опубликовано около 20 монографий.

**В лаборатории радиоэкологии** растений (руководитель Б.И. Якушев) в последние десятилетия проводят исследования радиоактивного загрязнения растений и почв природно-растительных комплексов в связи с аварией на Чернобыльской АЭС и др. В 1995 г. опубликована фундаментальная сводка «Радиоактивное загрязнение растительности Беларуси (в связи с аварией на Чернобыльской АЭС)». Авторами этой работы являются В.И. Парфенов и другие (всего 20 ученых).

В институте экспериментальной ботаники работали еще ряд лабораторий: физиологии больного растения, биогенности почв фитоценозов, микологии, роста и развития растений, оптимизации минерального питания и фотосинтеза и две тематические группы – химической регуляции роста и развития растений, метаболизма и функций белков растений. Эти лаборатории и группы внесли значительный вклад в изучение определенных проблем ботанической науки в Беларуси.

Большой вклад в развитие ботанической науки Беларуси внесли ученые БГУ (Т.Н. Годнев, В.К. Горовец, А.С. Шуканов и др.), ученые БГПУ им. М. Танка (Г.А. Бавуто, М.И. Петухова и др.), ВГУ, ГГУ им. Ф. Скорины, БрГУ им. А.С. Пушкина (В.М. Еремин, М.П. Жигар), ГНП «Беловежская пуща», Березинского биосферного заповедника и другие учреждения.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 102 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



## 5.2 Успехи в области физиологии животных и человека

**Основные направления и тенденции развития.** В первые десятилетия XX в. в физиологии были сделаны важные открытия и сформулированы новые ключевые идеи, которые определили возникновение новых направлений физиологических исследований и новых отраслей науки – физиологии высшей нервной деятельности, эндокринологии и др.[14, 32].

Важнейшими достижениями физиологии в первой половине XX в. являются открытие условных рефлексов, установление интегративной деятельности нервной системы и процессов координации в спинном мозгу, выяснение механизмов рефлекторной регуляции положения тела в пространстве, открытие гормонов, витаминов, обнаружение роли ионов в протекании многих физиологических процессов, доказательство наличия гуморальной регуляции функций.

Ведущая роль в создании теории условных рефлексов принадлежит И.П. Павлову и его последователям. Он пропагандировал исследовать целостный организм, называя такое исследование синтетическим. При этом такие подходы в изучении процессов жизнедеятельности организма не отрицают и не умоляют значения чисто анатомических исследований функций отдельных органов, тканей и клеток.

В XX в. исследованиями многих физиологов и биохимиков была раскрыта важная роль в объединении, согласовании и регуляции функций организма некоторых химических соединений, образующихся в отдельных органах, тканях, клетках, которые затем переносятся к другим частям организма и влияют на их жизнедеятельность.

В 30 – 40-е годы было установлено, что влияния, которые осуществляет нервная система и действие физиологически активных веществ, образующихся в организме, представляют звенья общего механизма регуляции функций. Сложилась концепция нервно-гуморальной регуляции, расширившая и дополнившая более ранние представления регуляции функций в организме (Г. Геринг, В.И. Черниговский и



Начало

Содержание



Страница 103 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

др.).

В XX в. физиологи стали больше уделять внимания проблемам фило- и онтогенетического развития физиологических функций организмов. Были изучены функции органов, тканей и клеток позвоночных и беспозвоночных животных разных классов, отрядов и видов. Возникли новые разделы физиологии – физиология насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. В этом столетии физиологические знания получили еще более широкое применение в медицине, ветеринарии и животноводстве.

**Борьба материализма и идеализма в физиологии.** В XX в. большинство физиологов придерживались материалистических позиций, стихийно или сознательно пришли к диалектико-материалистическому мировоззрению. Этому способствовали работы и деятельность Дж.Г. Паркера, Г. Дженингса, И.П. Павлова, А.А. Ухтомского, Н.Е. Введенского и др.

Взгляды видных физиологов (Ч. Шеррингтон и др.), которые стояли на позициях теологии и мистицизма, подверглись резкой критике И.П. Павлова, Л.А. Орбели и др., которые отмечали, что мировоззрение физиологов-идеалистов идет вразрез с их научными результатами. Идеалистическим заблуждениям механистического мировоззрения противостояла методология диалектического материализма.

**Физиология высшей нервной деятельности.** Деятельность высших отделов центральной нервной системы начали изучать в начале XX в. И.П. Павлов, Ч. Шеррингтон, Р. Магнус и их последователи.

И.П. Павлов со своими учениками и сотрудниками основательно изучил феномен условно-рефлекторной деятельности. Были открыты законы образования, протекания и угасания условных рефлексов. Школой Павлова были установлены типы высшей нервной деятельности и найдены критерии для их различия.

Следует отметить, что сторонники Павловской школы в физиологии стремились канонизировать его учение и утвердить свое господство путем созыва в 1951 г. специальной сессии. Она была организована АН и АМН СССР по указанию



Начало

Содержание



Страница 104 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

отдела науки ЦК КПСС для обсуждения учения И.П. Павлова. На этой сессии с основным докладом выступил академик К.М. Быков «Развитие идеи И.П. Павлова (задачи и перспективы)». В докладе были выдвинуты обвинения против крупных физиологов СССР (Л.А. Орбели, И.С. Бериташвили, А.Д. Сперанский, П.К. Анохин и др.), которые якобы отступили от генеральной линии Павловской физиологии по оценке роли коры больших полушарий в организме. По решению сессии они были отнесены к лагерю субъективных идеалистов. Решения Павловской сессии затормозили развитие ряда направлений физиологии в СССР.

Другие физиологи изучали условные рефлексы, которые осуществляются скелетной мускулатурой и внутренними органами. В частности, В.П. Протопопов (1909) в лаборатории В.М. Бехтерева, изучал условные двигательные рефлексы на звуковые раздражители. К.М. Быков и другие ученые установили возможность условно-рефлекторного изменения функций многих внутренних органов и таким путем доказали влияние коры больших полушарий на их деятельность.

**Учение о координации функций центральной нервной системы.** В XX в. были проведены фундаментальные исследования функций низших отделов центральной нервной системы, которые явились дальнейшим этапом в изучении рефлексов и основных физиологических процессов, которые происходят в спинном мозгу и мозговом стволе. Большой вклад в эту область внес **Ч. Шеррингтон (1857 – 1952)**, который получил за свои исследования **Нобелевскую премию в 1932 г.** Он изучал спинномозговые рефлексы сгибания, разгибания и почесывания. Шеррингтон показал, что при осуществлении любого рефлекса нервная система функционирует как целое. Центральное место в научном его творчестве занимало изучение процессов координации, им были изучены особенности проведения возбуждения в рефлекторной дуге и другие вопросы.

Видное место в изучении явлений координации рефлекторных реакций занимает русский физиолог **А. А. Ухтомский (1875 – 1942)**. Он доказал, что координация в организме обеспечивается не только постоянными, фиксированными

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 105 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



анатомическими связями и реципрокными взаимоотношениями центров, но и теми динамичными отношениями, которые складываются по ходу рефлекторной реакции, а также состоянием нервных центров. За свои исследования в этой области физиологии (о доминанте) А.А. Ухтомский получил Ленинскую премию в 1931 г.

На основании экспериментального и теоретического анализа фактических данных, накопленных в физиологии в этот период, Н.А. Берштейн и П.К. Анохин обосновали представление об осуществляемом по принципу обратной связи взаимодействии между нервными центрами и иннервируемыми ими рабочими аппаратами.

В XX в. много было сделано в установлении **функционального значения различных участков коры больших полушарий головного мозга** в осуществлении различных видов деятельности. Эти вопросы изучали физиологи Дж. Фултон и др., невролог В.М. Бехтеров, психолог К.С. Лешли и многие другие.

Важным событием в физиологии этого времени была разработка методики и аппаратуры для регистрации электрической активности мозга человека. Определенных успехов в этой области добились немецкий психиатр Г. Бергер, М.Н. Ливанов и др.

В XX в. было изучено функциональное значение **центров промежуточного мозга** и ретикулярной формации мозгового ствола. Было установлено, что электрическое раздражение стенок третьего мозгового желудочка вызывает изменение ряда вегетативных функций: повышение артериального давления, учащение сердечной деятельности, расширение зрачка, температуры тела, водный, жировой и углеводный обмен и др. (И.П. Карплус, В.Р. Гесс и др.).

Фундаментальным открытием явилось установление функций ретикулярной формации ствола мозга в 40-х годах XX в. Г. Мегуном, Р. Райнисом, П.К. Анохиным. Было установлено, что раздражение определенных участков ретикулярной формации, вызывает пробуждение спящего животного и появление характерных для бодрствующего состояния изменений электроэнцефалограммы;

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 106 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

выявлено ее значение в регуляции возбудимости и тонуса всех отделов центральной нервной системы.

В первой половине XX столетия интенсивно изучалась физиология органов чувств, особенно после выхода классических работ по электрофизиологическому исследованию рецепторов Э.Д. Эдриана, который получил за них Нобелевскую премию в 1932 г. Эдрианом было показано, что при усилении раздражения, действующего на рецепторы, учащаются импульсы, поступающие в центральную нервную систему. Общим для почти всех органов чувств (зрения, обоняния, слуха и др.) является адаптация рецепторов к длительно действующему раздражению.

**Физиология вегетативной нервной системы.** Основы современных знаний о вегетативной нервной системе были заложены в конце XIX, начало XX столетия У. Гаскеллом и Дж. Ленгли. Серьезный вклад в изучение роли этой системы внес **Л.А. Орбели (1882 – 1958)** со своим учеником А.Г. Гинецинским. Было показано, что симпатическая нервная система оказывает влияние на состояние центральной нервной системы и на возбудимость рецепторов. Орбели развил теорию об адаптационно-трофической функции симпатической нервной системы, которая обеспечивает приспособление организма к текущим потребностям, подготавливая рефлекторный аппарат к выполнению его функций.

Большим достижением физиологии в XX в. является создание учения о медиаторах – химическом механизме передачи нервного импульса в синапсах. В этой области работали австрийский фармаколог О. Леви, советские физиологи А.Ф. Самойлов, А.В. Кибяков и др.

**Физиология нервов и мышц.** В разработке проблем нервно-мышечной физиологии деятельное участие принял русский физиолог Н.Е. Введенский, который является создателем концепции парабיוза (1902). В последующие годы физиологию нервов и мышц изучали многие русские и зарубежные ученые.

**Физиология кровообращения.** Одной из центральных проблем физиологии



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 107 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

кровообращения в первой половине XX в. стала ее регуляция. Г.Е. Геринг, а затем К. Гейманс (Нобелевская премия, 1939) выяснили значение механо- и хеморецепторов в регуляции сердечной деятельности и тонуса сосудов. Х. Швигк и В.В. Парин в 30-х годах XX в. обнаружили роль рецепторов легочных сосудов в регуляции системного кровообращения. В результате этих исследований было выявлено значение саморегуляторных механизмов в поддержании постоянного уровня артериального давления, которое необходимо для обеспечения нормального кровоснабжения ткани.

**Физиология дыхания.** Исследования в этой области проводились по выяснению регуляции дыхания и транспорта газов кровью. А. Крог (1910) и Дж. Баркрофт (1914) установили, что газообмен в легких осуществляется путем диффузии. Благодаря усилиям многих ученых были изучены условия транспорта газов кровью и кривые диссоциации гемоглобина и углекислоты в зависимости от их напряжения и влияние на функцию дыхания различных условий – физического труда, спортивных упражнений, пребывания на высотах или при повышенном давлении.

**Физиология питания и пищеварения.** В первой половине XX в. многие ученые изучали биологическую ценность белков и других веществ и величины их необходимого содержания в пищевом рационе. Благодаря этим исследованиям удалось определить нормы питания для людей разного возраста, занятых различными видами труда. Основы современной физиологии пищеварения были созданы в конце XIX в. работами И.П. Павлова (Нобелевская премия, 1904). Исследования в этой области были продолжены в лабораториях его учеников Л.А. Орбели, К.М. Быкова, Б.П. Бабкина, И.П. Розенкова, а также в лаборатории У.Б. Кеннона, А. Айви и др.

**Физиология выделения.** В этой области наиболее важным достижением было создание А. Кешни фильтрационно-реабсорбционной теории мочеобразования, которая получила широкое признание.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 108 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



**Эндокринология.** Физиология желез внутренней секреции в основном была разработана в первой половине XX в. Исследования развивались в следующих направлениях: физиологическом, биохимическом, клиническом и химическом. Физиологическое направление: изучение функционального значения желез внутренней секреции; получение гормональных препаратов и исследование их влияния на деятельность разных органов и т.д. Биохимическое направление: механизмы синтеза гормонов и действие разных гормонов на процессы обмена веществ. Клиническое направление: изучение характера нарушений функций организма при заболеваниях эндокринных желез и разработка способов профилактики и терапии этих заболеваний. Химическое направление: определение химического строения гормонов и получение их посредством искусственного синтеза. В каждом из этих направлений работали ученые многих стран мира, в том числе представители школы И.П. Павлова. Канадский физиолог Ф. Бантинг за получение активных противодиабетических препаратов в 1923 г. получил Нобелевскую премию.

**Физиология человека.** Современные методы исследований позволяют изучать функции организма человека в различных состояниях, как в лаборатории, так и вне ее, как в обычных, так и в чрезвычайных условиях, в том числе в полетах в космос. Появились специальные разделы физиологии, которые имеют практическое значение: клиническая и возрастная физиология, космическая физиология, исследующая влияние различных факторов в космическом пространстве, физиология труда и спорта и др.

**Сравнительная и эволюционная физиология.** Формирование эволюционной физиологии как дисциплины относится к первой половине XX в. Она непосредственно связана с развитием сравнительной физиологии. В этот период появляются многотомные капитальные труды и руководства Г. Винтерштейна (1910 – 1924), В. Будденброка (1928), Г. Йордана (1929).

Термин «эволюционная физиология» появился в 1914 г., автором его является А.Н. Северцов. Перед эволюционной физиологией встали вопросы филогении

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 109 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

и онтогении функций. В западных странах изучение эволюции функций осуществлялось в рамках традиционной сравнительной физиологии (Л. Проссер, Ф. Браун, 1957, 1967).

В СССР эволюционная физиология стремилась раскрыть сущность функциональной эволюции: почему именно так, а не иначе шло формирование и развитие функций и в чем сущность этого процесса. Выдающуюся роль в создании эволюционной физиологии сыграл Л.А. Орбели, который успешно работал в области нейрофизиологии и физиологии высшей нервной деятельности. Л.А. Орбели и П.К. Анохин сделали обобщения о закономерностях эволюции функций нервной системы и физиологических механизмов поведения. Л.А. Орбели сформулировал фундаментальную концепцию функциональной эволюции, которая раскрывает пути развития физиологических функций. По его представлению в процессе развития и совершенствования функций старые функциональные отношения не исчезают бесследно, а сосуществуют с позднее возникшими, филогенетически более молодыми функциональными отношениями. Прежние функциональные отношения оказываются заторможенными, замаскированными, но проявляются при нарушении нормального физиологического состояния организма. Это первый принцип концепции Орбели. Другой принцип функциональной эволюции является все большее подчинение рабочих аппаратов органов и тканей управлению со стороны нервной системы.

П.К. Анохин сформировал концепцию системогенеза в качестве закономерности эволюционного процесса. Согласно этой концепции, онтогенетическое развитие происходит избирательно, но системно. Первыми созревают функциональные системы и их отдельные компоненты, которые обеспечивают животному и человеку наиболее важные приспособительные функции.

К числу важных достижений эволюционной физиологии относятся создание Х.С. Коштыянцем энзимо-химической гипотезы нервного возбуждения, исследования А.Г. Гинецинского по эволюции нервно-мышечного аппарата и выделительной функции,



Начало

Содержание



Страница 110 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

работы А.М. Уголева по изучению происхождения пищеварительной функции и ее приспособительной эволюции.

Таким образом, характерной особенностью исследований физиологии животных и человека в первой половине XX в. являются:

1. физиологи не ограничивались изучением деятельности отдельных органов, а стали изучать функции целостного организма, выяснению механизмов объединения и согласования всей совокупности жизненных процессов;
2. широкое проникновение в физиологию химических и физико-химических представлений и установление специфической роли ряда физиологически активных веществ и ионов в динамике жизненных процессов;
3. установление прочных связей с запросами практики и использование ее достижений в клинической и профилактической медицине и животноводстве.

**Физиология клетки.** Благодаря созданию в XX в. новой инструментальной техники в физиологии были сделаны фундаментальные открытия, были изучены интимные процессы жизнедеятельности и механизмы их регуляции.

Физиологические исследования, которые были проведены при помощи микроэлектродной техники, биохимических и биофизических методик показали, что мембраны клеток являются генератором электрических потенциалов, и что свойства поверхностной мембраны определяют транспорт различных веществ в клетку и из нее во внешнюю среду. Была создана **А. Ходжкиным, Э. Хаксли и Б. Катцем** современная мембранная теория возникновения биоэлектрических потенциалов, которая явилась выдающимся достижением общей физиологии. Она была удостоена в 1963 г. **Нобелевской премии**. Идеи мембранной теории биоэлектрических потенциалов оказали большое влияние на разработку различных проблем физиологии.



Начало

Содержание



Страница 111 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



**Изучение двигательных функций.** Изучение этой фундаментальной проблемы физиологии шло в двух направлениях: исследовались связи между возбуждением и сокращением мышечного волокна и механизма сократительного процесса. В.А. Энгельгардт и М.Н. Любимов еще в 1939 г. установили, что сократительный белок мышцы – миозин – обладает аденозинтрифосфатной активностью.

На базе электронно-микроскопических и рентгеновских исследований Э. Хаксли (1957) создал *теорию мышечного сокращения*. Согласно этой теории при сокращении происходит скольжение и сближение актиновых и миозиновых нитей, образующих миофибриллу. Теория мышечного сокращения явилась результатом комплексных исследований специалистов разного профиля, владеющих методами разных областей знаний.

**Изучение возбуждения и торможения.** В этот период интенсивно изучалась проблема передачи возбуждения в синапсах на периферии и в центральной нервной системе. За раскрытие механизма передачи нервного импульса через синапс с участием нейротрансмиттеров и медиаторов **У.С. Эйлер, Дж. Аксельрод и Б. Катц** были удостоены в 1970 г. Нобелевской премии.

Значительный прогресс был, достигнут в изучении природы торможения в центральной нервной системе (ЦНС). **Н.Е. Введенский и А.А. Ухтомский** считали, что возбуждение и торможение – это два проявления единого по своей природе процесса. За исследования по этой проблеме им была присуждена **Ленинская премия (1931)**. Позже было выяснено, что в ЦНС имеются специальные тормозные пути и тормозные нейроны, открытые впервые в 1941 г. Б. Реншоу. Много внес в разработку этой проблемы **Дж. Эклс**, удостоенный за свои исследования **Нобелевской премии в 1963 г.**

Благодаря этим исследованиям был выяснен принципиально важный вопрос о природе центрального торможения, который был предметом дискуссии на протяжении нескольких десятилетий.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 112 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

**Физиология памяти.** Проблемы физиологических и физико-химических механизмов памяти начало интенсивно изучаться в середине XX в. Установлено, что имеется два качественно различных вида памяти: кратковременная и долговременная. Первая – память на недавние события, которая очень неустойчива. Кратковременная память согласно современным представлениям имеет электрическую природу. Для долговременной памяти, сохраняющейся многие годы, а иногда всю жизнь, характерна устойчивость.

В последние десятилетия вышли ряд фундаментальных сводок по физиологии животных и человека: «Сравнительная физиология» под редакцией Л. Проссера (1977 – 1978, Т. I – III); К. Шмидт-Ниельсена «Физиология животных. Приспособление и среда» (1982); «Основы физиологии» под редакцией П. Стерки (1984); «Физиология человека» под редакцией Р. Шмидта и Г. Гевса (1985 – 1988) и др. В России вышли учебники под редакцией А.Д. Ноздрачева «Общий курс физиологии человека и животных» в двух книгах (1991).

**Развитие физиологии человека и животных в Беларуси.** Исследования в этой области биологии начали проводиться в институте теоретической медицины, преобразованного в 1953 году в институт физиологии. Особенно успешно ведутся исследования по физиологии и морфологии вегетативной нервной системы, а также по влиянию различных экстремальных и патологических факторов на физиологические и биохимические процессы в организме.

Академик АН БССР Д.А. Марков с сотрудниками исследовал моторную и сенсорную хроноксию у человека с различными заболеваниями нервной системы. Эти исследования обобщены в ряде работ Д.А. Маркова. Член-корреспондент АН БССР И.А. Ветохин исследовал физиологию кровообращения.

В 1953 г. директором института физиологии АН БССР становится И.А. Булыгин (академик с 1959 г.), одновременно заведующий лабораторией общей физиологии. Он и его школа достигли значительных успехов в изучении физиологии нервной системы. Было установлено наличие условно-рефлекторных

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 113 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

влияний коры больших полушарий на моторику желудка и кишечника, выявлены некоторые закономерности влияний на рефлекторную деятельность спинного и головного мозга. Выходят монографии И.А. Булыгина «Исследование закономерностей и механизмов интероцептивных рефлексов» (1959), «Афферентные пути интероцептивных рефлексов» (1966) и др., в которых подведены итоги исследований в этой области физиологии. Он разработал новые принципы структурно-функциональной организации вегетативных ганглиев, выявил и обосновал общие положения о взаимосвязи явлений дивергенции и конвергенции в деятельности нервной системы.

Сотрудники института физиологии и Сектора геронтологии АН БССР вместе с кафедрой физиологии Гродненского медицинского института под руководством Н.И. Аринчина провели исследования по физиологии и патологии кровообращения. Он разработал методы исследования и создал новые аппараты для комплексного изучения сердечно-сосудистых заболеваний. Вопросы кардиологии, медицинской кибернетики и техники изучались членом-корреспондентом АН БССР Г.И. Сидоренко. Итоги исследований отражены в его монографиях «Кибернетика и терапия» (1970) и «Ранняя инструментальная диагностика гипертонической болезни и атеросклероза» (1973). Сотрудники отдела регуляции обмена веществ АН БССР в Гродно под руководством Ю.М. Островского и кафедры биохимии Гродненского медицинститута исследовали роль витаминов и других веществ в регуляции углеводного и других обменов. Его монографии, написанные в соавторстве с сотрудниками, содержат результаты исследований: «Тиамин», «Активные центры и группировки в молекуле тиамина» и др. имеют большое теоретическое и клиническое значение.

Исследования по физиологии человека и животных проводятся в последние 50 лет в различных ВУЗах Беларуси на кафедрах физиологии человека и животных (БГУ, БрГУ, ГГУ, МПУ), медицинских университетах и других учреждениях.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 114 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



### 5.3 Достижения в области этологии

Этология (от греч. слова *ethos* – характер, нравы и ...логия) оформилась как самостоятельная наука в 30-х годах XX столетия. Сущность этологического подхода к изучению поведения животных и человека состоит в детальном сравнительном описании инстинктивных действий, выяснение их таксономического и приспособительного значения, в определении роли врожденных и приобретенных компонентов в формировании целостного поведения, в исследовании значений инстинктивного поведения в организации общественной жизни и эволюции вида (Крушинский, 1975).

Большую роль в развитии этологии сыграла работа Ч. Дарвина «О выражении ощущений у человека и животных» (1882) и труды русского зоопсихолога В. А. Вагнера, автора двухтомной монографии «Биологические основы сравнительной психологии» (1914). Непосредственное влияние на формирование этологии оказали работы английского ученого Д. Спальдинга и американского зоолога Ч. Уитмена, последний – на основе многолетних наблюдений пришел к выводу, что инстинктивные формы поведения животных могут служить таксономическим признаком. Следует упомянуть об исследовании врожденных форм поведения многих видов животных немецкого зоолога О. Хейрота.

После второй мировой войны началось стремительное развитие этологии в различных странах мира, в том числе и в СССР. В 1954 г. в местечке Зевизен недалеко от г. Штарнберга (Германия) для фон Хольта и Лоренца был создан большой научный институт по изучению поведения, который фактически стал международным центром этологических исследований. В 1973 г. Лоренц ушел в отставку с поста директора этого института и вернулся в Австрию, где возглавил специально созданный для него Этологический институт социология животных, директором которого он был до конца жизни.

**Изучение инстинктов как систематических признаков.** Ведущую роль в создании этологии как самостоятельной биологической науки сыграл



Начало

Содержание



Страница 115 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

австрийский ученый **К. Лоренц (1903 – 1989)**. Изучая, стабильные видоспецифические формы поведения, он пришел к выводу, что зачастую они оказываются филогенетически более древними и охватывают более широкую группу животных, чем некоторые морфологические признаки. В статье «Сравнительное изучение поведения» (1959) Лоренц показал, что при использовании в качестве таксономических признаков особенностей поведения животных значительно расширяются возможности систематики. Они позволяют во многих случаях дифференцировать виды, которые совершенно не различаются морфологически.

Значительное внимание этологов было уделено изучению специфических раздражителей, называемых **ключевыми или релизерами**. Представление о них в значительной мере формировалось в результате изучения ритуального поведения птиц. Было установлено, что оно управляется строго определенными позами, движениями и другими сигналами (звуки, запахи и т.д.). Голландский этолог Н. Тинберген показал, что самцы трехиглой колюшки при защите своей территории, реагируют на специфический признак самцов своего вида – красное брюшко. Он является автором гипотезы «иерархии инстинктов». К. Лоренц и Н. Тинберген развивали представления о механизмах инстинктивных реакций животных.

За выдающиеся заслуги в области этологии **К. Лоренц, Н. Тинберген и К. фон Фриш были удостоены в 1973 году Нобелевской премии**. Ряд их работ Н. Тинберген «Поведение животных» (1969), «Осы, птицы, люди» (1970); К. Лоренц «Кольцо царя Соломона» (1970), «Человек находит друга» (1971); К. Фриш «Пчелы, их зрение, обоняние, вкус и язык» (1955) переведены на русский язык.

В СССР учению этологии уделяли много внимания. Проведено ряд Всесоюзных конференций, посвященных изучению животных (М., 1972; 1976; 1984 и др.), издано ряд интересных монографий: Е. Н. Панов «Поведение животных и этологическая структура популяций» (1983); Б.П. Мантейфель «Экологические и эволюционные аспекты поведения животных» (1987). Переведены на русский язык и изданы в ССР книги Р. Хайнда «Поведение животных, синтез этологии и сравнительной



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 116 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

психологии» (1975) и Д. Дьюсбери «Поведение животных» (1981) и др.

**Соотношение врожденных и приобретенных компонентов поведения.** Эта проблема начала изучаться учеными в начале XX века. С развитием генетики появилась возможность исследовать генетическую обусловленность признаков поведения при помощи гибридологического анализа поведения животных.

Интересное исследование по этой проблеме провел орнитолог-генетик **А. Н. Промтов** в 1937 – 1956 гг. Он детально изучил роль врожденных и индивидуально приобретенных компонентов в формировании различных биоккомплексов активности у птиц. А.Н. Промтов пришел к выводу, что врожденные и индивидуально приобретенные рефлексy объединены в единые координированные цепи актов поведения.

Изучение поведения животных в свете эволюционной теории Ч. Дарвина проводил **Л. А. Орбели**. Он рассматривал поведение как сложное динамическое взаимодействие двух компонентов – врожденного и приобретенного. Л. А. Орбели высказал положение о завершении формирования ряда безусловных рефлексов в постнатальном онтогенезе под влиянием условно-рефлекторной деятельности. Это положение дает возможность подойти к уяснению природы и механизмов раннего **запечатления или импринга**.

**Л. В. Крушинский** установил у собак генотипическую обусловленность оборонительных реакций и две формы оборонительного поведения – индивидуально приобретенного и врожденного. Д. К. Беляев и Л. Н. Трут (1961, 1978) генотипическую обусловленность оборонительного поведения подтвердили на лисицах.

**К. Лоренцем** и другими этологами было выявлено, что наряду с обычным обучением, которое происходит на протяжении всей жизни животных, существует форма приобретения индивидуального опыта, ограниченная строго определенным периодом онтогенеза. В этот период животное запечатлевает раздражитель, на который потом будет осуществляться та или иная врожденная реакция. Например,



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 117 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)



реакция следования за матерью у птенцов выводковых птиц или только что появившихся телят зебры. Эта реакция является врожденной, но в течение первых часов после появления птенцы или телята должны «запечатлеть» облик матери. Если в это время они увидят какой-нибудь движущийся предмет или животное, то будут реагировать на него как на свою мать и следовать за ним.

**Этология и эволюционная теория.** Этология, с момента своего возникновения развивалась в тесной связи с эволюционным учением. Исследования этологов и генетиков расширило, первоначальное представление о тех микроэволюционных процессах, которые осуществляются в популяциях и лежат в основе изменчивости и видообразования. В настоящее время установлено, что к числу основных факторов микроэволюции относятся изоляция и миграция. Американский зоолог Э. Майр (1965, 1972) на основании обобщения данных многих этологов пришел к выводу, что основным фактором изоляции является несовместимость полового поведения у животных разных видов.

Значительным вкладом этологов в развитие эволюционного учения явилось сравнительное изучение приспособительного значения признаков поведения у близкородственных видов. Этот аспект исследований характерен этологам школы Тинбергена, которые в течение многих лет изучали поведение разных видов морских птиц. Они пытались выяснить, каким образом отдельные реакции поведения способствуют сохранению вида и под влиянием каких факторов среды сформировались в процессе естественного отбора эти признаки в их современном виде. Например, в работе, посвященной поведению моевок и чаек, были установлены характерные различия в ритуале ухаживания и угрозы у этих видов.

**Изучение структуры сообществ.** Одним из основных направлений этологии является изучение общественной жизни животных. Основу этого направления заложили работы **К. Лоренца** «Об общественном поведении галок» (1928) и «Компаньон в мире птиц» (1935). Представители школы Н. Тинбергена рассматривали общественные отношения у животных в плане современных

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 118 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

проблем эволюционного учения. **Д. Темброк** акцентировал внимание на изучение различных средств общения между животными в сообществе.

К. Лоренц с сотрудниками разработали классификацию сообществ, одним из основных критериев которых была принята способность членов сообщества узнавать друг друга. Сообщества животных, которые персонально не знают друг друга, были названы анонимными (Крамер, 1950). В свою очередь анонимные сообщества подразделялись на открытые и закрытые.

Ученик Лоренца **П. Лейхаузен** (1956) основательно исследовал структуру сообществ свободно живущих кошек. **Дж. Крук** (1970) на основании изучения общественных отношений у приматов показал, что у них важную роль наряду с конкурентными отношениями играют также взаимопомощь и сотрудничество. Исследования многих этологов показало, что взаимопомощь – существенный фактор, обеспечивающий выживание и достижение определенных отношений у мартышковых обезьян.

**Практическое значение этологии.** Этологические работы имеют широкий выход в практику, особенно в звероводстве и животноводстве.

Исследования под руководством Д. К. Беляева в Институте цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР на черно-серебристых лисицах и других зверях была показана высокая эффективность селекции на приручаемость. Установлено, что у лисиц спокойного поведения половая активность наступает раньше, а их плодовитость выше, чем у трусливых и особенно агрессивных животных.

Практически значимые результаты получены Л. М. Баскиным (1970) при изучении стадных отношений у северных оленей.

Этологи достигли значительных успехов в животноводстве. Было установлено, что продуктивность сельскохозяйственных животных находится в тесной зависимости от ранга животного и особенностей общественной структуры каждой группы. Регуляцией числа особей в группе, их возрастного и полового состава можно создать оптимальные условия для выращивания и хозяйственного использования

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 119 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

## 5.4 Успехи в области физиологии растений

В физиологии растений XX в. отмечено усиление биохимического подхода к решению многих проблем, особенно дыхания и фотосинтеза. В середине XX столетия фитофизиология заняла ведущее место в ботанике. Это подтверждает анализ материалов по физиологической проблематике на VIII – XI Международных ботанических конгрессах в Париже (1954), Монреале (1959), Эдинбурге (1964) и в Торонто (1969). Физиологический подход стал одним из основных в таких ботанических дисциплинах, как анатомия, цитология, фитоценология, микология, альгология и др.

Фитофизиологические исследования, которые проводились на клеточном и субклеточном уровнях, дали возможность обнаружить у растений ряд важных приспособительных свойств, отвечающих специфическим особенностям их строения и условиям существования.

Центральной проблемой физиологии растений являлся фотосинтез. В первой половине XX в. было сделано ряд открытий. В 1901 г. **М. С. Цвет** открыл три формы хлорофилла:  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ . Немецкий биохимик Р. Вильштеттер подтвердил существование двух форм зеленого пигмента, которые назвал хлорофиллом  $\alpha$  и  $\beta$ . Он впервые установил точный химический состав этих форм хлорофилла. **Р. Вильштеттер** показал, что в состав зеленого пигмента входит не железо, а магний, за это он получил **Нобелевскую премию в 1915 г.** Исследование по этой проблеме были подытожены (соавтор А. Штоль) в монографии «Исследования хлорофилла» (1913), выход которой был замечательным научным событием.

Основные этапы биосинтеза хлорофилла исследовали Л. Богород, Д. Смит и др. Большой вклад в биосинтез хлорофилла внес советский, белорусский ученый **Годнев Т.Н. (1893 – 1982)**, академик АН БССР (с 1940). Основные научные


[Начало](#)
[Содержание](#)

[Страница 120 из 252](#)
[Назад](#)
[На весь экран](#)
[Закрыть](#)



работы посвящены биохимии растительных пигментов (хлорофилла и др.), условиям их образования в растениях. Предложил новую теорию образования хлорофилла. Создал советскую школу исследователей биосинтеза хлорофилла. Он является автором ряда фундаментальных работ: «Строение хлорофилла и методы его количественного определения» (1952), «Хлорофилл: его строение и образование в растениях» (1963) и др. Было установлено, что образование, как хлорофилла, так и гема, который входит в состав гемоглобина, предшествует синтез протопорфирина, после чего пути их расходятся. Включение в молекулу протопорфирина атома железа приводит к образованию гема, а включение магния через ряд превращений – к образованию хлорофилла.

Выдающимся событием в этой области было осуществление синтеза хлорофилла в 1960 г. американским химиком **Р. Вудвордом**, за что он был **удостоен Нобелевской премии (1962)**.

С начала XX в. физиологи начали интенсивно изучать в комплексе влияние на фотосинтез количества и качества света, концентрации углекислого газа и кислорода воздуха, влажности, температуры и др. факторов.

Возникает новое направление – экология фотосинтеза, основным содержанием которого стало изучение этого процесса в различных природных условиях.

Было окончательно доказано (А.П. Виноградов, Р.В. Тейс, 1941; С. Рубен с сотрудниками), что выделяемый при фотосинтезе растений кислород образуется не за счет  $\text{CO}_2$  или других окислителей, а за счет фотолиза воды.

Новые методы исследования позволили установить в процессе фотосинтеза три основные стадии:

1. отщепление атомов водорода под действием света от молекулы воды с выделением молекул кислорода;
2. перенос атомов водорода в ходе двух фотохимических реакций;
3. использование тех же атомов водорода для превращения углекислоты в сахара.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 121 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

А. А. Ничипорович с сотрудниками в 50-х годах разработали представление о разнокачественности или разнообразии основных продуктов фотосинтеза. Они показали возможность образования на свету, как углеводов, так и белков с преобладанием синтеза тех или иных продуктов в зависимости от экзогенных (снабжение азотом, количество и качество света) и эндогенных (возраст растений, наследственные свойства и т.д.) условий. Знание этих условий является залогом управления образования этих продуктов при фотосинтезе.

Благодаря исследователям разных стран (В.И. Палладин, Г. Виланд, Г.А. Кребс и др.) было доказано, что в основе дыхания как растительных, так и животных тканей лежат по существу одни и те же окислительные реакции и энергетические процессы.

В этот период были получены важные данные о связи дыхания с фотосинтезом, минеральным и водным питанием, биосинтетической функцией клеток и ростом растений.

Проблема минерального питания растений была одной из важных в фитофизиологии, было создано учение об удобрениях. Значительный вклад в это учение внес **Д.Н. Прянишников (Ленинская премия, 1926)** и его ученики. Он в книге «Азот в жизни растений и в земледелии СССР» (1945) показал, в виде каких соединений растения способны усваивать азот. Это относится и к другим необходимым элементам (фосфор, калий, кальций, магний, железо). Усилия многих ученых были направлены на изучение роли микроэлементов в жизни растений. Была доказана необходимость для растений марганца, цинка, меди, бора и молибдена, которых выделили в группу основных микроэлементов.

Пристальное внимание фитофизиологов привлекали проблемы **поступления веществ в растение**. Видную роль в решение этих вопросов сыграл **Д.А. Сабинин**. Он установил, что первым этапом поглощения минеральных солей является их адсорбция на поверхности корневой системы. Это положение получило позже всеобщее признание. По его представлению корневая система растений

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 122 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

является органом не только поглощения, но и превращения веществ.

Благодаря исследованиям многих фитофизиологов в середине XX в. сложилось представление, что фотосинтез, дыхание, рост, развитие и минеральное питание – это нераздельные и взаимообусловленные процессы образования и превращения живого вещества растительного организма.

Многие физиологи в первой половине XX в. изучали причины передвижения питательных веществ по растению. Было выдвинуто ряд теорий. Существование одностороннего тока воды и растворимых веществ Д.А. Сабинин (1949) объяснял физиологической полярностью клеток, обусловленной различиями в обмене веществ между различными участками протоплазмы.

Видное место у физиологов растений занимала проблема изучения механизма поступления воды, перемещение ее по растению и испарение в окружающую среду, а также выявление главных типов растений по отношению к воде. К середине XX в. удалось окончательно установить, что вода перемещается по неживым элементам ксилемы в направлении снижения гидростатического градиента, обусловленного транспирацией.

Было показано, что водный режим растений связан с коллоидальной структурой протоплазмы и ее высокомолекулярных компонентов с количеством, строением и состоянием белковых веществ, с фосфорным и белковым обменом, которые обуславливают энергетический уровень клетки и ее компоненты.

В XX в. проводились исследования роста и ростовых процессов. Большая часть исследований была посвящена изучению **тропизмов (фото-, гео-, гидро- и др.)**.

Изучение ростовых процессов шло по пути раскрытия внутренних условий роста и установления связи ростовых процессов с физиологически активными веществами, гормонами роста.

**Б.П. Токин** в тридцатых годах XX в. открыл у высших растений защитные вещества, способные подавлять рост бактерий, грибов и простейших. Эти вещества были названы **фитонцидами**. В книге «Бактерициды растительного

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 123 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



происхождения (фитонциды)» (1942 и последующих изданиях) Токин описал результаты изучения их свойств, химическую природу, мощность и диапазон действия, влияние на состав биоценозов, указал на перспективы их использования в медицине, сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

В 20 – 30-х годах XX в. возникло новое направление исследований в фитофизиологии – изучение устойчивости растений к неблагоприятным условиям. Наиболее интенсивно изучалась засухоустойчивость растений. Было показано, что физиологическая основа засухоустойчивости у разных групп растений зависит от условий, в которых шло их формирование (Н.М. Сисакян, Н.А. Сатаров и др.). Много внимания физиологи уделяли проблемам солеустойчивости, холодостойкости и морозоустойчивости растений. В середине XX в. сложился новый подход к изучению устойчивости растений, оформляется новое направление исследований – экологическая физиология растений. Основоположником этого направления в СССР является Н.А. Максимов.

### 5.5 Исследования в области биологической химии

Современная биохимия сформировалась на рубеже XIX и XX вв. Основной целью ее стало изучение методами химии превращений в организме каждого отдельного соединения и разработка представлений обо всех деталях обменных процессов в их совокупности.

В первой половине XX в. было сделано ряд важных открытий, которые позволили построить общую схему обмена веществ, значительно расширить знания о многих биологически активных соединениях[2, 15].

Биохимия – это наука, которая изучает состав организмов, структуру свойства их соединений, пути и закономерности их образования, последовательность и механизм превращений, их биологическую и физиологическую роль.

Важным достижением в биохимии было открытие витаминов, за что К.



Начало

Содержание



Страница 124 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

**Эйкману и Ф. Гопкинсу в 1929 г. была присуждена Нобелевская премия.** Открытию витаминов предшествовали исследования питания многих животных рядом ученых, которые пришли к выводу, что для нормального питания животных и человека, кроме белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, совершенно необходимы другие вещества. Эти вещества впоследствии были названы витаминами.

В этот период биохимии интенсивно изучали процессы обмена веществ и каталитических систем. Важным достижением в этой области было открытие факта, что при росте углеводов в мышце образуются фосфорилированные трехуглеродные фрагменты. Большой вклад в изучение этой проблемы внесли **Г. Эмбден и О. Мейергоф**, которые были удостоены **в 1922 г. Нобелевской премии.**

Были достигнуты значительные успехи в изучении механизмов окислительных процессов в организме. Общеизвестной стала перекисная теория биологического окисления.

Была выяснена химическая природа кофактора процессов дегидрирования, которая позволила приступить на строго химической основе к созданию представлений о механизме переноса водорода, к изучению кинетики и многих других физико-химических аспектов действия ферментов. За исследования коферментов **Г. Эйлеру и А. Гардену** была присуждена **в 1929 г. Нобелевская премия.**

Русский ученый **С.П. Костычев** в начале XX в. разработал представление об единстве брожения и дыхания. Его работы и других ученых показали, что начальные фазы аэробного дыхания сопряжены с конечными фазами анаэробного распада углеводов.

Супруги **К. и Г. Кори** выяснили роль АТФ как донора фосфатных групп, а также открыли процессы восстановления АТФ и АДФ на последней ступени (**Нобелевская премия, 1947**).

Американский биохимик **Г.А. Кребс** предложил схему довольно сложного

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 125 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

цикла превращений органических кислот. Эта схема объяснила все основные моменты их постепенного окисления и образования АТФ на узловых этапах этого процесса (**Нобелевская премия, 1953**). Она получила название цикла трикарбоновых кислот, связавшая процессы поэтапного окисления органических веществ и постепенного выделения энергии в организме.

В середине XX в. были разработаны основы современных представлений энергетики дыхания и обмена веществ.

В первой половине XX в. учеными интенсивно изучались биологически активные соединения – ферменты и антибиотики. Была установлена структура, исследована биологическая активность и приведен синтез важнейших гормонов (**Л. Ружичка и А. Бутенант, Нобелевская премия, 1939**), стероидов и желчных кислот (**А. Виндаус, Нобелевская премия, 1928; Г. Виланд, Нобелевская премия, 1927**), витаминов и коферментов (А. Виндаус и др.). Были открыты антибиотики – пенициллин (**А. Флеминг и др., Нобелевская премия, 1945**) и стрептомицин (**З. Ваксман, Нобелевская премия, 1952**).

Наиболее значительными и тесно связанными с изучением обмена веществ были исследования ферментов. **Дж. Самнер, Дж. Нортроп и У. Стенли (Нобелевская премия, 1946)** получили большое число кристаллических ферментов.

В 40-е годы интенсивно разрабатывались новые методы исследований, в первую очередь физико-химические, которые обеспечили бурный рост развития биологической химии в последующие десятилетия.

**Биоэнергетика.** Это понятие ввел в науку **А. Сцент-Дьердьи**, книга которого под тем же названием вышла в 1957 г. Биоэнергетика решает два основных вопроса: какие именно молекулы среди всего разнообразия природных соединений ответственны за превращение энергии в клетке и каким образом они выполняют свою функцию. Над этими вопросами работали и работают многие биохимики мира.

Для изучения закономерностей биохимических процессов и проникновения

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 126 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



в сущность жизненных явлений биохимии, используют достижения общей, органической и физической химии, фармакологии, физики и др. отраслей науки.

Данные биохимии имеют широкое применение в сельском хозяйстве и медицине.

**Эволюционная биохимия.** В первой половине XX в. шло накопление конкретного материала по эволюционной биохимии. С 20-х годов исследования в области эволюционной биохимии ускоряются в связи с решением вопроса о происхождении жизни на Земле (А.И. Опарин, Дж. Холдейн). Представления о закономерностях биохимической эволюции развивал В.И. Вернадский, которому удалось вскрыть глобальные закономерности эволюции биосферы, включая эволюцию химических элементов.

Вывод А.О. Ковалевского о принадлежности ланцетника к хордовым получил подтверждение биохимиков. У ланцетника был обнаружен фосфаген, который считался исключительной принадлежностью позвоночных. Было установлено, что в мышцах беспозвоночных содержится родственное соединение – аргинин-фосфат, который выполняет ту же роль, что и креатин-фосфат в мышцах позвоночных. Эти примеры показывают, что применение биохимических данных помогают решить эволюционные вопросы.

По проблемам сравнительной и эволюционной биохимии растений и животных вышло большое количество работ во второй половине XX в. Отметим, что в **1961 г.** в рамках **V Международного биохимического конгресса** был впервые организован специальный симпозиум по эволюционной биохимии. В 1969 г. на конференции европейских биохимических обществ в Мадриде состоялся colloquium по эволюционной биохимии. В СССР с 1965 г. начал издаваться «Журнал эволюционной биохимии и физиологии».

В этот период были решены ряд важных вопросов в биохимии. Проводились исследования проблемы возникновения и эволюции ферментов. За исследования биохимического механизма фотосинтеза **М. Кальвин был удостоен Нобелевской премии в 1961,** той же премии был удостоен **Л. Полинг в**



Начало

Содержание



Страница 127 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

**1954** за использование новых методов в создании моделей молекулярных структур сложных органических соединений.

Во второй половине XX в. сложилось представление, что осмысление огромного фактического материала, который был накоплен в различных областях биологии, настоятельно требует эволюционного осмысления с позиций достижений современной биохимии.

## 5.6 Успехи в области общей микробиологии

В микробиологии в первой половине XX в. наметилась тенденция дифференциации, связанная с открытием и изучением большого разнообразия микроорганизмов. Возникли такие новые научные дисциплины: бактериология, микология, вирусология. Кроме дифференциации по систематическому признаку выделились научные дисциплины по объектам и задачам исследования, например, общая медицинская, сельскохозяйственная, почвенная, техническая, водная, геологическая, радиационная микробиология и генетика микроорганизмов. Общая микробиология, изучающая строение и жизнедеятельность всех видов микроорганизмов, имеет интегрирующее значение.

В первой половине XX в. интенсивно развивалось экологическое направление. Экологическая микробиология являлась одной из основных сфер развития идей В.И. Вернадского о ведущей роли живых организмов в превращениях химических элементов на земной поверхности. Трудami многих ученых была доказана важнейшая роль микроорганизмов в геохимических процессах и установлено их огромное геологическое значение.

**Морфология и цитология микроорганизмов.** Основными вопросами морфоцитологических исследований этой группы живых существ в XX в. были структура и химический состав ядерного аппарата и цитоплазмы, клеточной стенки, мембранной системы, митохондрий, рибосом и т.д. Исследования цитологов



Начало

Содержание



Страница 128 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

дали возможность установить цитологические различия между прокариотами и эукариотами. Это одно из важных научных достижений.

**Физиология и биохимия микроорганизмов.** Специфические свойства микроорганизмов: быстрый рост, высокая активность обмена, разнообразие форм анаболизма и катаболизма, экологическая специфика, определили исключительную их роль как наиболее удобных объектов для изучения химического обмена веществ. Были установлены четыре основных типа обмена веществ у микроорганизмов: фотолито-, фотооргано-, хемолито- и хемоорганотрофный.

Важным событием в исследовании энергетического обмена микроорганизмов было установление **Ф. Липманом (Нобелевская премия, 1953)** функции аденозинтрифосфата (АТФ), выступающего в качестве аккумулятора и переносчика биологической энергии.

Большим в теоретическом и практическом отношении были исследования динамики процессов брожения, проведенные В.Н. Шапошниковым (1884 – 1968). Он создал теорию физиологической двухфазности брожений.

Одним из направлений в физиологии микробов было изучение способности некоторых групп микроорганизмов к фотосинтезу. В 50-60-е годы было установлено, что фотосинтезирующий аппарат микроорганизмов представляет собой фосфолипопротеиновую структуру и содержит пигменты и переносчики электронов.

Видное место в развитии физиологии микроорганизмов отводится исследованиям азотфиксирующих микроорганизмов. Были предложены несколько гипотез и теорий, среди которых упомянем теории **Г. Виландт (1922; Нобелевская премия, 1927), С.П. Костычева (1925 – 1931), С.Н. Виноградского (1930).**

Значительных успехов в микробиологии достигли белорусские ученые. С 1963 г. микробиологические исследования велись в лаборатории микробиологии и биохимии растений ИЭБМ. После организации в 1966 г. самостоятельного отдела микробиологии внимание ученых было направлено на исследование микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ, разработке



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 129 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



научных основ физиологической регуляции микробного метаболизма и использование микроорганизмов в народном хозяйстве (С.А. Самцевич, М.В. Залашка, С.П. Коваленко, А.Т. Лобанок и др.). По результатам исследований было издано ряд монографий. Микробиологические исследования также проводились в ряде университетов Беларуси.

Во второй половине XX в. начали широко использовать в практике биосинтетическую и трансформирующую деятельность микробов. Главными продуктами их деятельности являются белки, витамины, полисахариды, аминокислоты, ферменты, кормовые антибиотики и др. вещества. Были созданы при помощи селекционно-генетических методов многие высокоактивные штаммы микробов, продуктивность которых была повышена от 10 до 200 и более раз по сравнению с исходными штаммами.

В последние десятилетия XX столетия одним из интенсивно развивающихся направлений микробиологии стало направление управляемого культивирования. Значение основных физиологических параметров жизнедеятельности микроорганизмов дало возможность с помощью соответствующих условий и культивирования регулировать ход бродильных и ферментативных процессов, накапливать микробную массу с заданными свойствами, воздействовать на ход микробиологических процессов.

В середине XX в. учеными разных стран была разработана **теория роста и развития микробов** (Ж. Моно, Р. Финн и др.). В это же время создаются теоретические основы управления ростом микробов. Эти и другие исследования позволили найти практические методы управляемого культивирования микробов, в том числе метод непрерывного культивирования, теоретическое обоснование которого дал Ж. Моно.

**Основные этапы развития генетики микроорганизмов.** Генетика микроорганизмов выделилась в самостоятельное направление в середине XX в. Первый этап в развитии генетики бактерий составили исследования, в которых было

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 130 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

экспериментально доказано сходство природы и механизмов передачи потомству наследственных признаков у бактерий и высших организмов.

Второй этап характеризовался тем, что были упорядочены представления о природе изменчивости у микробов. Были разработаны методы генетического анализа у высших организмов и утвердились представления о сходстве механизмов изменчивости и наследственности у всех живых существ.

В этот период была признана ведущая роль мутационной изменчивости у бактерий, был разработан метод «флуктуационного теста» **С. Лурия и М. Дельбрюком (1943)**. За работы по генетике бактерий и вирусов этим исследователям и **А. Херши** была присуждена в **1969 г. Нобелевская премия**. Расшифровка в 1953 г. структуры молекулы ДНК **Дж. Уотсоном и Ф. Криком (Нобелевская премия, 1962)** заложило основу изучения механизмов передачи наследственной информации у бактерий с помощью методов молекулярной биологии. Имеются в виду исследования трансформации, трансдукции, конъюгации и лизогенной конверсии.

## 5.7 Достижения в области экологии, биоценологии и гидробиологии

**Экология животных.** В «Очерке истории экологии животных» Г.А. Новикова приведен обзор истории формирования и развития русской и зарубежной экологии животных, начиная с древнейших времен и до конца 80-х годов XX в.

В XX в. экология достигла расцвета: определились методологические и теоретические основы, расширились ее объем и проблематика; произошла дифференциация на отдельные разделы; усовершенствовались методы исследований; принципы и методы экологии внедрились в другие науки; укрепились связи со многими отраслями практики[14, 28].

Рассмотрим основные этапы экологии животных и растений в XX столетии.

**Состояние экологии животных в начале XX в.** В этот период особенно



Начало

Содержание



Страница 131 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

плодотворно развивалась экология в США, Англии, отчасти в России и Германии. Экологи в основном уделяли внимание изучению образа жизни отдельных видов, главным образом промысловых и вредных животных.

Следует упомянуть исследования В. Шелфорда (1907) о распределении жуков-скакунов в связи с сукцессионными сменами растительных ассоциаций. Ч. Эдамс (1909) проследил сукцессии не только в пространстве, но и во времени.

Во втором десятилетии XX столетия вышли первые экологические сводки: «Экология животных» немецкого зоолога Р. Гессе (1912), «Животные сообщества умеренной Америки» (1913) и «Руководство по изучению экологии животных» Ч. Эдамса (1913).

В России в этот период экологические исследования носили прикладной характер. Н.А. Холодковский и его ученики изучали вредителей леса. Изучение вредителей сельского хозяйства и разработку мер борьбы с ними возглавляли Бюро по энтомологии Департамента земледелия (А.Н. Порчинский и др.). Группа экологов по охотоведению и промысловой зоологии во главе с А.А. Силантьевым осуществила ряд экспедиций в Забайкалье, Саяны и Камчатку, разработала проекты организации ряда заповедников для охраны соболя, в том числе Баргузинского, который существует и поныне. Охотовед Н.В. Туркин сделал анализ статистических данных о продаже пушнины, что позволило установить некоторые особенности динамики численности пушных зверей на протяжении ряда десятилетий. Некоторые экологи начали сочетать аутэкологические исследования с лабораторными экспериментами. В частности, П.И. Бахметьев изучал влияние света и температуры на различных фазах развития насекомых.

В этот период оформляется палеэкология (Л. Долло, О. Абель и др.), исходными идеями для нее явились теоретические воззрения В.О. Ковалевского.

**Развитие экологии животных в 20 – 40-х годах.** Примечательным событием этого периода явился выход в 1927 г. классической книги Ч. Элтона «Экология животных», в которой рассматривается широкий круг теоретических и

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 132 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



методических вопросов по экологии.

Вышли в свет известные сводки Р. Гессе (1924), В. Шелфорда (1929), К. Фридерикса (1930). Появляется капитальная монография американских зоологов У. Олли и др. «Принципы экологии животных» (1949), в которой были подведены достижения экологии в первой половине XX столетия. Эта сводка сохранила свое значение до настоящего времени.

В СССР выходят книги Д.Н. Кашкарова «Среда и сообщество» (1933) и «Основы экологии животных» (1938, 1945). Кашкаров сыграл выдающуюся роль в становлении экологии животных в СССР, в пропаганде экологических идей и воспитании экологических кадров. Советские экологи изучали основные параметры жизнедеятельности животных: распределение по стадиям, питание, размножение, динамику численности, сезонные явления.

Исследования А.Н. Формозова, А.А. Насимовича, В.П. Теплова раскрыли большое значение снежного покрова в жизни животных. Опубликована монография А.Н. Формозова «Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР» (1946). Следует упомянуть о монографии Н.П. Наумова «Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов» (1948).

В лаборатории В.А. Догиля началось планомерное исследование экологии беспозвоночных. В 1949 г. выходит монография М.С. Гилярова «Особенности почвы как среды обитания, и ее значение в эволюции насекомых», которая послужила теоретической основой для дальнейших исследований. Благодаря исследованиям Гилярова и других экологов почвенная зоология заняла видное место среди биологических наук. Г.А. Новиков печатает руководство «Полевые исследования экологии наземных позвоночных» (1949, 1953), в котором описаны методы полевой экологии.

**Экология животных во второй половине XX в.** В этот период расширились масштабы исследований по экологии животных во всех странах мира, преобладали популяционные работы. Продолжительные стационарные исследования в сочетании



Начало

Содержание



Страница 133 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

с количественными методами позволили изучить экологию основных видов пушных и многих вредных зверей, птиц, рыб, насекомых и др. Были изучены их питание, размножение, численность и ее динамика, миграции и некоторые другие экологические параметры различных животных.

Продолжалось изучение экологии птиц и млекопитающих в зимний период. Выходит в свет монография А.А. Насимовича «Роль режима снежного покрова в жизни копытных животных на территории СССР» (1955). Проводились исследования экологии животных в экстремальных условиях обитания: в пустынях, высокогорьях, Арктике и Антарктиде.

Г.Я. Бей-Биенко на основании сравнительной эколого-географической оценки значения пространства в жизни наземных животных и их стациального распределения пришел к выводу о существовании закономерной зональной смены стадий у насекомых и других животных с достаточно широкими ареалами.

В середине XX в. успешно развивалась экспериментальная экология животных. И.В. Кожачников, В.В. Алпатов и др. изучали насекомых; И.Д. Стрельников, Н.И. Калабухов, А.Д. Слоним в СССР, П. Моррисон и Л. Ирвинг в США развивали экспериментальную экологию млекопитающих; Ч. Кэнди, У. Роуэн, И.А. Шилов – птиц. Эти экологи основное внимание обращали на изучение воздействия на животных физических факторов среды – температуры, света и влажности, а затем питания и других биотических факторов.

А.С. Данилевский с сотрудниками изучал роль света, в особенности фотопериодизма. Этому вопросу посвящена его монография «Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых» (1961).

Н.И. Калабухов в своих работах показал, что в основе процесса адаптации организмов лежит принцип сохранения энергетического баланса, который получил отражение в его монографиях: «Эколого-физиологические особенности животных и условия среды» (1950) и «Периодические (сезонные и годовичные) изменения в организме грызунов, их причины и последствия» (1969), а также в работах

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 134 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

многих ученых – А.Д. Слонима «Животная теплота и ее регуляция в организме млекопитающих» (1952), «Экологическая физиология животных» (1971), И.А. Шилова «Регуляция теплообмена у птиц» (1968), «Физиологическая экология животных» (1985) и др.

**Популяционная экология животных.** Популяция (от лат. *populus* – народ, население), совокупность особей одного вида с общими условиями, необходимыми для поддержания его численности на определенном уровне в течение длительного периода и свойствами, определяющими единство особей. Термин «**популяция**» введен в экологию **В.Л. Йоганнсен** (1903). Направленное развитие в первой четверти XX в. и связано с именем английского эколога Ч. Элтона (1927).

Фундаментальные обобщения по экологии животных вышли в печати во второй половине XX в.: Н.П. Наумов «Экология животных»; Э. Лэк «Численность животных и ее регуляция в природе» (1957); И.А. Шилов «Эколого-физиологические основы популяционных отношений у животных» (1977) и «Экология» (2000); Ю. Одум «Основы экологии» (1975) и в 1968 «Экология» в двух томах; М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд «Экология особи, популяции и сообщества» (1989) и др.

Особенно усиленно популяционная тематика разрабатывалась во второй половине XX столетия. Важным стимулом интенсификации популяционных исследований явились ее большие потенциальные возможности при решении многих задач практики, в том числе связанных с динамикой численности промысловых и вредных, а также редких и исчезающих видов животных.

Благодаря сочетанию методов полевой и экспериментальной экологии, морфологии и физиологии популяционная экология достигла важных успехов в познании закономерностей существования группировок животных.

Большой вклад в популяционную экологию животных внесли Д. Читти, К. Петрусевич, Дж. Кристиан и др. Детальный анализ состояния учения о популяциях имеется в работах австралийского зоолога Г. Андреварта (1961), американского ученого Л. Слаботкина (1964), немецкого энтомолога Ф. Швердтфегера (1968),

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 135 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



советских ученых Н.В. Тимофеева-Ресовского, А.В. Яблокова и Н.В. Глотова (1973), последние являются авторами монографии «Очерк учения о популяции». А.В. Яблоков публикует в 1987 г. учебное пособие «Популяционная биология», а в 1990 г. выходит учебное пособие «Популяционная экология» А.М. Гилярова.

Усилиями многих экологов мира изучены основные параметры экологии животных (биотопическое распределение, циркадная и циркануальная активность, размножение, структура популяций, численность и ее динамика и др.). Более детально остановимся на динамике численности животных.

Одними из первых динамику численности животных в первой половине XX в. стали изучать русские ученые – Н.В. Туркин, К.Н. Россиков и др. Закономерные повторяющиеся подъемы и спады численности природных популяций С.С. Четвериков назвал **волнами жизни**. Ч. Элтон исследовал регулярные и непериодические изменения численности разнообразных наземных и водных животных и сделал попытку установить причины неустойчивости популяций. В 1928 г. Р. Чепмен высказал гипотезу о **биотическом потенциале** (репродуктивный потенциал), который отражает способность популяции к размножению, выживанию и развитию при оптимальных экологических условиях, т.е. к увеличению численности при отсутствии лимитирующих факторов.

Английский эколог Б. Уваров (1931) показал роль климатических факторов (температуры) в жизни насекомых. А. Николсон (1933) четко сформулировал идею автоматического контроля (регулирования) плотности населения популяций. В.С. Виноградов (1934), на основании анализа материалов о колебании численности вредных грызунов, пришел к выводу об их ритмичности и о том, что массовые размножения иногда совпадают с периодом повышенной активности Солнца. В 1935 г. А.Н. Формозов опубликовал монографию «Колебание численности промысловых животных», в которой обобщил сведения того времени. В сводке С.А. Северцова «Динамика населения и приспособительная эволюция животных» (1941) рассмотрены вопросы динамики численности ряда видов млекопитающих и

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 136 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

птиц, а также основные закономерности, вытекающие из взаимодействия популяций экологически связанных видов и некоторые проблемы эволюционной экологии.

Циклические колебания численности у грызунов и других животных и роли в этом явлении не только абиотических, но и биотических факторов изучали советские экологи (Н.И. Калабухов, В.В. Кучерук, Н.П. Наумов и др.). Были установлены экзогенные и эндогенные факторы массовых размножений грызунов, факторы депрессии численности, условия восстановления популяций после их истребления, а также научно обоснованы и апробированы приемы борьбы и методы прогнозирования численности.

Больших успехов достигли зарубежные и советские энтомологи в изучении проблемы массовых размножений вредных насекомых. Были установлены зоны вредности и биологические особенности многих насекомых, фенология развития, факторы и закономерности динамики численности. Серьезное внимание экологи уделяли изучению «волн жизни» различных видов животных (саранчи, лемминги, водяные полевки и др.). Обзоры современных представлений о причинах «волн жизни» были сделаны Д. Лэком (1957) и Г.А. Викторовым в монографии «Проблемы динамики численности насекомых на примере вредной черепашки» (1967). В монографиях А.А. Максимова «Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз» (1984) и «Природные циклы, причины повторяемости экологических процессов» (1989) дан критический анализ работ, вышедших к тому времени в мире по проблеме многолетних колебаний численности животных и факторам их обуславливающих. Заслуживает упоминания работа прикладного характера С.А. Шиловой «Популяционная экология как основа контроля численности мелких млекопитающих» (1993), которая посвящена выявлению причин низкой эффективности современных способов снижения численности мелких млекопитающих, приносящих огромный экономический вред и ставящих под угрозу здоровье людей на обширных территориях земного шара.

**Биоценология** (от греч. *bios* – жизнь, *ge* – земля, *koinos* – общий и ... логия),



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 137 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

наука, изучающая взаимодействие между экологическими компонентами внутри биогеоценоза. В ее становлении принимали участие многие экологи мира. Ч. Элтон в «Экологии животных» (1927) рассматривал структуру и распределение сообществ животных, колебание численности, экологические сукцессии. Он сделал такие важные обобщения, как цепи и циклы питания, пирамида чисел, экологическая ниша. Комплексному изучению биоценозов посвятил свою работу финский зоолог П. Пальмгрен (1928). В 20 – 30-х годах XX века в Северной Америке были изучены многие сообщества животных, их сезонная динамика, сукцессионные смены в различных регионах. Выходит в свет капитальная сводка американских экологов Ф. Клементса и В. Шелфорда (1939), в которой сделан анализ функции сообществ, влияние их на местообитания, взаимодействие между организмами, возникновение группировок, явления конкуренции и миграций. Английский эколог **А. Тенсли** сформулировал концепцию **экосистемы**, под которой подразумеваются биотические группировки самого разного объема и ранга вместе со свойственными им экологическими условиями. В понимании некоторых экологов, экосистема охватывает пространство любой протяженности и размерности – от пня, аквариума до океана и всей поверхности планеты. Экосистема – элементарная функциональная единица биосферы.

В учебном пособии «Среда и сообщество» (1933) Д.Н. Кашкаров усиленно пропагандировал биоценологические исследования. Биоценологические связи птиц и млекопитающих изучали А.Н. Формозов и Д.Н. Данилов и др.

Новый этап развития биоценологии связан с выдающимся геоботаником и лесоводом **В.Н. Сукачевым (1880 – 1970)**, который сформулировал основы биоценологии. Базируясь на идеях В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачев создал теорию биогеоценоза. Согласно этой теории органическое сообщество составляет динамическое единство с абиотическими условиями, которые приурочены к известному пространству. По представлению В.Н. Сукачева, исследование биогеоценозов составляет предмет особой науки –

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 138 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



биогеоценологии, которая стоит на грани биологии и ландшафтной географии.

Следует отметить, что в последние десятилетия появился в биологии новый раздел экологии (по другим воззрениям – географии) **геоэкология**, которая исследует экосистемы (геосистемы) высоких иерархических уровней – до биосферы включительно. Синонимами геоэкологии считаются **ландшафтная экология**, **иногда биогеоценология**.

В середине XX столетия появляются капитальные сводки по биоценологии: Л. Дайса «Естественные сообщества» (1952), В. Тишлера «Синэкология наземных животных» (1955), Я. Балоба «Жизненные сообщества наземных животных» (1958), Р. Уитеккера «Сообщества и экосистемы» (1970), П. Дювиньо и М. Танга «Биосфера и место в ней человека» (1973). Состояние экологии в России в настоящее время представлено в сводке «Экология в России на рубеже XXI века. Наземные экосистемы» (1999).

Возникла **агроценология** (агроэкология) (от греч. *agros* – поле и ...логия) – научная дисциплина об агроценозах, которая рассматривает в качестве центрального объекта вид или сорт, ради которого создается агроценоз. Как и естественные экосистемы, агроценоз является элементарной единицей биосферы (поля, искусственные пастбища, огороды, сады, лесные насаждения). Основой агроценоза является искусственный фитоценоз. В них обитают различные животные (насекомые, земноводные, птицы, млекопитающие). Биологическая продуктивность агроценозов обычно выше биологической продуктивности природных биогеоценозов. Они занимают примерно 10% поверхности суши Земли, но поставляют человечеству около 97% пищевой энергии.

**Радиоэкология.** Испытания ядерного оружия и использование атомной энергии в мирных целях повысили радиоактивный фон биосферы. В результате чего наземные и водные животные подвергаются мощным по глубине воздействия экологическим фактором, который влияет на них как непосредственно, так и косвенно через пищевые цепи и убежища.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 139 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Родоначальником радиоэкологии является В.И. Вернадский (1926, 1927), занимающийся биогеохимией радиоэлементов Мирового океана. В 40-х годах XX в. в рамках общей радиобиологии возникла радиоэкология, или радиобиогеоценология.

Исследования многих ученых показали, что различные виды животных обладают разной степенью чувствительности к радиоактивным излучениям. Под воздействием радиоактивных веществ резко повышается радиоактивность организмов, они оказывают существенное влияние на жизнь животных.

Радиоэкологические исследования естественного фона радиации в последние десятилетия охватили самые разнообразные группы наземных, пресноводных и морских животных. По их результатам были опубликованы крупные сводки. Особенно интенсивно стали проводиться такого рода исследования на территориях, которые подверглись искусственному радиоактивному загрязнению в результате испытаний ядерного оружия и крупнейших радиационных до чернобыльских аварий в 1957 году на Южном Урале и в Уиндскейле (США). После аварии на Чернобыльской АЭС исследования влияния искусственной радиации на животных и растений и экосистем в целом проводятся во многих учреждениях: Институт проблем экологии и эволюции РАН, Коми научный центр Уральского отделения РАН, Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН (Екатеринбург), Институт биологии южных морей и Институт гидробиологии АН Украины, НПО «Маяк», НПО «Тайфун» (Россия). Активно работают по этой проблеме многие учреждения Беларуси: Институт зоологии и Институт леса НАН Беларуси, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича, Белорусский, Гомельский и др. университеты.

В Беларуси были созданы также ряд организаций для изучения различных проблем, вызванных чернобыльской аварией: Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ), НПО «Припять», Институт сельскохозяйственной радиологии (г. Гомель). Подключились к этой тематике некоторые научные центры зарубежных стран (Германия, Австрия, Швеция,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 140 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Норвегия, Франция и др.). В ряде лабораторий выше названных учреждений некоторые группы диких животных, в основном мелкие млекопитающие, использовались в качестве экспериментальных моделей при изучении различных молекулярных и клеточных (биохимических, иммунологических, генетических, гематологических, физиологических) аспектов влияния ионизирующей радиации на животный организм.

Непосредственно после аварии на ЧАЭС основной задачей исследований была оценка радиоактивного загрязнения животных в различных экосистемах во многих регионах Беларуси, а также разработка рекомендаций по ограничению поступления загрязненной продукции к человеку. Эти рекомендации применяются рядом министерств и ведомств, при регламентировании и использования ресурсов животных на загрязненной радионуклидами территории. Основное внимание специалистов ПГРЭЗ было сосредоточено на наиболее загрязненной территории в пределах 30-километровой зоны, где в настоящее время также изучаются процессы, происходящие в популяциях и сообществах животных под влиянием вторичных радиоэкологических факторов. Это направление, а также паразитологическая оценка, имеет важное значение в силу складывающейся на этой территории уникальной ситуации – практически полного снятия антропогенной нагрузки и развития сукцессионных процессов.

По результатам исследования влияния аварии на ЧАЭС на животных Беларуси опубликована коллективная монография (под ред. Л.М. Суцены, М.М. Пикулика, А.Е. Пленина) «Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС» (1995), много статей и материалов в различных изданиях.

**Возникновение экологической паразитологии.** Развитие этой отрасли знаний связано с именами русских ученых В.А. Догеля, Е.Н. Павловского и К.И. Скрябина. Первый из этих авторов (1927, 1938 и позднее), исследуя паразитофауну различных диких животных в зависимости от изменения внешних условий и от изменения их физиологического состояния, положил начало экологической

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 141 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



паразитологии.

Е.Н. Павловский исследовал паразитарные и трансмиссивные заболевания человека (клещевой энцефалит, москитную лихорадку, лейшманиоз и др.). Изучил природные резервуары возбудителей болезней, пути и циркуляции в природе, организме человека и животных. Он является автором монографии «Руководство по паразитологии человека» (том 1, 2, 1946, 1948).

К.И. Скрябин изучал морфологию, филогению и систематику гельминтов, эпидемиологию и эпизоотологию гельминтозов. Он ввел представление о гео- и биогельминтозах.

В становление и развитие экологической паразитологии значительный вклад внесли: немецкий гельминтолог О. Фурман, американский зоолог Р. Хегнер и др.

В Беларуси исследования в области экологической паразитологии проводили В.И. Вотяков, Б.П. Савицкий, И.Т. Арзамасов, А.С. Гембицкий, Х.С. Горегляд и др. Итоги этих исследований отражены во многих публикациях, в том числе и в монографиях: И.Т. Арзамасов «Иксодовые клещи» (1981), Х.С. Горегляд «Болезни диких животных» (1971).

**Экологическая морфология.** Становление экологической морфологии приходится на середину XX в. Она изучает функционирование морфологических структур в связи с образом жизни вида в определенных экологических условиях. Сочетание морфологии и экологии способствовало успешному решению сложных вопросов по филогении и классификации. Большое внимание специалистов в этой области привлекло изучение органов движения и локомоций наземных и водных млекопитающих, птиц, рыб, отчасти пресмыкающихся, земноводных и насекомых.

Опубликовано ряд монографий по этой проблеме, в том числе: П.П. Гамбаряна «Бег млекопитающих. Приспособительные особенности органов движения» (1972), В.Б. Суханова «Общая система симметричной локомоции наземных позвоночных и особенности передвижения низших тетрапод» (1968).

**Акклиматизация животных.** Акклиматизация (процесс приспособления



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 142 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

организмов к новым или изменившимся условиям существования) животных осуществляется в широких масштабах во многих странах мира. Подсчитано, что объектами акклиматизации на всем земном шаре было около 200 видов млекопитающих, несколько сотен птиц, десятки видов земноводных и пресмыкающихся, сотни видов рыб, несколько тысяч видов насекомых и других беспозвоночных.

В Беларуси акклиматизированы: енотовидная собака, ондатра, американская норка. Численность которых достигла в охотхозяйствах республики промысловой плотности. Была проведена реакклиматизация благородного оленя, бобра, дикого кабана. Делались попытки акклиматизации енота-полоскуна, белки-телеутки, выхухоли, лани, но положительного эффекта не было достигнуто.

Работы по акклиматизации ценных видов рыб в Беларуси ведутся со середины XX в. Были расселены в более чем 50 водоемах различные виды рыб (амурский сазан, рипус, ряпушка, сига чудский и ладожский и др.). Отметим, что сиговые стали объектами промысла в озере Нарочь. Успешно акклиматизирован серебряный карась, который в настоящее время широко расселился и стал во многих водоемах республики промысловой рыбой. Ряд видов рыб (европейский угорь, пелядь, пестрый и обыкновенный толстолобик, белый и черный амур) акклиматизированы или находятся в процессе акклиматизации.

В Беларуси были акклиматизированы несколько видов насекомых.

Теоретические основы и мировой опыт акклиматизации освещены в монографиях: «Акклиматизация животных» (1934) Б.М. Житкова, «Экология нашествий животных и растений» (1958) Ч. Элтона, «Акклиматизация охотничье-промысловых зверей и птиц в СССР», в двух томах (т.1, 1973; т.2, 1974) и др.

**Эволюционная экология.** Экология тесно связана с эволюционной теорией, которая в значительной степени базируется на экологической основе. Эволюционная теория в свою очередь для экологии составляет единственно приемлемую



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 143 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

теоретическую и методологическую базу. Многие экологи мира интересовались проблемами эволюционной теории (Ч. Элтон, У. Олли, Д.Н. Кашкаров и др.). Вопросы эволюционной экологии разрабатывал С.А. Северцов. Его монография «Проблемы экологии животных» (1951) в значительной мере посвящена вопросам эволюционной экологии. Интенсивно работал над этой проблемой академик СССР С.С. Шварц, опубликовавший книги «Эволюционная экология животных (1969)» и «Экологические закономерности эволюции (1980)», в которых проанализировал экологические механизмы эволюции в основном на популяционном уровне. В них также рассматриваются такие вопросы, как генетические основы преобразования популяций, гомеостатические изменения генетической структуры популяций, экологическая сущность макроэволюции. И. Эмлен посвятил монографию «Экология. Эволюционные аспекты» (1973) эволюционным основам экологии. Известный эколог США Э. Пианка написал книгу «Эволюционная экология», которая переведена на русский язык и издана в 1984 г. В этой книге разбираются вопросы о том, как в процессе эволюции возникли и развивались экологические связи и отношения не только в пределах отдельных популяций, но и в экосистемах. Значительное место экологическим аспектам эволюции отводится в книге американских ученых О. и Д. Солбригов «Популяционная биология и эволюция», которая переведена на русский язык в 1982 г.

**Экология растений.** Деятельность Е. Варминга одного из основателей экологического направления в ботанике, оказало огромное влияние на развитие экологии растений в XX веке. Его книги дважды издавались на русском языке: в 1901 г. под названием «Ойкологическая география растений» и в 1902 г. под названием «Распределение растений под влиянием внешних условий». Е. Варминг впервые дал обзор и классификацию абиотических и биотических факторов, которые влияют на жизнь растений. Он предложил расширенную классификацию жизненных форм, дал описание основных типов растительных группировок. В 1910 г. экология растений была официально признана самостоятельным разделом на ботаническом

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 144 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



конгрессе в Брюсселе. Содержание экологии растений было определено как «изучение совокупности отношений растений и растительных сообществ к среде их обитания». В первой половине XX в. фитоэкологи сосредоточили в основном свое внимание на исследовании организма (вида), т.е. на аутоэкологическом уровне. Экология растительных сообществ стала предметом изучения обособившейся в конце XIX в. отрасли ботаники – фитоценологии (геоботаники). Следует отметить, что фитоэкологи Англии и США и в настоящее время включают в экологию растений фитоценологию. В XX в. в экологии растений стали широко применяться экспериментальные методы, позволяющие выявить реакцию организма на отдельные экологические факторы или их сочетания. Фитоэкологи исследовали экологическую пластичность внешнего облика, физиономические и морфо-анатомические признаки и т.д.

Экологию растений в полевых условиях стали изучать на постоянных пробных площадках, на которых наблюдения ведутся в течение многих лет (Ф. Клементс и др.). Стали обращать внимание на роль животных в жизни отдельных растений и растительных сообществ. Были установлены различия в характере воздействия различных групп животных на растения разных регионов Земли.

В середине XX в. стало интенсивно развиваться учение о растениях – индикаторах, основы которого были заложены Ф. Клементсом (1928). Согласно этому учению, любое растение является критерием условий среды и по его присутствию или отсутствию можно судить о характере данного местобитания.

В СССР экология растений интенсивно начала развиваться с 20-х годов XX в. (Л.А. Иванов, Н.А. Максимов и др.). Б.А. Келлер был инициатором изучения влияния комплексов условий среды на экологические особенности растений, их онтогенез и историческое развитие. Ряд экологов проводили исследования реакций растений на воздействие физико-химических факторов в экстремальных условиях среды – на Крайнем Севере, в зоне вечной мерзлоты, в высокогорьях и пустынях Средней Азии.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 145 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Продолжалось исследование биотических связей в экосистемах. Были установлены такие группы организмов как продуценты, консументы и редуценты. Эти исследования сыграли большую роль в развитии представлений о структуре экосистемы.

**Становление фитоценологии.** Фитоценология (от греч. *phyton* – растения и ... логия), учение о фитоценозах; раздел геоботаники и биогеоценологии, изучающий растительные сообщества. Учение о взаимоотношениях растений в сообществах было основано польским ботаником И.К. Пачоским в 1896 г. и называлось «фитосоциология». Термин **фитоценология** принадлежит австрийскому ботанику **Х. Гамсу** (1918). В развитии фитоценологии принимали участие многие ботаники, среди них следует отметить русского ученого Г.Ф. Морозова, который в 1912 г. издал монографию «Учение о лесе». В ней лес рассматривается как сложный комплекс растений, животных и соответствующих природных условий. Последователь Г.Ф. Морозова В.Н. Сукачев стал признанным главой русской и советской фитоценологии. В 1915 г. вышла в свет теоретическая его работа «Введение в учение о растительных сообществах».

В интенсификации фитоценологических исследований на Западе важную роль сыграл III Международный ботанический конгресс в Брюсселе (1910). На нем обсуждались основные фитоценологические понятия – формация, ассоциация, местообитание и др. Были рассмотрены проблемы и методы картографирования, горизонтальная и вертикальная зональность растительности, приняты определения «аутэкология» и «синэкология».

Спустя некоторое время в ряде стран возникли крупные научные школы по фитоценологии (франко-швейцарская, шведская, англо-американская).

Большая заслуга в развитии советской фитоценологии принадлежит В.Н. Сукачеву и В.В. Алехину, первый из них был главой ленинградской школы фитоценологов, и сыграл выдающуюся роль в подготовке кадров геоботаников и лесоводов. В.В. Алехин был главой московской школы геоботаников, организованной

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 146 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

в МГУ. Представители этой школы сыграли видную роль в изучении степной растительности. Школы А.П. Шенникова, Л.Г. Раменского и Т.А. Работнова изучали луговую и другие типы растительности.

В этих школах изучались основные параметры фитоценозов: состав, структура, фиксация и трансформация энергии, биологический круговорот веществ. Важную роль в фитоценологии сыграла разработка проблемы консорции (от лат. *consortio*). Под ней понимается совокупность видов, связанных (трофически, топически) между собой и зависящих от центрального члена или ядра сообщества. В качестве ядра выступает то или иное автотрофное растение – эдификатор, а компонентами служат непосредственно связанные с ним организмы. Современные представления о консорциях сформулированы В.Н. Беклемишевым (1951) и Л.Г. Раменским (1952), и в последствии получили развитие в трудах В.В. Мазинга (1966).

Успехи в изучении многих фитоценозов создали необходимые предпосылки для широких теоретических обобщений, авторами которых являются В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис, А.П. Шенников и др. В.И. Василевич напечатал «Очерки теоретической фитоценологии» (1983), а Б.М. Миркин «Теоретические основы современной фитоценологии» (1985). Выходит учебное пособие Т.А. Работного «Фитоценология» (1978, второе изд. 1983). Ценными пособиями по применению математики в экологии явились «Статистические методы в геоботанике» В.И. Василевича (1972) и «Количественная экология растений» П. Грейг-Смита (1967).

Исследования по экологии растений, проводимые в Беларуси, в некоторой мере отражались ранее. Здесь мы отметим основные проблемы, над которыми работали экологи Беларуси.

В Институте экспериментальной ботаники исследовались закономерности распространения древесных пород и типов леса, структура и продуктивность лесных фитоценозов, велась разработка методов повышения продуктивности лесов. Большой вклад в исследования лесных, луговых, болотных и других экосистем внесли ученые Белорусского НИИ лесного хозяйства, Белорусского

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 147 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



технологического университета, Института леса НАН Беларуси, Центрального ботанического сада НАН Беларуси, БГУ, ГГУ, ВГУ, БрГУ и сотрудники Березинского биосферного заповедника, НП «Беловежская пуща».

Результаты исследований опубликованы во многих монографиях, статьях и в материалах конференций, совещаний, конгрессов, некоторые из них названы выше.

В вузах Беларуси читается для студентов курс «Экология» с учетом специфики факультетов и специальностей. Изданы учебники по экологии, в частности «Экология» В.А. Радкевича (1997) для студентов биологических специальностей высших учебных заведений. В.В. Маврищев является автором учебного пособия «Основы общей экологии» (2000) для студентов небиологических специальностей вузов. Во многих университетах Беларуси (БГУ, ГГУ, ВГУ и др.) созданы кафедры экологии. Тематика научных исследований и лекционных курсов обусловлена спецификой вуза.

В заключение необходимо отметить, что в последние годы в экологии отмечены две тенденции – дифференциации и интеграции экологии. О первой тенденции говорит тот факт, что к настоящему времени изданы следующие учебники и учебные пособия: Н.Г. Комарова «Геоэкология и природопользование» (М., 2003); И.И. Мазура, О.И. Молдованова «Курс инженерной экологии» (М., 2001); И.В. Передельского, О.Е. Приходько «Строительная экология» (2003); В.Р. Бганба «Социальная экология» (М., 2004); Б.Б. Прохорова «Экология человека» (М., 2003) и др. Другая тенденция – учебники, учебные пособия и сводки профессора В.А. Радкевича, академика РАН России И.А. Шилова, Ю. Одума; М. Бигона, Дж. Харпера и К. Таунсенда «Экология особи, популяции и сообщества» (М., 1989) и др.

**Гидробиология** (от греч. *hydor* – вода, *bios* – жизнь, ...логия), наука, изучающая особенности жизни в воде. Многие ученые считают гидробиологию экологией водных организмов, тесно связанных с общей экологией. Ее истоки восходят к самым ранним эпохам человеческой культуры, когда начали

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 148 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

накапливаться сведения об образе жизни водных организмов, прежде всего тех, которые добывались ради использования в пищу. Некоторые экологические сведения о водных организмах имеются в древней индийской и китайской литературе. Часто приводятся в сочинениях греческих и римских натуралистов, в том числе у Аристотеля. Однако становление науки относится к концу XIX в.

Нужды промышленности в водных организмах, особенно рыбной, послужили мощным стимулом к изучению гидробиологии. Другим стимулом явилось прогрессирующее загрязнение водоемов отходами промышленности, сельского хозяйства и др. Потребовался расчет допустимых норм сброса загрязнений, установление степени их вредности для промысловых гидробионтов и их кормовых объектов, выяснение роли различных организмов в процессе биологической очистки водоемов. Во второй половине XIX в. для изучения гидробионтов стали создавать в различных странах морские и пресноводные биологические станции, некоторые из них названы раньше. Большое значение для развития гидробиологии в России имели исследования академиков Н.М. Книповича и С.А. Зернова на Баренцовом, Белом, Балтийском, Черном, Азовском и Каспийском морях.

На первых этапах своего развития гидробиология занималась не только изучением экологии водных организмов, но и исследованиями систематики, морфологии и других сторон. В связи с этим гидробиология в этот период пошла по пути параллельного изучения экологии, систематики, морфологии и физиологии гидробионтов с одновременным проведением исследований в области гидрологии, гидрохимии и т.д.

В последние десятилетия гидробиология постепенно превратилась из науки комплексной в экологическую.

Исследования планктона (от греч. *planktos* – парящий, блуждающий, *on* – существе) начали интенсивно проводить в начале XX в. Была опубликована монография С. Апштейна «Планктон пресных вод» (1906), в которой подведены некоторые итоги исследования этой группы организмов. Немецкий гидробиолог Г. Ломан в

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 149 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

1903 году начал применять центрифугирование воды для сбора не удерживаемых планктонной сетью мельчайших представителей планктона, названного в 1909 нанопланктоном (от греч. *nanos* – карлик и планктон). За более чем 100-летний период количественных исследований планктона методика их сильно усложнилась.

В середине и во второй половине XX в. в СССР проводились интенсивные гидробиологические исследования внутренних водоемов и мирового океана. На морях и океанах вели исследования: большой флот специальных судов Института океанологии АН СССР, Всесоюзного, Тихоокеанского и Полярного институтов морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО, ТИНРО и ПИНРО), Института биологии Южных морей в Севастополе (ИНБЮМ), Института биологии моря Сибирского отделения АН СССР. Усилиями многих коллективов ученых этих и других учреждений был пройден путь от первых работ с применением количественных методов до картированного количества бентоса и планктона, на всем протяжении Мирового океана и детального выяснения зависимости его развития от гидрологических условий. Стало возможным определить общие запасы и годовую продукцию планктона и бентоса всего земного шара. Советский гидробиолог В.Г. Богоров опубликовал эти данные в 1965 г. и доложил их впервые на Втором океанографическом конгрессе в Москве в 1966 г.

В современных гидробиологических работах широко используются достижения современной техники, при изучении роста, питания, обмена веществ и поведения водных организмов.

Наряду с новыми направлениями успешно развиваются и ранее сложившиеся направления исследований, которые обобщены в ряде монографий (С. Экман «Зоогеография моря», 1953 и др.).

Многие вопросы, связанные с изучением планктона, отражены в многочисленных работах: Р. Вольтерека (1925 – 1930), Д. Хатчинсона (1967), И.А. Киселева (1969) и др.

Коллективы ученых изучали такие важные вопросы как выявление причин

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 150 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



массового развития планктонных сине-зеленых водорослей в Южных районах и поиск возможных способов устранения неблагоприятных последствий этого явления, акклиматизацию и повышение рыбопродуктивности водохранилищ и др.

**Гидробиология пресных вод.** В этот раздел гидробиологии большой клад внес швейцарский зоолог **А. Форель**, который в течение многих лет изучал Женевское озеро, опубликовавший одноименный классический труд в трех томах (1892 – 1905), а также «Руководство по озероведению» (1901). Он считается основателем **лимнологии** (от греч. *limne* – озеро ... логия) – наука об озерах и других водоемах (пруды, водохранилища) с замедленным водообменом. В этой области плодотворно работали немецкие ученые Э. Науман и А. Тинеман, американский лимнолог Э. Бердж, последний на протяжении всей своей жизни стремился постигнуть законы, по которым происходят механизмы жизненных явлений в озерах. Творческое сотрудничество Берджа с Ч. Джудеем было очень плодотворным. Ими на основании огромного материала по 529 озер северо-восточной части штата Висконсин и других опубликованы ряд фундаментальных работ по экологии озер.

В разработке вопросов типологии и классификации озер принимали участие советские гидробиологи – **С.М. Скадовский**, получивший за эти исследования **Ленинскую премию (1930)** и др.

Большой вклад в гидробиологию внес **советский ученый Г.Г. Винберг**, основатель направления **экологической энергетики водных животных в Беларуси**. Основные труды посвящены исследованию биологической продуктивности водоемов, экологической физиологии водных животных, первичной продуктивности планктона. Автор монографии «Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб» (Мн., 1956), «Первичная продукция водоемов» (Мн., 1960) и др.

Широко проводились гидробиологические исследования в прудовых хозяйствах и водохранилищах и разработка мер по интенсификации их продуктивности. Изучение водохранилищ особенно интенсивно проводилось в Советском Союзе Институтом биологии внутренних вод АН СССР, Институтом гидробиологии АН

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 151 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

УССР, Государственным НИИ речного и озерного рыбного хозяйства и др.

Лимнологические исследования интенсивно проводились в Беларуси (БГУ, Институт зоологии НАН Беларуси и др. учреждениях). Наибольший вклад в изучение озер республики внесла О.Ф. Якушко, автор многих работ, в том числе «Озероведение. География озер Белоруссии» (1981, второе издание).

В Беларуси 57 лет тому назад была создана **Нарочанская биологическая станция**, которая сыграла огромную роль в развитии гидробиологической науки не только в Беларуси, но и в СССР. Она внесла существенный вклад в разработку вопросов продукционной гидробиологии и в решение фундаментальных проблем современной гидробиологии и формирование белорусской школы гидробиологов, известной во всем мире. На базе станции учебно-научного центра БГУ «Нарочанская биологическая станция» (такой ее статус в настоящее время) состоялась первая (1999) и вторая (2003) Международная научная конференция «**Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды**». Вторая конференция состоялась в объявленной Генеральной Ассамблеей ООН Международным годом пресной воды, призванной мобилизовать усилия ученых и человечества в целом для защиты мировых ресурсов чистой воды и рационального их использования. Представляют интерес вопросы, которые обсуждались на этой конференции. По ним можем судить об актуальности современной гидроэкологии: структура и функциональная организация озерных экосистем, биологическое разнообразие сообществ, процессы эвтрофирования и деэвтрофирования, антропогенное воздействие и его последствия, роль общеклиматических факторов в сохранении сообществ и экосистем, биологическое тестирование в системе контроля качества вод и т.д.

Презентацию Нарочанской биологической станции и гидробиологических исследований в Беларуси сделал член-корреспондент НАН Беларуси **А.П. Остапеня**. Она охватила вопросы истории создания станции, связанной с именами: известного советского океанолога академика Л.А. Зенкевича и выдающегося



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 152 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

гидробиолога члена-корреспондента АН СССР, профессора Г.Г. Винберга.

Основателем белорусской гидробиологической школы является Г.Г. Винберг, ученики и последователи которого работали или работают во многих учреждениях Беларуси и других стран (Л.М. Сушня, Н.Н. Хмелева, Г.А. Галковская, А.П. Остапеня, Н.М. Крючкова, З.З. Финенко и др.). Большая группа гидробиологов работает в Институте зоологии НАН Беларуси, в которой созданы ряд лабораторий. Среди белорусских гидробиологов первое место по праву занимает академик АН СССР, академик НАН Беларуси Л.М. Сушня (род. в 1929 г.), автор многих научных трудов по первичной и вторичной продукции водоемов, экологической физиологии, питанию, дыханию, росту и балансу энергии водных беспозвоночных. Среди его работ отметим: «Интенсивность дыхания ракообразных» (Киев, 1972), «Количественные закономерности питания ракообразных» (Мн., 1975), «Рост водных животных при переменных температурах» (Мн., 1978 г., соавтор Г.А. Галковская) и др.

### Контрольные вопросы и задания

1. Каких достижений в развитии в XX веке достигла зоология как наука (А.Н. Северцов, Л.С. Берг, Г.П. Дементьев, В.Е. Соколов, Э. Майр)?
2. Основные направления в развитии зоологической науки в Беларуси.
3. Основные этапы развития истории ботаники в Беларуси.
4. Каких успехов достигла физиология человека и животных (И.П. Павлов, Л.А. Орбели, Л. Проссер и др., лауреаты Нобелевской и Ленинской премий)?
5. Какая роль русских и белорусских ученых в развитии физиологии человека и животных?



Начало

Содержание



Страница 153 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



6. Каковы достижения ученых в области этологии? Назовите Нобелевских лауреатов в этой области.
7. Какие основные достижения в области физиологии растений Вы знаете (Т.Н. Годнев, Р. Вудворд, Д.Н. Прянишников)?
8. Какие исследования проводились в биологической химии? Лауреаты Нобелевской премии.
9. Сделайте анализ достижений в общей микробиологии. Назовите Нобелевских лауреатов в этой области.
10. Перечислите основные достижения в экологии (А.Н. Формозов, Н.П. Наумов, М.С. Гиляров, И.А. Шилов, Ю. Одум, В.Н. Сукачев).
11. Каких успехов добилась гидробиология пресных вод? Каково современное состояние гидробиологии в Беларуси (Г.Г. Винберг, Л.М. Суцня, А.П. Остапеня, Г.А. Галковская)?
12. Структура биосферы. Современное состояние и проблемы (В.Н. Сукачев, В.Н. Вернадский, М.Н. Будыко).



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 154 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

# ГЛАВА VI. ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТКИ И ТКАНЕЙ, НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

## 6.1 Достижения в области цитологии и физиологии клетки

**Цитология** (от греч. *kytos* – клетка, ...логия), наука о клетке. Изучает строение и функции тканевых клеток у многоклеточных организмов, одноклеточные организмы и ядерно-цитоплазматические комплексы.

Изучение клеток было начато во второй половине XVII в. (Р. Гук, М. Мальпиги, А. Левенгук и др.). К середине XIX в. была создана клеточная теория (Т. Шванн, М. Шлейден), одно из выдающихся обобщений в биологии.

Во второй половине XIX в. были открыты постоянные составные части цитоплазмы (органойды) и выяснена роль ядра в процессе деления клеток – митоза. В начале XX в. изучение роли хромосом в наследственности и определении пола привело к формированию цитогенетики.

В середине XX столетия цитологи начали использовать электронный микроскоп, методы количественной цитохимии и другие химические и физические методы исследования. Это привело к установлению ряда новых структур в цитоплазме и ядре и позволило расшифровать их функциональное значение.

Общее современное определение клетки. Клетка – это ограниченная активной мембраной, упорядоченная структурированная система биополимеров (белков, нуклеиновых кислот) и их макромолекулярных комплексов, участвующих в единой совокупности метаболических и энергетических процессов, осуществляющих поддержание и воспроизведение всей системы в целом.

Печатаются монографии и пособия, среди которых отметим следующие: «Основы частной цитологии и сравнительной гистологии многоклеточных животных» А.А. Заварзин (1970), «Основы общей цитологии» А.А. Заварзин, А.Д. Харазова (1982), «Общая цитология» Ю.С. Ченцов (1984) и др.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 155 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

Ниже более подробно рассмотрим основные проблемы и достижения цитологии в XX в.

**Новые методы и средства цитологических исследований.** Широко начали использоваться клеточные культуры и культуры органов. Большое значение для развития метода прижизненного изучения клетки имело усовершенствование оптических средств исследования (ультрамикроскопия), в 40 – 50-х годах XX в. широкое распространение получила фазово-контрастная микроскопия.

При исследовании фиксированной клетки стали применяться методы цитохимии (гистохимии). С помощью, которых были выяснены химическая природа клеточных структур и продуктов жизнедеятельности клетки, а также расшифровка происходящих в ней биохимических процессов. Основополагающее значение имели труды Л. Лизона (1936, 1953), К. Бенсли (1941), Э. Пирса (1962) и многих других.

К основным достижениям цитохимии относятся обоснование генетической роли нуклеиновых кислот, определение связи между количественными изменениями и функциональной активности клетки, открытие и изучение клеточного цикла.

В этот период использовался метод дифференциального центрифугирования, который дал возможность изолировать из клетки и разделить входящие в ее состав органоиды.

Большую роль в изучении обмена веществ клетки сыграл введенный в 1940 г. шведским ученым Т. Касперсоном метод количественного учета веществ по поглощению в изучаемом объекте УФ лучей определенной длины волны. При изучении динамики обмена веществ в клетке широкое распространение получило использование радиоактивных изотопов и радиоавтографии.

Создание электронного микроскопа в 30 – 40-х годах XX в. позволило изучить ультрамикроскопическую структуру всех основных органоидов. Электронная микроскопия внесла коррективы в классические представления не только о строении клетки, но и о ходе многих процессов ее жизнедеятельности. Многие ученые сочетали в своих исследованиях клетки применение новейшей техники с



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 156 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



комбинированным применением радиоавтографических и цитохимических методов. Это привело к выявлению ряда новых структур в цитоплазме и ядре и позволило расшифровать их функциональное значение.

В цитологии в настоящее время существует ряд разделов, изучающих частные задачи кариосистематики, радиационная цитология, иммуноцитология, цитопатология и другие, которые взяли на вооружение современные технические средства и новейшие методы исследований. Важным в практическом отношении направлением в цитологии является клеточная инженерия – метод конструирования клеток нового типа на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции (Ю.Ю. Глеба, К.М. Сытник «Клеточная инженерия растений», 1984).

**Физико-химическое изучение клетки.** Эта проблема была одной из основных в цитологии в первой трети XX в. Значительные успехи были достигнуты в изучении основных физических свойств протоплазмы (вязкость, проницаемость, электрический заряд, концентрация водородных ионов и др.). Результаты исследований были отражены в крупных сводках и руководствах зарубежных ученых: «Коллоидная химия протоплазмы» (1929) Л. Гейлбруна, «Проблема проницаемости» (1929) Е. Гельхорна, «Протоплазма» (1936) В. Зейфрицу и др.

Физико-химическое изучение клетки проводилось в СССР в основном в Институте экспериментальной биологии, руководимым Н.К. Кольцовым (Н.К. Кольцов, С.Н. Скадовский, Г.В. Эпштейн) и в Институте биохимии им. А.М. Баха (Д.Л. Рубинштейн, В.А. Дорфман и др.). В первой школе было детально изучено влияние на клетку водородных ионов, заложено представление о физико-химических основах раздражимости пигментных, мускульных и железистых клеток, во второй – проницаемость клеток, электрометрия и др.

**Д.Н. Насонов (1895 – 1957)** детально исследовал сетчатый аппарат Гольджи и доказал его участие в секреторных процессах клетки. Выдвинул теорию биоэлектрических явлений, основанную на фазовых потенциалах, сформировал (вместе с В.А. Александровым) теорию паранекроза (1940), которая дает

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 157 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

возможность объяснить однообразие ответа клетки на разнообразные внешние воздействия.

**Изучение проницаемости.** Представления Э. ПфEFFера и Г. де Фриза в конце XIX в. положили начало теории клеточной проницаемости. По этой теории обменные процессы, которые протекают в клетках, ставились в тесную связь с наличием полупроницаемой мембраны. Мембранная теория не смогла объяснить целый ряд явлений и, прежде всего следующие явления стационарное распределение веществ в клетке, качественно отличное от состояния простого водного раствора, а также игнорирование всех остальных компонентов клетки.

Были предложены учеными ряд теорий. Д.Н. Насонов, В.Я. Александров и А.С. Трошин разработали сорбционную теорию проницаемости, согласно которой решающая роль в распределении веществ, проникающих в клетку, отводится сорбционным отношениям, устанавливающимся между протоплазмой клетки в целом и окружающей средой. Сорбционная теория базируется на следующих положениях: растворимость веществ в протоплазме должна отличаться от растворимости в обычной воде; основным фактором распределения веществ в клетке является их абсорбция и химическое связывание в протоплазме.

Многочисленными исследованиями цитологов в XX в. было установлено, что наружная цитоплазматическая мембрана представляет собой кинетический барьер, а не чисто диффузионную преграду. В ней протекают сложные физико-химические превращения, определяющие кинетику поступления веществ в клетку и из клетки в окружающую среду. Все явления клеточной проницаемости можно свести к следующей схеме. Сначала вещество подходит к мембране, затем определенным образом взаимодействует с ее компонентами и переходит через нее. Вещества, которые проникли в клетку, распределяются между клеткой и средой сообразно их способности растворяться в протоплазме и адсорбционно или химически связываться. Затем вещества включаются в процесс обмена веществ, из них синтезируются макромолекулы протоплазмы, они входят в различные структуры



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 158 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

клетки, а часть из них используется как источник энергии.

**Ультраструктура клетки.** Усилиями многих ученых с использованием электронной микроскопии было изучено строение клетки. В настоящее время основным является представление о мембранно-вакуолярной системе и об основном матриксе, в который эта система погружена.

**Химическая цитология.** Ее задачей является изучение биохимических процессов, протекающих в клетке. В середине XX в. благодаря использованию цитохимических методов было доказано, что ДНК локализовано в ядрах, а РНК – в цитоплазме всех исследованных клеток – от бактерий и простейших до человека.

С помощью дифференциального центрифугирования был установлен химический состав структурных компонентов клетки, а также показана связь химического состава, входящего в состав клетки, с определенными органоидами.

Исследования многих ученых подтвердили и уточнили, одно из основных положений классической цитологии о существовании тесных взаимоотношений между ядром и цитоплазмой.

**Энергетика клетки.** Эта проблема изучена достаточно подробно. Было показано, что энергетика клетки тесно связана со структурой и функцией митохондрий (от греч. *mitos* – нить, *chondrion* – зернышко, *soma* – тельце). Они представляют собой гранулярные или нитевидные органеллы, присутствующие в цитоплазме простейших, растений и животных. А. Клод, В. Шнейдер, Д. Грин и Г. Палад проводили интенсивное изучение митохондрий в середине XX в. Ультраструктурный анализ их показал, что эти органоиды имеют сложную внутреннюю структуру: крипты (поперечные выросты) разделяют митохондрии на отдельные внутренние камеры, поэтому в ней одновременно могут происходить различные, иногда даже антогонистические процессы. Биохимические и молекулярно-биологические исследования функций митохондрий показали, что из всех функций основной является контроль и интеграция отдельных процессов. Это важнейший органоид регулировки энергетических процессов в клетке. Основная



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 159 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



функция связана с окислением органических соединений и использованием освобождающейся при распаде этих соединений энергии в синтезе молекул АТФ. Митохондрии часто называют энергетическими станциями клетки.

**Проблемы клеточного деления.** К концу XIX в. морфологическая сторона митоза (от греч. *mitos* – нити) была изучена достаточно хорошо. В XX в. продолжалось изучение митоза у различных организмов, в том числе не имеющих оформленного ядра (бактерий) и у простейших. У высших организмов морфологическое изучение митоза проводилось преимущественно по линии исследования этого процесса в динамике на живых объектах с помощью микрокиносъемки.

Подавляющее число ученых в XX в. изучали физиологию клеточного деления, где и были достигнуты наибольшие успехи (А.А. Гурвич и др.). А. Говард и С. Пелк (1951) предложили митотический цикл разделить на 4 периода: постмитотический, синтетический, во время которого происходит репликация ДНК; постсинтетический, или премитотический; митоз. Многие цитологи изучали продолжительность митоза и отдельных его периодов у самых различных организмов, а также воздействие разнообразных внешних и внутренних факторов (гормонов, вирусов, лучистой энергии и т.д.). В динамике митоза выделяют следующие фазы: профазу, прометафаза, метафаза, анафаза и телофаза.

Американский ученый Д. Мезия провел важные исследования механизмов различных этапов клеточного деления. Он изучал различные аспекты физиологии митоза и считает, что нормально для каждой клетки присуща способность делиться, но в ряде случаев она заторможена или блокирована. По его представлению, вся регуляция митотической активности клеток осуществляется по принципу торможения или снятия «тормоза». Митотическая активность, или относительное количество делящихся клеток в единицу времени, сильно колеблется. Эта активность, как правило, происходит не за счет изменения длительности митоза, а за счет изменения длительности различных периодов интерфазы.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 160 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

**Цитология наследственности.** В первой половине XX в. интенсивно разрабатывались цитологические аспекты наследственности – кариология. Значительных успехов в этой области достиг русский ботаник С.Г. Навашин, который считается создателем цитокинетики. С.Г. Навашин опубликовал работу в 1916 г., в которой привел тщательное описание хромосомного набора конского гиацинта. Позже на ряде растительных объектов его ученики показали, что кариологический анализ может быть использован для филогенетических выводов.

Кариологические исследования были проведены в 20 – 30-х годах XX в. цитологом П.И. Живаго и его сотрудниками, изучающими кариотип домашних птиц, мелкого рогатого скота и человека. Было выяснено ряд кариотипов и начата разработка вопроса о постоянстве числа хромосом в пределах одного организма. В этот период выходит в свет книга К. Белара «Цитологические основы наследственности» (1928, русский перевод 1934), которая сыграла большую роль в развитии кариологии.

В связи с интенсивным развитием генетики, цитология наследственности трансформировалась в цитогенетику, история которой будет изложена вместе с историей генетики.

**Особенности современной цитологии.** В течение XX в. цитология проделала значительную эволюцию. В начале века в цитологии интенсивно применялись экспериментальные методы исследования. Основным содержанием работ этого периода был анализ физико-химических и физиологических свойств клетки.

В 40 – 50-х годах XX в. цитология превратилась в общебиологическую науку. Ее содержанием стало изучение основных общебиологических вопросов на микроскопическом, субмикроскопическом, макромолекулярном и молекулярном уровнях.

В центре внимания цитологов во второй половине XX оказались не только структура клеток, но и вещества, из которых они построены. Интенсивно проводились исследования процессов, протекающих в клетке и создающих

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 161 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

основу ее жизнедеятельности: передача информации от ДНК к РНК, синтез белка, генерация энергии, активный транспорт веществ и т.д. Такие проблемы классической цитологии как митоз, мейоз, секреция, проницаемость и т.д. исследуются в свете данных об элементарных процессах происходящих в клетке. Достижения современной цитологии используются вирусологией, микробиологией, иммунологией, онкологией и др.

Во многих странах мира, в том числе в России, организованы специальные институты цитологии (в Санкт-Петербурге, Новосибирске). Цитологическая тематика разрабатывается в ряде институтов АН России, АН медицинских наук России (Институты биологии развития, медицинской генетики и др.). В Беларуси цитологические работы проводятся в лабораториях Института генетики и цитологии НАН Беларуси, Центрального ботанического сада, БГУ и других учреждениях.

В последние годы вышли из печати ряд сводок и пособий. Назовем некоторые из них: Заварзин А.А., Харазова А.Д., Молитвите М.Н. «Биология клетки. Общая цитология», СПб, 1992; Свенсон К., Уэбстер П. «Клетка», 1980; Альбертс Б., Брей Д. и др. «Молекулярная биология клетки», в 3 т., 1994 и др. В конце XX в. появляется синтетическая наука о клетке, которую называют биология клетки, или клеточной биологией. В этой науке плодотворно сочетаются как морфологические, так и молекулярно-биологические подходы. Ю.С. Ченцов напечатал учебник для студентов университетов биологических специальностей «Введение в клеточную биологию» (4-ое издание, 2004).

**Физиология клетки** – одно из новых направлений в физиологии. Большие достижения физики и техники в XX в., в особенности электроники, автоматики и вычислительной техники дали в руки физиологов принципиально новые методы сбора и анализа информации, привели к технической революции в этой области знания. Стал возможным точный количественный и временной анализ микропроцессов, происходящих в микрообъектах в микроинтервалы времени. Применение современной техники и новых методов исследования

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 162 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



оказали плодотворное влияние на развитие физиологии. Благодаря применению электронного микроскопа было доказано наличие поверхностной мембраны клетки, толщиной 70 – 80 Å, было обнаружено существование сложных систем внутриклеточных мембран и раскрыта их пространственная организация. Была изучена структура миофибрилл – сократительных элементов мышечных волокон. При помощи электронной микроскопии срезов мышц в сочетании с исследованием рассеивания рентгеновых лучей под малыми углами было установлено, что миофибриллы состоят из двух нитей, различающихся по толщине и химическому составу. Нити одной системы входят своими концами в промежутки между нитями другой системы, между которыми имеются поперечные мостики. Такую структуру миофибрилл установил английский физиолог и биофизик. Э. Хаксли с соавторами в 1955 – 1956 гг. (Нобелевская премия, 1963).

**Мембранная теория.** Физиологические исследования, которые проводились при помощи микроэлектродной техники, и многих биохимических и биофизических методик, выявили значение поверхностной мембраны в жизни клеток. Было установлено, что она является генератором электрических потенциалов, и что свойства поверхностной мембраны определяют транспорт различных веществ в клетку и из нее во внешнюю среду.

Выдающимся достижением общей физиологии было создание **А. Ходжкиным, Э. Хаксли и Б. Катцем** в середине XX в. современной мембранной теории (**Нобелевская премия, 1963**). Возникла новая область физиологии и биологической химии – физико-химическая мембранология, которая занимается изучением проницаемости различных мембран.

Идеи, которые лежат в основе мембранной теории биоэлектрических потенциалов, оказали большое влияние на разработку различных проблем физиологии.

**Исследование проведения нервных импульсов** в 40 – 50-х годах XX в. показало, что возбуждение в миелиновых нервных волокнах распространяется не

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 163 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

непрерывно вдоль всего волокна, а скачкообразно от одного перехвата Ранвье к другому. По современным представлениям, эти перехваты выполняют функцию ретрансляционных станций, генерирующих импульсы такого напряжения, которое достаточно для возбуждения следующего перехвата. Миелиновая оболочка, которая покрывает межперехватные участки, служит изолятором. Такой тип проведения нервных импульсов обеспечивает большую скорость по сравнению со скоростью непрерывного проведения, которое имеет место в безмиелиновых нервных волокнах и большую энергетическую экономичность проведения.

**Изучение двигательных функций.** В.А. Энгельгардт и М.Н. Любимова в 1939 г. установили, что сократительный белок мышцы – миозин – обладает аденозинтрифосфатазной активностью. **А. Сцент-Дьердьи (Нобелевская премия, 1937)** обнаружил в мышце белок актин и установил, что актомиозиновые нити укорачиваются под влиянием АТФ. Было выявлено единство принципа функционирования, химической динамики и энергетики самых разных клеток, которые обладают подвижностью.

А. Хаксли (1957) создал теорию мышечного сокращения, согласно которой при сокращении происходит скольжение и сближение актиновых и миозиновых нитей, которые образуют миофибриллу.

**Изучение возбуждения и торможения.** Одним из наиболее дискуссионных вопросов этой проблемы был вопрос о том, является ли торможение самостоятельным процессом или возбуждение и торможение как считали Н.Е. Введенский и А.А. Ухтомский – два проявления единого по своей природе процесса. Особенно значительный вклад в разработку этой проблемы был внесен в 50 – 60-х годах XX в. английским ученым **Дж. Эклсом (Нобелевская премия, 1963).**

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 164 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

## 6.2 Развитие биофизики

**Биофизика** – это наука о физико-химических и физических процессах, которые протекают в биологических системах, начиная с молекул и клеток и кончая биосферой в целом. Она изучает влияние на них различных физических факторов. Биофизика – наука XX в. Молекулярная биофизика изучает структуру и функциональные свойства макромолекул и других биологических соединений.

Биофизика клетки рассматривает физико-химические процессы, которые лежат в основе жизнедеятельности клетки и роль в них внутриклеточных, особенно мембранных структур.

Биофизика сложных биологических систем изучает взаимодействия и взаимную регуляцию биологических процессов на уровне тканей, организма и сообществ организмов различной степени сложности, их математическим моделированием. Эта наука развивалась по пути объединения и взаимопроникновения биологических подходов с идеями и методами физики, математики, физической химии.

Первые попытки применить законы физики к изучению организма (восприятие звука и света, кровообращение) относятся к XVII в. В XIX – начале XX в. были заложены основные представления о принципах энергетики организмов (Р. Майер), физических основах функционирования органов зрения, слуха, взаимодействия света с биологическими структурами (Г. Гельмгольц, К.А. Тимирязев и др.).

Биоэлектрические и осмотические явления в тканях и клетках изучали многие ученые (Э. Дюбуа-Реймон, Ю.Бернштейн и др.).

Путь физики в биологию был предначертан в книге немецкого физика Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения биофизики?» (1945), в которой было показано, что вопросы теоретической генетики близки физикам. Такой раздел как математическая биофизика связана со многими областями биологии. Она описывает в математической форме количественные закономерности роста, деление клеток, возбуждение и т.д., а также анализирует сложные физиологические процессы высших организмов.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 165 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



Большую роль в формировании биофизики и разработке ее методологической основы сыграл американский биолог Ж. Лёб и его школа. Он неуклонно проводил идею физико-химической целостности биологических систем в своих основных трудах «Динамика живого вещества» (1905) и «Организм как целое с физико-химической точки зрения» (1920). Возникло физико-химическое направление в биологии.

Школе Ж. Лёба принадлежит ряд крупных открытий. Была создана теория антогонизма ионов различной валентности и показана роль, антогонизма в биологических процессах. В 1930 г. Он основал постоянный симпозиум по количественной биологии, на котором ежегодно обсуждались вопросы биофизики.

**Энергетическое направление** в биофизике возникло в 30-х годах XX в. Ряд ученых изучали процессы теплообразования при мышечной и нервной деятельности (А.В. Хилл, О. Мейергоф).

Во второй половине XX в. интенсивно развивались многие области биофизики: термодинамика открытых биологических систем, исследования сопряжения энергетических процессов с процессами превращения и транспорта веществ в мембранных структурах клетки и тесно связанных с ними биоэлектрических явлений, изучение механизма мышечного сокращения и других форм движения (Г.М. Франк), биофизических основ фитобиологических процессов (А.А. Красновский и др.).

Белорусский советский биофизик академик АН Беларуси А.А. Шлык (специалист в области фотобиологии, биохимии, биофизики и физиологии растений) публикует монографию «Метод меченых атомов в изучении биосинтеза хлорофилла» (1956).

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 166 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

### 6.3 Успехи в области генетики

Генетика (от греч. *genesis* – происхождение) – наука о наследственности и изменчивости. Интенсивно стала развиваться в начале XX в. Название «**Генетика**» было предложено английским ученым **У. Бэтсоном**, в 1906 г. Бурное развитие генетики в первой четверти XX в. было обусловлено как запросами сельского хозяйства, которое нуждалось в детальной разработке проблем наследственности у растений и животных, так и успехами биологических дисциплин: цитологии, эмбриологии, физиологии, биохимии и др. Успехи в этих науках подготовили почву для углубленного изучения законов наследственности и материальных носителей наследственных факторов[14, 31].

К началу XX столетия было накоплено много сведений о природе скрещивания (Т.Э. Найт, О. Сажрэ, Ш. Ноден и др.). Появились гипотезы о природе наследственности. Одна из них, «временная гипотеза пангенезиса» Ч. Дарвина, которая изложена в последней главе его труда «Изменения домашних животных и культурных растений» (1868). В этой работе Дарвин обобщил всю литературу того времени о скрещиваниях и о явлениях наследственности. Назовем еще одну умозрительную гипотезу о природе наследственности – гипотеза ботаника К. Нэгели, которую он изложил в работе «Механико-физиологическая теория эволюции» (1881). Он высказал предположение, что наследственные задатки передаются лишь частью вещества клетки, которую назвал он идиоплазмой. Негели полагал, что идиоплазма состоит из молекул, соединенных друг с другом в крупные нитевидные структуры – мицеллы. Следует отметить теорию зародышевой плазмы, автором которой является А. Вейсман (1892). Он назвал носителя наследственных факторов – хромосомами (от греч. *chroma* – цвет, краска).

Особое место в истории учения наследственности занимает творчество французского растениеведа **О. Сажрэ (1763 – 1851)**. На основании своих исследований по гибридизации тыквенных он пришел к выводу, что признаки в гибриде не сливаются, а перераспределяются. Он первый понял

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 167 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

корпускулярный, дискретный характер наследственности. Сажрэ разграничил учение о наследственности от эмбриологии и онтогенетики. С его работ начинается собственно научная генетика.

Исследования биологов второй половины XIX в. сыграли выдающуюся роль в формировании генетики как науки. К концу XIX в. благодаря работам многих биологов, открывших хромосомы, изучивших митотическое и мейотическое деление ядра, изучавших процесс оплодотворения у животных и растений была подготовлена почва для быстрого признания законов Г. Менделя после их переоткрытия в 1900 г. К. Корренсом, К. Чермаком и Г. де Фризом.

**Г. Мендель (1822 – 1884)** открыл законы наследственности. Проводя тщательные эксперименты по скрещиванию сортов гороха, изучая несколько поколений гибридов, скрещиваемых между собой, он пришел к обобщениям фундаментальной важности:

#### 1. Явление неравнозначности наследственных элементарных признаков.

Явление расщепления признаков гибридных организмов в результате их последующих скрещиваний. Установлены количественные закономерности расщепления.

Определение соотношения доминантных и рецессивных задатков среди форм, которые с виду не отличаются от доминантных, но являются гетерозиготными по своей природе.

Работы Г. Менделя, выполненные в 1856 – 1863 гг. не получили в свое время никакого признания и остались неизвестными вплоть до вторичного их переоткрытия.

**Развитие биометрических методов изучения наследственности.** Появление этих методов в генетике было вызвано тем, что делать заключение о генетических различиях между видами, разновидностями, сортами и линиями



Начало

Содержание



Страница 168 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



можно только на основании большого числа особей. Многие ученые начали применять в конце XIX начало XX столетия биометрические методы при изучении наследственности (А. Кэтле, Ф. Гальтон, К. Пирсон). Наиболее серьезное и ставшее классическим исследованием в этой области было выполнено в 1903 – 1909 гг. В. Иоганнсоном, который обратил внимание на изучение генетически однородного материала (чистые линии). Он дал точное определение генотипа и фенотипа и заложил основы современного понимания роли индивидуальной изменчивости.

*Фенотип организма – это совокупность внешних признаков, тех, которые мы можем наблюдать: морфология, физиология, поведение. Генотип – это наследуемая генетическая организация.*

**Цитологические основы генетики** были заложены в конце XIX начало XX столетия исследованиями многих биологов. Цитологи обнаружили материальные структуры наследственности – хромосомы.

Г. Мендель установил, что проявление каждого наследственного фактора не зависит от других факторов. Это подтвердил экспериментальный анализ моно-, ди- и тригибридного скрещивания. После переоткрытия менделевских закономерностей ряд ученых начали изучать это явление у многих животных и растений. Например, У. Бэтсон и Р. Пиннет, изучали наследование окраски венчика и формы пыльцы у душистого горошка, у которого зарегистрировали расщепление в отношении 35:3:3:10 вместо 9:3:3:1 согласно Менделю при дигибридном скрещивании. Это явление авторы и называли «взаимным притяжением факторов», но объяснить его они не могли.

Этим вопросом стал детально заниматься американский генетик Т.Г. Морган со своими сотрудниками К. Бриджесом и А. Стертевантом на плодовой мушке дрозофиле *Drosophila melanogaster*. Было обнаружено у этого объекта большое количество разнообразных мутаций. Многообразие мутаций позволило Моргану приступить к генетическим опытам. Он установил, что гены, которые находятся в одной хромосоме, передаются при скрещиваниях совместно, т.е. сцеплены друг

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 169 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

с другом, и они располагаются в одной хромосоме. Сцепление генов в хромосомах Морган получил при изучении наследования признаков сцепленных с полом.

В развитии генетики в период ее становления выделяют два этапа. Первый, который базируется на гибридологических исследованиях, связан с открытием Менделя – доказательством наличия элементарных наследственных факторов, установлением характера взаимодействия этих факторов и выяснением количественных закономерностей в расщеплении признаков при скрещиваниях. Во втором этапе было доказано, что носителем наследственных факторов являются хромосомы. Т. Морган сформулировал и экспериментально доказал положение о сцеплении генов в хромосомах.

**Проблема внутрихромосомной локализации генов** занимала умы многих генетиков. По мере выявления все новых и новых мутаций увеличивался объем сведений о локализации отдельных генов в той или иной хромосоме. При решении этого вопроса большую роль сыграло изучение Морганом явлений нарушения сцепления генов в результате обмена участками между хромосомами, названного им кроссинговером. За выдающиеся исследования в области генетики **Т. Морган** был удостоен **в 1933 г. Нобелевской премии**.

Значительным событием в генетике были работы Стертеванта, который составил первую карту половой X – хромосомы дрозофилы. Он построил ее на основании численных данных по сцеплению и кроссинговеру, наблюдаемых у шести сцепленных с полом генов. К 1916 г. у дрозофилы была изучена локализация в хромосомах сотен генов, и они были картированы по всем четырём хромосомам.

Немецкому ученому К. Штерну удалось при помощи транслокации (переноса оторвавшегося куска одной хромосомы на другую хромосому) перенести кусок Y – хромосомы дрозофилы к X – хромосоме, после чего последнюю можно точно было обнаружить на цитологических препаратах. Возникшая при этом линия мух имела два генетических отличия, их X – хромосома несла два легко обнаруживаемых фенотипически маркирующих рецессивных гена. Методика маркирующих генов

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 170 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

сыграла большую роль в генетических исследованиях.

Выдающимся достижением экспериментальной генетики в 30-е годы XX в. была разработка приемов искусственно вызывать мутации при помощи разнообразных физических и химических агентов (радия и рентгеновских лучей). За изучение явлений сцепления и кроссинговера, а также открытие искусственного мутагенеза **Г. Меллеру** была присуждена в **1946 г. Нобелевская премия**. С этих пор в изучении проблемы изменчивости начался новый период. Мутагенный эффект облучения был исследован на многих объектах. Было показано, что под действием облучения возникают мутации различных типов. В этот период была сформулирована теория, которая описывала кинетические зависимости инактивирующего и мутагенного эффекта ионизирующих излучений – «теория мишени» (Н.В. Тимофеев-Ресовский, М. Дельбрюк, Р. Циммер).

В.В. Сахаров (1932, 1938) и М.Е. Лобашев (1934, 1935) работали над проблемой химического мутагенеза. Несколько позже И.А. Рапопорт и Ш. Ауэрбах установили мощное мутагенное действие некоторых химических веществ.

**Классификация мутаций.** Большой материал, который был накоплен в середине XX в. в области изучения наследственной изменчивости, дал возможность создать классификацию типов мутаций. Было установлено три типа мутаций – *генные, хромосомные и геномные*. К генным мутациям относятся изменения, которые затрагивают лишь один ген. Хромосомные мутации, т.е. изменения в структуре хромосом, подразделяются на несколько типов: *транслокации, дупликации, инверсии, делеции*. Все эти типы хромосомных перестроек объединяют под общим названием – **хромосомные аберрации**. Геномные мутации это те, при которых происходит изменение числа хромосом.

В XX столетии многим генетикам удалось искусственно получить **полиплоиды** различных организмов. В 1927 г. Г.Д. Карпеченко впервые в мире создал новый организм, который не встречается в природе. В этом организме хромосомы редьки объединились с хромосомами капусты. Автор этой работы считал, что



Начало

Содержание



Страница 171 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



она может рассматриваться как экспериментальное обоснование теории гибридного происхождения полиплоидных видов. Позже было установлено, что полиплоидия имеет место и в мире животных (Б.А. Астауров и др.).

**Генетические основы эволюции.** После переоткрытия законов Г. Менделя и доказательства, что факторы, которые определяют развитие наследуемых признаков, передаются потомству не дробясь, было очень важным для развития эволюционного учения. В генетике сложились представления, что все мутации, которые возникли в естественных условиях, не исчезают, а переходят либо в рецессивное состояние, либо остаются доминантными.

В начале XX в. английский математик Г. Харди пришел к выводу, что в неограниченно больших популяциях при условии свободного скрещивания, при отсутствии давления мутаций, миграций и отбора относительная численность гомозиготных и гетерозиготных особей будет сохраняться постоянной при условии равенства произведения числа гомозиготных особей квадрату половины числа гетерозиготных форм. Согласно закону Харди, который часто называют законом Харди – Вайнберга, в популяции при наличии свободного скрещивания должно существовать определенное и равновесно поддерживаемое распределение мутантных форм.

С.С. Четвериков в своих работах подробно рассмотрел биолого-генетические основы эволюции и заложил основы новой научной дисциплины – популяционной генетики. В ее развитие видную роль сыграли исследования выдающихся генетиков XX в. С. Райта, Р. Фишера, Н.П. Дубинина, Ф.Г. Добжанского.

С.С. Четвериков и его ученики Д.К. Беляев, Д.Д. Ромашов, С.М. Гершензон, П.Ф. Рокицкий впервые провели экспериментально-генетический анализ природных популяций дрозофилы, который подтвердил насыщенность популяций рецессивными мутациями. К аналогичным выводам пришли Е.А. и Н.В. Тимофеевы-Ресовские. Идеи и представления Четверикова стали основой для дальнейшего изучения генетики популяций.



Начало

Содержание



Страница 172 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

В первой половине XX в. было установлено, что сохранение и распространение мутаций в популяции определяется генетико-автоматическими процессами (Н.П. Дубинин, Д.Д. Ромашов). С. Райт назвал это явление «дрейф генов в популяции», а С.С. Четвериков – «генетико-стохастическим».

Генетики в середине XX в. стали интенсивно исследовать микроорганизмы. Эти объекты исследования обладали тем преимуществом, что они давали большие популяции, быстро размножались, имели предельно простой генетический аппарат – их хромосомы состоят из одной молекулы ДНК. С развитием генетики микроорганизмов она перешла на молекулярный уровень исследований, которые принесли разгадку многих тайн организации живого. Это мы рассмотрим в следующей главе.

**Генетика в Беларуси.** Ведущим учреждением, в котором проводились генетические исследования в республике, является Институт генетики и цитологии НАН Беларуси. Он был создан в 1965 г. на базе отдела генетики и цитологии АН БССР (образован в 1963 г.)[9].

Основателем и первым директором Института был выдающийся ученый-генетик, академик НАН Беларуси Н.В. Турбин.

В 1971 – 1994 гг. Институт возглавляла ученица Н.В. Турбина, известный ученый в области генетики растений академик Л.В. Хотылева.

Создание Института генетики и цитологии дало в свое время мощный стимул активному развитию фундаментальных генетических исследований в Беларуси. Работы по проблемам гетерозиса, полиплоидии, мутагенеза, нехромосомной наследственности позволили Институту быстро приобрести известность и научный авторитет, как в стране, так и за рубежом, стать крупным научно-исследовательским центром генетических исследований в Беларуси и странах СНГ.

В разное время в Институте работали выдающиеся ученые генетики – академики АН БССР А.Р. Жебрак, П.Ф. Рокицкий, член-корреспондент АН БССР А.Н. Ипатьев.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 173 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

В настоящее время в Институте в 11 лабораториях и 2 тематических группах ведутся работы по таким фундаментальным направлениям как:

- изучение генетических процессов регуляции жизнедеятельности растений с целью управления их продуктивностью, качеством, устойчивостью;
- изучение структурно-функциональной организации и изменчивости геномов, генетическая и клеточная инженерия;
- изучение генетических проблем устойчивости и изменчивости организмов в условиях техногенного загрязнения среды (биотических и абиотических факторов).

За годы своего существования Институт генетики и цитологии НАН Беларуси внес значительный вклад в решение ряда фундаментальных и прикладных проблем генетики, представляющий большой интерес для сельского хозяйства, здравоохранения и охраны окружающей среды.

Многие фундаментальные исследования, выполненные в Институте, привели к важным практическим результатам. Созданы новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур: тритикале, сахарной свеклы, томатов, перца сладкого и горького, сои, бактериальные препараты с эффективной защитой растений от болезней, лечебно-профилактический молочный продукт Лактан, новые генетические программы, повышающие эффективность селекционного процесса.

В Институте имеется уникальный Генетико-селекционный комплекс, в состав которого входят теплицы, климатические камеры, установки ускоренного выращивания растений и др. оборудование. Наличие комплекса позволяет получать две-три репродукции в год, что значительно ускоряет работу с сельскохозяйственными растениями.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь на Институт возложены функции Национального координационного центра биобезопасности. Центр осуществляет сбор информации о законодательстве и научных исследованиях по вопросам биобезопасности в других странах, разработку законодательных и нормативных актов по вопросам использования генетически измененных организмов



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 174 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



в народном хозяйстве, а также организует научную экспертизу безопасности генно-инженерных организмов и продуктов на их основе.

В БГУ, ГГУ и других учреждениях проводились и проводятся генетические исследования по современным проблемам генетики.

#### 6.4 Развитие аналитической и экспериментальной эмбриологии, цитоэмбриологии и онтогенеза растений

Эмбриология (от греч. *embryon* – зародыш и ...логия) – наука о зародышевом развитии, в широком смысле – наука об индивидуальном развитии организмов.

Каузально-аналитический метод в эмбриологии связан с исследованиями и теоретическими взглядами немецкого анатома и эмбриолога **В. Ру (1850 – 1924)**. По его мнению, причины, которые управляют индивидуальным развитием, могут быть выяснены при помощи экспериментальных исследований. Применение экспериментального метода к изучению процессов онтогенеза заключается в том, что сложная организованная система развивающегося организма и условия среды, необходимые для осуществления развития, расчленяются на отдельные компоненты. Эти компоненты Ру назвал факторами, или причинами процесса развития. По его представлению, детерминирующими факторами развития являются такие компоненты организма или окружающей среды, от которых зависит направление и качественные особенности его развития.

Идеи и представления Ру о механике развития организма легли в основу многих экспериментальных исследований его современников.

В. Ру, основываясь на своих опытах, и опытах других ученых сформулировал мозаичную теорию развития. Он писал, что развивающаяся гастрולה лягушки и формирующийся из нее зародыш, начиная со второго дробления – это мозаичное образование, которое состоит, по крайней мере, из четырех вертикальных, независимо развивающихся частей.



Начало

Содержание



Страница 175 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

Аналитическое и экспериментальное изучение онтогенеза интенсивно проводилось в первой половине XX в. Многие ученые изучали закономерности превращения частей оплодотворенного яйца или зародыша на стадии бластулы в органы и системы сформированного организма. Немецкий эмбриолог В. Фогт наносил красочные метки на отдельные участки поверхности бластулы амфибий и наблюдал за превращением этих меток. Это дало возможность установить, что одни метки на последующих стадиях оставались на поверхности, входя в состав покровов и закладки нервной системы, другие погружались вглубь зародыша, образуя закладки хорды и осевой мезодермы.

Советский биолог А.Г. Гурвич в своих работах сформулировал теорию биологического поля, которую сформулировал в книге «Теория биологического поля» (1944). В ее основе представление об элементарных анизотропных клеточных полях, синтезирующихся в поле целого (эмбриональной закладки органа или организма) по правилам сложения векторов. Теорию поля продолжали разрабатывать другие эмбриологи.

Исследования закономерностей клеточного и тканевого дифференцирования и роста проводились рядом ученых (А. Вейсман, А. Кюн).

Многие специалисты изучали процессы роста организма. С. Броди в США, Дж. Хаксли в Англии и И.И. Шмальгаузен в СССР пришли к выводу, что закономерность между размерами зачатка, органа или целого организма и временем может быть выражена уравнением параболы. Шмальгаузен показал, что процесс роста может быть охарактеризован константой К, которая является произведением удельной скорости роста  $Cv$  и возраста  $t$ :

$$Cv \cdot t = K.$$

Удельная скорость роста равна:

$$CV = \frac{dt}{dv} \cdot \frac{1}{V}$$



Начало

Содержание



Страница 176 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

1 представляет бесконечно малое превращение за бесконечно малый отрезок времени, отнесенная к единице размера.

Примечательным событием в эмбриологии была разработка **Г. Шпеманом** концепции организационного центра или организатора, и ее формообразовательного воздействия на эктодерму – эмбриональной индукции (**Нобелевская премия, 1935**). По представлению Шпемана и его последователей, эмбриогенез следует рассматривать как цепь индукционных процессов.

Оригинальная трактовка об эмбриональной индукции, принадлежит М.А. Воронцовой (1960) и Б.П. Токину (1959). Первая рассматривала процессы онтогенеза как проявления общей всем живым существам способности к регуляции. Например, при индукции центральной нервной системы хордомезодермальным зачатком происходит регулятивное дополнение части до целого и образуется единая система осевых органов. Б.П. Токин рассматривает индукцию как следствие стимуляции индуктором способности соматических клеток к развитию целого организма.

Развитие эмбриологии в Беларуси началось в 20 – 30-х годах XX столетия с открытием БГУ. С середины этого века и позднее исследования велись и ведутся в медицинских институтах и Институте физиологии АН БССР. Изучены закономерности формирования вегетативной нервной системы (Д.М. Голуб, И.М. Турецкий и др.), эмбриогенез органов млекопитающих и человека (П.Я. Герке). Установлены взаимосвязи между развитием органов и их иннервацией, множественность и многосегментность путей иннервации внутренних органов (Д.М. Голуб, А.С. Леонтьук и др.). Обосновано использование закономерностей эмбрионального развития в эксперименте и медицинской практике для создания новых нервных путей и центров внутренних органов (**Д.М. Голуб, Государственная премия СССР, 1973**).

**Цитоэмбриология растений.** Цитоэмбриология растений сформировалась в начале XX в. В этот период и позже началось более детальное и глубокое исследование цитологии и эмбриологии высших растений. Для многих



Начало

Содержание



Страница 177 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



покрытосеменных было описано развитие и строение семяпочек, приведена классификация их типов, прослежена эволюция от более примитивных крассинуцеллятных с двумя покровами семяпочек к более высокоразвитым темуинуцеллятным с одним покровом семяпочек (Ф. Нетолицкий, 1926; М.И. Савченко, 1971).

У многих видов растений, гибридов, гаплоидов и др. были детально описаны разные фазы мейоза при микро- и макроспорогенезах, установлены особенности как нормального, так и нарушенного течения мейоза (Г.Д. Карпеченко, К. Дарлингтон и др.).

У разных видов покрытосеменных учеными были описаны разные типы развития и строения мужского гаметофита и спермиев, а также темпы их развития и эволюция от более примитивного, двухклеточного к более прогрессивному трехклеточному типу пыльцы (В.А. Руми, П. Махешвари и др.).

Многие биологи изучали разные типы женского гаметофита покрытосеменных и дали классификации, которые отражают эволюцию зародышевого мешка от более примитивного моноспорического к более высокоорганизованному тетраспорическому типу (К. Шнарф, И.Д. Романов и др.).

В середине XX в. ботаники стали уделять внимание опылению и оплодотворения у растений. И.М. Поляков рассматривает эти процессы как единый процесс, разделенный на три фазы: прогамную (предбрачную), фазу гамогенеза (зарождение путем брака) и постгамную. Это представление о трехфазности процесса оплодотворения признается многими учеными, и оно вошло в научную литературу.

По оплодотворению у покрытосеменных написаны обзоры Б. Вазара (1955, 1958), И.М. Полякова (1950, 1955), Е.Н. Герасимовой-Навашиной (1955) и др.

**Зародыш и эндосперм.** Наиболее значимыми работами в этой области являются работы французского ученого Р. Суэжа, который исследовал развитие и строение зародышей у представителей многих семейств покрытосеменных, описал и классифицировал ряд их типов.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 178 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)

К. Уардлоу в монографии «Эмбриогенез у растений» (1955) описал строение и развитие зародыша у водорослей, мхов, хвощей, плаунов, папоротников, голосеменных и покрытосеменных. Он установил, что развитие и строение яйцеклетки, зиготы и зародыша зависит от генетических, физических, химических и физиологических факторов. Он показал, что зигота является очень сложной реактивной системой, которая могла возникнуть в процессе длительной эволюции.

Обзоры о строении и функции эндосперма издали Я.С. Модилевский (1950), Р. Вундерлих (1959), М.И. Худяк (1963) и др. В них описаны разные типы строения и развития эндосперма, показана важная роль эндосперма в развитии зародыша, семени и плода.

**Апомиксис.** В начале XX в. ботаники начали детально изучать явление апомиксиса. В настоящее время выявлены следующие основные его типы: партеногенез редуцированный и нередуцированный, сущность которых заключается в том, что развитие зародыша из яйцеклетки происходит без оплодотворения с гаплоидным или диплоидным числом хромосом. Следующий тип апомиксиса – апоспория – развитие зародышевого мешка из клеток нуцеллуса или покрова семяпочки и, наконец, нуцеллярная эмбриония – развитие зародыша из клетки нуцеллуса и интегументальная эмбриония – развитие зародыша из клетки покрова семяпочки (Д.Ф. Петров, 1963; С.С. Хохлов, 1970 и др.).

**Электронно-микроскопические исследования** начали интенсивно проводиться в середине XX в., особенно широко этот метод используется при изучении генеративных органов голосеменных и покрытосеменных. На субмикроскопическом уровне исследуются стенки пыльника, покровы семяпочки, микро- и макроспорофиты, мужской и женский гаметофиты, зародыш и эндосперм у разных представителей покрытосеменных (У. Дженсен и др.).

Было показано, что цитоэмбриологические исследования имеют важное значение для систематики покрытосеменных (М.С. Яковлев, Л.В. Кудряшов, Е.И. Савич, П. Мехешвари и др.). В результате этих исследований представления о биологии

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 179 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

цветения, опыления и плодоношения многих культурных и дикорастущих полезных растений значительно расширились. Было установлено, что неблагоприятные внешние условия, мутагенез, гибридизация, гаплоидия и полиплоидия нарушают правильность течения эмбриональных процессов и приводят к понижению фертильности.

В середине XX в. многими учеными проводились исследования физиологии и биохимии эмбриональных процессов с помощью цито- и гистохимических методик. Было показано, что опыление вызывает подъем физиологической активности и приток большого количества пластических, физиологически активных веществ, ферментов и витаминов к растущим и развивающимся женским генеративным органам. Рядом ученых установлено, что в зависимости от возраста и химизма пестиков рост пыльцевых трубок протекает нормально, замедленно, ускоренно или останавливается. В этой области особенно много сделали в СССР Н.В. Цингер, которая изучала физиологию семяпочек, семян и плодов некоторых покрытосеменных растений.

Большое внимание многими учеными в этот период уделялось культуре пыльников, микроспороцитов и пыльцы на искусственной среде. Было установлено, что на этой среде мейоз, развитие микроспор и мужского гаметофита протекают так же, как и в естественных условиях. Эта методика дала возможность исследовать физиологию и биохимию этих процессов в контролируемых условиях.

С накоплением знаний по цитоэмбриологии растений были опубликованы обзоры по общей и сравнительной цитоэмбриологии покрытосеменных, среди которых мы отметим некоторые: П.А. Баранова (1955), Е.И. Устиновой (1965), Г. Дэвис (1966), И.А. Паламарчук (1970). Вышли сводки по многим частным разделам цитоэмбриологии и руководства по технике цитоэмбриологических исследований.

**Индивидуальное развитие растений.** Важные работы, посвященные онтогенезу растений, были опубликованы рядом ученых в XVIII – XIX вв. Теории, которые объясняли процесс онтогенеза, относятся к XX в. В первой

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 180 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



четверти XX в. ведущее место в физиологии развития растений занимают работы немецкого исследователя Г. Кребса, который развивал представление о развитии как последовательном ряде формообразовательных процессов, сосредоточив основное внимание на зависимости морфогенеза от внешних условий. В этом аспекте проводили исследования многие физиологи растений, причем наибольшее внимание было сосредоточено на роли температуры и света. Влияние температуры на растения изучали многие ученые (Г. Гасснер, Н.А. Максимов, А.И. Поляков и др.). Было установлено, что мерой температурного воздействия может быть число дней, в течение которого прорастающие семена или молодые проростки растений подвергаются пониженной температуре, являющейся обязательным условием развития растений. Такого рода температурную детерминацию Т.Д. Лысенко (1932) предложил называть яровизацией. Этот термин получил широкое распространение.

Следует кратко остановиться на истории лысенковщины, хотя она не имеет отношения к истории биологии как науки. Это материал к политической истории СССР. В нем показаны губительного некомпетентного вмешательство руководства страны в развитие науки. Благодаря усилиям Лысенко и его соратников мичуринская биология была объявлена единственной материалистической, передовой наукой, в основу которой были положены две догмы: а) признание передачи по наследству признаков, приобретенных в течение онтогенеза; б) отрицание существования особого субстрата, обеспечивающего генетическую преемственность признаков. Противники мичуринской биологии квалифицировались как идеалисты, метафизики, преклоняющиеся перед иностранщиной. Деятельность их считалась противоречащей платформе партии и правительства.

Были прекращены исследования в области генетики и смежных дисциплин и развернулись работы, основанные на ложных догмах мичуринской биологии. Кульминацией мичуринской биологии была августовская сессия ВАСХНИЛ (1948), где с итоговым докладом «О положении биологической науки» выступил Т.Д.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 181 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Лысенко. В докладе говорилось, что менделизм – вейсманизм – морганизм чужды советскому народу, прогрессивной мичуринской науке. Пагубность и абсурдность лысенковщины была показана в 70-ые годы XX в. Лысенковщина отбросила развитие биологии в СССР на многие десятилетия назад.

В 1920 г. американские ученые В.В. Гарнер и Г.А. Алланд в своих работах показали, что длина дня (фотопериод) определяет во многих случаях переход от вегетативного к генеративному развитию. Были установлены три фотопериодические типы растений – длиннодневные, короткодневные и нейтральные. Благодаря исследованию реакции растений на фотопериод (фотопериодизм) многих ученых, было в общих чертах выяснено значение фотопериодизма, его распространение в природе и связь с различными сторонами жизнедеятельности растений.

М.Х. Чайхалян (1937) предложил гормональную теорию цветения растений. Согласно этой теории развитие цветков вызывается особым гормоном – флоригеном, который побуждает меристему точки роста к образованию генеративных органов. Гормональная теория цветения получила широкое признание среди ученых многих стран.

Одним из обобщений изучения внутренних факторов онтогенеза является теория циклического старения и омоложения растений Н.П. Кренке (1940) и представления И.В. Мичурина на жизненные фазы плодовых деревьев. Согласно этой теории, каждый индивид проходит возрастные изменения, завершением которых является естественная смерть. Лишь новое растение, которое возникло половым путем, обладает полным потенциалом жизнеспособности. Теория Кренке получила дальнейшее развитие в работах его учеников и некоторых иностранных ученых.

В середине XX в. появилось много работ, которые были посвящены изучению процессов морфогенеза (И.Г. Серебряков и др.). На основании морфогенетических исследований В.В. Скрипчинский (1959) построил общую схему процессов

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 182 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

онтогенеза покрытосеменных растений, которые связаны с воспроизведением новой особи. Она включает следующий ряд морфоструктур: зародыш, кормус, спарангии, споры, гаметы.

Исследования Э. Бюннинга и других показали, что растениям характерны внутренние ритмы некоторых жизненных процессов. В настоящее время выяснено, что многие процессы развития определяются на молекулярном уровне. В.В. Скрипчинский наметил три типа связей развивающегося организма с внешней средой: параллельное течение жизненных процессов и определяющих их изменений внешней среды, ускорение или замедление, детерминация или снятие процессов развития под воздействием специфических факторов среды, временная физическая или физиологическая изоляция растения от внешней среды и прохождение отдельных этапов онтогенеза эндогенным путем.

Таким образом, в XX в. среди ученых сложилось представление, что онтогенез растений животных – это совокупность сложных процессов, которые включают как собственную жизнь индивида от его рождения до смерти, так и воспроизведение новых индивидуумов. Стало ясно, что создание законченной теории онтогенеза растений и животных и нахождение путей управления им кроме исторического подхода, во многом зависит от использования достижений всего комплекса современных биологических наук, а также математики, кибернетики и физики.

**Биология развития.** Традиционно онтогенез изучала эмбриология, из которой в XX в. выделилась биология развития.

Современное изучение биологии развития связано с выяснением механизмов реализации наследственной информации на всех уровнях биологической организации.

Проблема факторов, определяющих направление дифференцировки клеток, была основной задачей изучения механизма развития. Были выяснены в середине XX в. факторы, которые определяют лишь несколько десятков направлений из сотен дифференцировок, составляющих весь процесс развития. Одним из них,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 183 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Заккрыть](#)



действующим уже на ранних стадиях, является ооплазматическая сегрегация. Неоднородность цитоплазмы яйца у большинства видов выявляется еще в оогенезе и внешне выражается в неравномерном распределении желтка, пигмента, положении ядра. Эти различия определяют одну анимально-вегетативную ось, которая обычно соответствует передне-задней оси будущего зародыша.

Вторым фактором дифференцировки является индукция или химическое влияние одного зачатка на другой. Тщательнее других изучен механизм первичной индукции – образование первичной ткани воздействием зачатка хордо-мезодерма на эктодерму. Было показано, что в этом случае индуцирующее влияние может быть осуществлено при помощи веществ, возможно, близких по своей химической природе, но полученных из источников, весьма далеких от естественного индуктора.

В настоящее время общая схема реализации наследственной информации известна. Факторы дифференцировки вызывают активность генов, которые обуславливают синтез специфических белков, определяющих свойства дифференцирующихся клеток. Одной из важнейших проблем оказывается проблема специфического включения генов.

Большое значение в разработке схемы регуляции работы генов имеют исследования французских микробиологов **Ф. Жакобу** и **Ж. Моно**. За разработку схемы дифференциальной активности генов они были удостоены в **1965 г. Нобелевской премии**. Согласно этой схеме, фактор дифференцировки в целом малоспецифичен, но они могут включить строго специфичные гены, если действуют в качестве эффектора на клетку, компетентную к этой дифференцировке. Действие одного из факторов означает реализацию одной из ранее predetermined возможностей развития.

По современным представлениям, в клетке, с которой начинается онтогенез, заложена определенная программа дальнейшего развития организма в виде кода наследственной информации. В ходе онтогенеза эта программа реализуется в процессах взаимодействия между ядром и цитоплазмой в каждой клетке зародыша,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 184 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

между разными его клетками и между клеточными комплексами.

Наследственный аппарат, который кодирует синтез специфических белковых молекул, определяет лишь общее направление морфогенетических процессов, конкретное осуществление их зависит в большей или меньшей степени от воздействия внешних условий.

Основными направлениями исследований биологии развития являются:

- изучение механизмов регуляции функции геномов, генетика развития;
- исследование механизмов клеточной дифференцировки;
- проблема становления формы отдельных видов тканей и всего организма.

Эти вопросы изучаются в Институте биологии развития РАН, МГУ и других учреждениях. Вышло ряд обзорных монографий в серии «Проблемы биологии развития». Назовем некоторые из них: «Внешняя среда и развивающийся организм» (М., 1977). В этой книге представлены обзоры о влиянии на организм различных факторов внешней среды (температуры, радиации, гравитации и др.). М.В. Мина и Г.А. Клевзаль в монографии «Рост животных» (М., 1976) рассматривают проблему роста животных. Генетические аспекты онтогенеза представлены в книгах: Л.И. Корочкина «Введение в генетику развития» (М., 1999) и Р. Рэфф, Т. Кауфман «Эмбрионы, гены, эволюция» (М., 1986).

### Контрольные вопросы и задания

1. Каковы достижения в области цитологии и физиологии клетки в XX веке (А.А. Заварзин, Н.К. Кольцов, С.Г. Навашин)?
2. Назовите основные направления развития биохимии.
3. Каковы успехи генетики в XX веке? (Т. .Морган, Г. Меллер, Н.В. Тимофеев-Ресовский, М.Е. Лобашев, Д.К. Беляев).



Начало

Содержание



Страница 185 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

4. Сделайте анализ этапов истории развития генетики в Беларуси (Н.В. Турбин, П.Ф. Рокицкий).
5. Каких успехов добились аналитическая и экспериментальная эмбриология?
6. Назовите основные направления цитоэмбриологии и онтогенеза растений.
7. Каковы основные достижения в области биологии развития (В. Ру, И.И. Шмальгаузен, Г. Шпемен, Ф. Жакобу, Ж. Моно)?



*Начало*

*Содержание*



*Страница 186 из 252*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*



# ГЛАВА VII. ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗМОВ

## 7.1 Эволюционная теория

**Эволюция** (от лат. *evolutio* – разворачивание) биологическая – развитие организмов от более низких ступеней организации до современных высокоорганизованных форм живых организмов. Некоторые элементы теории эволюции встречаются в трудах Гераклита, Демокрита и других ученых. Первую более или менее стройную теорию эволюции разработал Ж.Б. Ламарк (1809). Термин «эволюция биологическая» был применен в биологии французским ученым Ш. Бонэ (1760) в эмбриологических работах, а слово «эволюция» впервые употребил М. Хейл (1677) как термин объединяющий индивидуальное и историческое развитие организмов.

Развитие эволюционной теории в первой половине XX в. подразделяют на три периода.

Первый период, который начался с переоткрытием законов Г. Менделя (1900) и продолжался более двух десятилетий. Для этого периода было характерно столкновение новых данных, методов и обобщений генетики не только с доктринами ламаркизма, но и с основными принципами дарвинизма. Эволюционное учение находилось в состоянии кризиса. Возникли новые формы антидарвинизма, как генетический антидарвинизм и т.п.

Второй период приходится на 20 – 30-е годы. В это время появляются новые направления генетики и экологии, которые подготовили научные основы синтеза этих отраслей биологии с дарвинизмом на основе учения о популяциях и естественном отборе: генэкология, геногеография, генетика популяций, эволюционная цитогенетика, учение об отдаленной гибридизации, полиплоидии и др.

Следует отметить, что в 20 – 30-е годы возникли рецидивы механоламаркизма,



Начало

Содержание



Страница 187 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

мутационизма и некоторых других концепций, которые отрицали творческую роль отбора и считали решающими для эволюции наследственные изменения отдельных организмов или наследование приобретенных признаков.

Третий период развития эволюционной теории начался с конца 30 – начало 40-х годов. В этот период формируется концепция, которая известна как синтетическая теория эволюции (СТЭ). И.И. Шмальгаузен именовал эту теорию современным дарвинизмом.

Экспериментальная генетика сыграла выдающуюся роль в изучении наследственности и изменчивости и оказала сильное влияние на теорию эволюции. Данные этой отрасли опровергли идею о наследовании приобретенных признаков, разрушили главные устои механоламаркистской доктрины эволюции.

Вместе с тем взаимоотношения дарвинизма с менделизмом в начале XX в. началось с острого столкновения. Вероятно, главной причиной, которая вызвала, противопоставление генетики дарвинизму было то, что экспериментальные данные генетики в основном истолковывались на основе допущения неизменности наследственного материала. Крупнейшие дарвинисты по-разному отнеслись к менделизму. Например, А. Уоллес выступал против «чудовищных претензий» ряда ученых на замену теории Дарвина менделизмом. К.А. Тимирязев считал, что менделизм служит опорой дарвинизму, устраняет одно из самых важных возражений – нивелирующую роль скрещиваний.

Г. де Фриз (1901 – 1903) выдвинул теорию скачкообразного видообразования, происходящего независимо от влияния внешней среды. По его представлению, роль отбора сводится к устранению неудачных видов. Л. Кено, Ч. Девенпорт и др. создали гипотезу преадаптации, по которой приспособление возникает не в результате накапливающего действия отбора к данным условиям среды, а в результате единичной мутации, случайно оказавшейся полезной. Эти и другие видные ученые (И. Лотси, У. Бэтсон) являются яркими представителями генетического антидарвинизма.



Начало

Содержание



Страница 188 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

В первой четверти XX в. большой популярностью среди биологов пользовался механоламаркизм.

В лагере антидарвинистов оказался академик РАН Л.С. Берг. Теории эволюции Ч. Дарвина он противопоставил теорию «нотогенеза» (1922). Основа этой теории – признание изначальной целесообразности всего живого. Естественный отбор Берг считал консервативной силой, инструментом, который охраняет норму. Эволюция, по его представлению, в основном сводится к разворачиванию предсуществующих зачатков. Она предопределена, совершается большими скачками на основе неизвестных внутренних сил, а факторы внешней среды играют второстепенную роль.

В 20 – 30-х годах появлялись и другие гипотезы и теории эволюции, которые не выдержали проверку временем.

В защиту теории Ч. Дарвина выступили многие выдающиеся биологи мира. Американский ученый В. Келлог (1907) в своей книге «Дарвинизм сегодня» объективно оценил данные, которые свидетельствовали как в пользу, так и против дарвинизма. В 1922 г. вышла работа К.А. Тимирязева «Исторический метод в биологии», а в 1927 г. – труд М.А. Мензбира «За Дарвина». К.М. Завадский в монографии «Развитие эволюционной теории после Дарвина» (1973) подробно осветил эту проблему, показал неопределимое значение теории Дарвина.

В первой четверти XX в. продолжалось интенсивное накопление данных и появление обобщений, благодаря которым произошел в 40-х годах решительный перелом в пользу дарвинизма.

В 20-х годах советским ученым принадлежала ведущая роль в разработке вопросов борьбы за существование и естественного отбора. Например, В.Н. Сукачев с сотрудниками показали, что борьба за существование ведет к отбору наиболее жизнеспособных форм. В 1927 г. была опубликована классическая работа В.Н. Сукачева «К вопросу о борьбе за существование между биотипами одного вида», в которой была показана селективная ценность мелких наследственных

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 189 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



индивидуальных различий, о которых писал Дарвин. Было установлено, что с изменением плотности популяций и условий конкуренции изменяется и направление отбора.

Блестящий анализ взаимоотношений хищников и их жертв, в которых первые играют роль браковщиков вторых, дан в статье А.С. Серебровского «Опыт качественной характеристики эволюционного процесса» (1929).

Г.Ф. Гаузе (1934 – 1939) на простейших и других объектах провел классические исследования борьбы за существование.

В 1930 – 1931 гг. Н.П. Дубинин, Д.Д. Ромашов, С. Райт выяснили эволюционное значение случайных изменений концентрации генов в популяциях, которые возникают в процессе колебания численности особей (генетико-автоматические процессы).

Большое значение имели исследование скорости естественного отбора и характеристика его новых форм, Ф. Добжанским и др., которые показали, что скорость отбора в природных и экспериментальных популяциях часто бывает значительно выше, чем предполагали раньше.

Много внимания в этот период генетики уделяли ненаследственной или модификационной изменчивости и фенотипа. Было установлено, что именно фенотип является объектом отбора, и что эволюция протекает в форме адаптивного преобразования фенотипов.

Проблемы фенотипа и модификационной изменчивости с наибольшей полнотой разработаны в теории стабилизирующего отбора И.И. Шмальгаузен. Суть этой теории состоит в утверждении, что модификации, если они оказываются устойчиво адаптивными, постепенно замещаются мутантными формами, которые имеют тот же фенотип. Стабилизирующий отбор осуществляется на базе селекционного преимущества нормальной организации перед отклонением от нормы. Шмальгаузен считал, что он играет важную роль в прогрессивной эволюции.

Теория происхождения видов Ч. Дарвина была обогащена и дополнена многими



Начало

Содержание



Страница 190 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

биологами, прежде всего И.И. Шмальгаузен и Ф. Добржанским. Отбор, по мнению последнего – не что иное, как избирательная плодовитость, избирательная передача генов новым поколениям. Ф. Добржанский считал, что дарвинское определение отбора как избирательное выживание организмов и его определение не исключают, а дополняют друг друга. И.И. Шмальгаузен (1939) показал, что отбор в естественных условиях осуществляется путем уничтожения менее приспособленных.

Основатели СТЭ глубже обосновали и более детально определили понятие о преобразующей и поддерживающей формах естественного отбора. В середине XX в. Шмальгаузен поставил вопрос об истолковании преобразующей, контролирующей и регулирующей функций отбора в понятиях кибернетики. Дж. Холдейн назвал движущую форму отбора динамической или преобразующей, а стабилизирующую – центрирующей или нормализующей.

**Мутационная изменчивость и дарвинизм.** Многие биологи пришли к выводу, что мутационный процесс не может служить материалом для эволюции путем естественного отбора. Например, Бэтсон (1922) и Иоганнсен (1922, 1926) утверждали, что при изучении мутаций выявляются лишь хромосомные аномалии, которые ничего не говорят о причинах образования адаптаций и новых видов. Многие генетики продолжали отстаивать доктрину мутационизма.

С.С. Четвериков в работе «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926) показал, что природные популяции дрозофилы насыщены разнообразными рецессивными мутациями и с помощью отбора включают в свой состав все новые и новые мутации. Эта и другие работы вели к сближению генетики с дарвинизмом.

В 20-х годах интенсивно проводились эволюционно-генетические исследования (Г.А. Левитский с сотр.) на разнообразных объектах. Было установлено важное значение для эволюции различных хромосомных перестроек (Н.П. Дубинин, Ф. Добржанский, М.С. Навашин).

Н.И. Вавилов и его школа в своих работах привели существенные факты,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 191 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

которые свидетельствуют в пользу дарвинского понимания отношений между наследственной изменчивостью и отбором.

**Проблема вида.** Современные представления о виде были обоснованы в первые десятилетия XX в. А.П. Семеновым-Тян-Шанским, И.К. Пачоским, В.Л. Комаровым и Н.И. Вавиловым. Первый из них показал, что виды различаются между собой по степени обособленности и резкости границ, а также по составу внутривидовых единиц. И.К. Пачоский сформулировал понятие о «биоэкологическом потенциале вида», под которым понимается способность к расселению и дальнейшей эволюции. Реальность видов у растений как географической расы пропагандировал В.Л. Комаров. Он считал, что вид представляет собой неделимую единицу, лишенную каких бы то ни было внутривидовых подразделений.

Синтез генетических и экологических методов в изучении структуры вида и процесса видообразования был очень плодотворным. Исследование экологической внутривидовой изменчивости растений и животных проводили Е.Н. Синская, Д.Н. Кашкаров, В.В. Станчинский (СССР), Ф. Сэмнер и Дж. Клаузен (США), Дж. Грэгор (Великобритания) и др.

В СССР проблемой вида занимались представители двух школ – В.Л. Комарова (монотипическая концепция) и Н.И. Вавилова (политипическая). Н.И. Вавилов на основании детального исследования внутривидового разнообразия большого количества видов растений, разработал учение о центрах происхождения видов и центрах разнообразия форм. Им было показано, что районы, где происходит наиболее интенсивное видообразование, отличаются самым богатым генофондом. Он трактовал виды как «целостные комплексы – системы» и был представителем политипической концепции вида. Взгляды и подходы представителей этих двух направлений дополняли и обогащали друг друга.

Проблема вида и видообразования и в настоящее время является актуальной. Во второй половине XX в. вышли сводки по этой проблеме: Дж. Клаузена «Этапы эволюции вида у растений» (1951), Э. Майра «Зоологический вид и эволюция»

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 192 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



(1963, русский перевод 1968), К.М. Завадского «Вид и видообразование» (1968), С.С. Шварца «Эволюционная экология животных» (1969).

Ученые различают несколько типов видообразования:

1. – путем разделения исходного вида на несколько рас с последующей их адаптивной радиацией и превращением в новые виды;
2. – путем образования нового вида на основе объединения двух или нескольких исходных видов;
3. – путем преобразования исходного вида в один дочерний.

Крупный вклад в эволюционную теорию внес А.Н. Северцов. Разграничив прогресс на биологический и морфофизиологический, он сформулировал учение о главных направлениях эволюции. А.Н. Северцовым была разработана проблема закономерностей эволюции органов и создана система принципов их преобразований (мультифункциональность, расширение, интенсификация, субституция и др.). Он глубоко разработал представление о взаимозависимостях органов (корреляциях и координациях) в онто- и филогенезе. Большим вкладом в эволюционную теорию является его разработка критериев биологического прогресса (экогеографическая экспансия, рост численности, увеличение числа таксонов) и ароморфной эволюции (повышение энергии жизнедеятельности, усложнение организации).

С позиций современного эволюционного учения важнейшими факторами эволюции являются мутации и естественный отбор. Элементарными единицами эволюции являются популяции. Эволюцию подразделяют на **микроэволюцию** – направленное изменение генофонда популяций и **макроэволюцию**. Последняя – это результат интеграции микроэволюционных процессов в широкой исторической перспективе. В макроэволюции проявляются общие закономерности и направления филогенеза. Представления о макро- и микроэволюции, которые сложились в 30-х гг. XX в., называются СТЭ. Во второй половине XX в. опубликовано ряд сводок



Начало

Содержание



Страница 193 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

по теории эволюции: Яблоков А.В., Юсуфов А.Г. (1998), Татаринов Л.П. (1984), Завадский К.М., Колчинский Э.И. (1977) и др.

В заключение следует отметить, что принципиальные положения СТЭ были заложены работами С.С. Четверикова, Р. Фишера, С. Райта, Дж. Холдейна, Н.П. Дубинина. Непосредственными предпосылками для синтеза генетики и теории эволюции были: хромосомная теория наследственности, биометрические и математические подходы к анализу эволюции, закон Харди – Вайнберга для идеальной популяции, результаты эмпирического исследования изменчивости в природных популяциях. В основе СТЭ лежит представление о том, что элементарной единицей эволюции является популяция. Именно она – та реальная целостная система взаимосвязи организмов, обладающая всеми условиями для саморазвития, прежде всего способностью наследственного изменения в смене биологических поколений. Элементарной единицей наследственности выступает ген. Наследственные изменения популяции в определенном направлении происходят под воздействием ряда эволюционных факторов: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, естественный отбор – процесс, который определяет вероятность достижения индивидами репродукционного возраста. Формирование СТЭ открыло качественно новый этап в развитии биологии – переход к созданию единой системы биологического знания, воспроизводящей законы развития и функционирования органического мира как целого.

Развитие молекулярной биологии и генетики в конце XX в. связано с изучением молекулярных основ эволюции, выявлением филогенетической дистанции между разными организмами и особенностей эволюции генома (Ратнер, 1998). Было установлено наличие биохимических отличий даже между близкими видами и что скорость молекулярной эволюции не совпадает со скоростью морфологической эволюции. Молекулярные методы стали составной частью изучения эволюции[4, 14, 32].



Начало

Содержание



Страница 194 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

## 7.2 Успехи эволюционной палеонтологии

К началу XX в. палеонтология достигла определенных успехов в изучении истории органического мира на Земле. Но в свете эволюционного учения были тщательно изучены только некоторые группы животных. Перед палеонтологами в XX в. стояла задача изучить филогению всех организмов, которые способны оставлять следы в слоях горных пород. В течение прошлого столетия в палеонтологии накапливались новые факты, вскрывались новые закономерности, возникали новые проблемы и направления исследований.

Кризис естествознания в начале XX в. выразился в возникновении виталистических антидарвиновских теорий эволюции. Некоторые палеонтологи считали эволюцию строго направленным, внутренне регулируемым процессом. В СССР в 20-е годы XX в. появились две оригинальные теории эволюции, имевшие цель опровергнуть и заменить будто бы устаревший дарвинизм. Автором одной из них был известный зоолог и географ Л.С. Берг, который в книге «Номогенез или эволюция на основе закономерностей» пытался представить эволюцию как predetermined процесс, который протекает под действием автономных, независимых от среды причин. Он считал, что филогенез является строго закономерным процессом и в этом отношении подобен онтогенезу. Геолог и палеонтолог Д.Н. Соболев считал, что теорию Ч. Дарвина нельзя признать эволюционной. Он полагал, что эволюция «не зависит от игры случая», которой пользуется отбор, а происходит направленно по независимым от отбора законам. Соболев и Берг считали эволюцию процессом полифилетическим, в то время как дарвинисты – монофилетическим.

Л.Ш. Давиташвили в своих книгах «Развитие идей и методов в палеонтологии после Дарвина» (1941) и «История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней» (1948) дал критическую оценку с позиций диалектического материализма состоянию в палеонтологии после Дарвина.

В XX в. в палеонтологии было сделано много открытий и находок,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 195 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



которые способствовали развитию эволюционной палеонтологии. Отметим из них наиболее значимые. Всемирную известность приобрели места находок костей наземных позвоночных в Центральной Монголии, где работали палеонтологические экспедиции США (1921 – 1930 гг.), СССР (1946 – 1949 гг.) и Польши (1962 – 1964 гг.). Было добыто большое число скелетов пресмыкающихся мелового возраста и млекопитающих мелового и третичного возраста. Это способствовало изучению их эволюции, экологии и систематики.

В 1938 г. В Индийском океане у юго-восточных берегов Африки была впервые поймана кистеперая рыба – латимерия, которая относится к отряду рыб, считавшихся вымершими около 60 млн. лет тому назад. Эта и другие находки животных, считавшихся давно вымершими, существуют и ныне. А.В. Иванов установил в 1955 г. тип погонофор, за что был удостоен Ленинской премии в 1961 г.

В палеонтологической летописи сохранились формы, которые дают возможность проследить морфологические преобразования в пределах низших систематических категорий (род, семейство, вид, подвид, разновидность). Попытки установить документально возникновение более высоких систематических групп (отрядов, классов, типов) часто оказываются безрезультатными ввиду того, что они очень редки. Отсутствие переходных форм между высокими систематическими категориями палеонтологи-антидарвинисты (Е. Дакке и др.) использовали в качестве главного аргумента в борьбе с эволюционизмом.

Дж. Симпсон (1944) сделал попытку объяснить отсутствие переходных форм между высшими таксонами с позиций СТЭ. Он различал **три формы эволюции: видообразование**, которое доступно изучению; **филетическую эволюцию**, происходящую на уровне рода и семейства и прослеживающуюся палеонтологами в виде линейных рядов типа ряда лошадей; **квантовую эволюцию**, которая за короткое время приводит к коренным изменениям структурных и физиологических систем и появлению новых семейств, отрядов и классов. Сдвиги в эволюции, которые порождают новые классы и типы, он назвал мегаэволюцией. При квантовой

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 196 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

эволюции и тем более мегаэволюции переходные формы отсутствуют, так как существуют недолго и на ограниченной территории, а потому их остатки редко сохранялись. Все формы эволюции, по представлению Симпсона, основываются на мутациях.

Отметим, что при изучении соотношения онтогенеза и филогенеза в классических рядах с так называемыми «профетическими фазами» А.П. Павлову удалось показать, что эти явления получают материалистическое дарвиновское истолкование.

Проблема полифилетического происхождения таксонов. Эта проблема до настоящего времени вызывает дискуссии. Ч. Дарвин допускал только монофилетический путь эволюции, при котором новая группа возникает от одного вида (корня) и в одном географическом районе. Противники Дарвина и некоторые его сторонники допускают полифилию, т.е. развитие новой группы из многих корней в виде параллельных линий.

В XX в. проявились многие данные о полифилетическом происхождении таксонов. Например, было установлено, что класс Млекопитающие происходит из многих корней. По мнению Симпсона, необходимо считать «монофилетическим всякий таксон, если доказано его происхождение от таксона того же ранга по одной или многим линиям». Так как млекопитающие возникли от пресмыкающихся, то они остаются единым классом. Эту точку зрения поддерживают другие зоологи (Э. Майр и др.). Исследования взаимоотношений между явлениями полифилии и параллелизма в эволюции является одной из актуальных задач палеонтологии и СТЭ.

**Взаимодействие истории Земли и жизни.** По современным представлениям ученых, познание истории Земли и жизни в их связи и взаимной обусловленности позволяет реконструировать историю биосферы. Геологические изменения являются первопричиной того непостоянства физико-географических условий на поверхности Земли, без которого эволюция жизни невозможна. Усилиями многих ученых было

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 197 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

установлено, что крупные смены в составе растительного и животного населения суши совпадают с эпохами мощных горообразований, в эпохи же геологического спокойствия эволюция органического мира протекала относительно медленно.

Г. Осборн считает, что согласно закону «адаптивной радиации» после возникновения нового типа организации (класс и т.п.) происходит его расселение и приспособление к разнообразным условиям жизни. Он показал, что у млекопитающих в третичном периоде произошла радиация плацентарных и независимо от нее радиация сумчатых в Австралии. Адаптивная радиация была характерна и другим группам животных, а также растениям. Так, в истории позвоночных выделяются следующие последовательно сменявшие друг друга «волны»: стегоцефалы (карбон), звероподобные ящеры (пермь), мезозойские ящеры, млекопитающие (третичный период) и человек (антропоген).

Согласно СТЭ, новая, более совершенная группа живых существ должна вытеснять старую. Отметим, что смена волн жизни в истории Земли не всегда укладывается в эту схему. Еще недостаточно изучены конкретные факторы и обстоятельства, которые приводили к вымиранию одних групп, их процветанию или всплескам в развитии других.

**Изучение прогрессивной эволюции.** Развитие палеонтологии в XX в. дало много доказательств в пользу прогрессивного характера эволюции органического мира. Однако они получили идеалистическое толкование у ряда палеонтологов (Г. Осборн, Ш. Депере и др.). Эти ученые считали прогрессивное развитие растительного и животного мира целенаправленным процессом. Французский палеонтолог и философ П. Тейар де Шарден рассматривал эволюцию как ортогенетический процесс, который вызывается непостижимыми силами и ведет к человеку. Благодаря человеку биосфера переходит в разумную сферу (или ноосферу). Это понятие ввел в 1927 г. французский философ Е. Леруа. Материалистическое толкование перехода биосферы в ноосферу под влиянием человеческой деятельности дал в 1944 г. В.И. Вернадский.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 198 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



Финалисты противопоставляют свои представления современной СТЭ, сторонники которой будто бы не способны объяснить прогресс.

Проблема эволюционного прогресса успешно разрабатывалась А.Н. Северцовым (1931), И.И. Шмальгаузенем (1939) и другими учеными, показавшими, что прогресс в живой природе нисколько не противоречит дарвинизму и служит блестящим подтверждением диалектико-материалистического мировоззрения.

### 7.3 Достижения эволюционной морфологии, гистологии животных и биологической химии

Дарвинизм сделал проблему филогении одной из центральных задач всего комплекса морфологических дисциплин. Морфологи в первой половине XX в. использовали новые методы исследований. Теория эволюции все шире применяется в разных отраслях морфологии. В начале XX столетия возникает новое направление исследований – эволюционная морфология, в котором воплотились принципы дарвинизма.

Морфологи-дарвинисты подвергли критическому анализ накопленный предыдущими учеными фактический материал и теоретические обобщения под углом зрения теории эволюции.

Большой вклад в развитие эволюционной морфологии внес А.Н. Северцов (1866 – 1936). Вначале он изучал закономерности соотношения развития особи и эволюции, а затем перешел к проблеме главных путей эволюции и исследованию типов филогенетических изменений органов. А.Н. Северцов является основателем морфологической теории эволюции, которая осуществляется путем изменения хода онтогенеза – теории филэмбриогенеза. Эта теория восстановила принцип дарвиновской концепции соотношения онтогенеза и исторического развития – принцип изменяемости в ходе эволюции всех стадий онтогенеза. В конце своей научной деятельности А.Н. Северцов объединяет свои теории филэмбриогенеза,



Начало

Содержание



Страница 199 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

ароморфоза и редукции, учение о типах филогенетических изменений органов и гипотезу эволюции онтогенеза в единой морфологической теории эволюции.

Следующий этап развития эволюционной морфологии продолжил И.И. Шмальгаузен, осуществивший синтез концепции А.Н. Северцова со своей теорией стабилизирующего отбора и данными экспериментальной эмбриологии и генетики.

**Эволюция онтогенеза.** Была разработана гипотеза онтогенеза многоклеточных (А.Н. Северцов и др.). Первичным типом их эволюции была анаболия; архаллакис, девиация и гетерохрония относились к вторичным способам эволюции. Позже проблема эволюции онтогенеза изучалась многими биологами (А.А. Заварзин, Л. Хайман, А.В. Иванов).

А.А. Захваткин (1949) предложил свою гипотезу о путях формирования онтогенеза млекопитающих, которая отвечала на вопрос о происхождении дробления, гастрюляции, о возникновении и эволюции зародышевых листков.

Использование исторического метода в экспериментальной эмбриологии подвело к изучению эволюции формообразовательных механизмов онтогенеза.

**Главные направление эволюционного процесса.** Согласно теории Дарвина сложилось представление об эволюции как постепенном прогрессивном повышении организации. Проблема прогресса в органическом мире Ч. Дарвин представил в общем виде. Последователи его теории предприняли анализ явлений эволюционного прогресса.

Самым крупным событием в области проблемы прогресса явилось создание А.Н. Северцовым (1925) теории ароморфоза, которая объясняла с позиций дарвинизма важнейший путь эволюционного развития. По представлениям А.Н. Северцова, прогрессивная эволюция протекает по четырем основным направлениям. Морфофизиологический прогресс, или **ароморфоз** обеспечивает общее повышение организации. Морфофизиологическое приспособление, или **идиоадаптация** – это адаптация к частным условиям обитания. Ароморфоз и идиоадаптация являются главными направлениями эволюции. Морфофизиологический регресс,



Начало

Содержание



Страница 200 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

или **дегенерация** – это приспособление организма при общем понижении энергии жизнедеятельности. Четвертое направление – ценогенезы, которые обеспечивают приспособительные изменения зародышей. Три последние направления адаптаций не сопровождаются повышением организации, это объясняет факт одновременного существования высокоорганизованных и примитивных форм.

Теория А.Н. Северцова (1939) стала основой для многих работ, которые посвящены изучению путей эволюции живого мира (Н.А. Ливанов, Ю.И. Полянский, В.А. Догель и др.).

Многие биологи изучали явления конвергенции и параллелизма (О. Абель, А.А. Заварзин, Н.И. Вавилов, Л.С. Берг).

Н.И. Вавилов стоял на позиции материалистического объяснения явлений конвергенции и параллелизма их развития. Он показал несостоятельность попыток Л.С. Берга использовать эти явления для опровержения теории Ч. Дарвина о дивергенции.

Знание закономерностей исторического развития организмов служит предпосылкой для решения проблемы филогенетики.

Одну из первых попыток синтеза эмбриологии, генетики и эволюции сделал Г. де Бер (1930). Н.К. Кольцов (1933) рассматривал проблему прогрессивной эволюции в свете теории мутаций. Б. Рене (1960) изучал влияние филогенетических изменений, которые порождаются мутациями на различные этапы онтогенеза.

После выхода в свет работ А.Н. Северцова «Главные направления эволюционного прогресса» (1925) и «Морфологические закономерности эволюции» (1939) ряд ученых интенсивно разрабатывали проблему прогресса в биологии. Дж. Хаксли рассматривал биологический прогресс как процесс последовательного усложнения организации, критериями которого является нарастание сложности, общее повышение жизнедеятельности и появление новых форм. Дж. Симпсон (1944) разделил прогресс на микро-, макро- и мегаэволюцию. Н.В. Тимофеев-Ресовский и др. (1969) признавали существование двух главных типов эволюционного развития:

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 201 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



микро- и макроэволюцию.

И.И. Шмальгаузен (1969) внес существенное уточнение в классификацию главных направлений эволюции А.Н. Северцова. Он различал шесть типов эволюционного развития:

- алломорфоз, который не влечет за собой значительного преобразования организации;
- телеоморфоз, при котором связи организма со средой ограничиваются и организм специализируется и др.

Эволюционная морфология оказала большое влияние на многие биологические науки: гистологию, анатомию, эмбриологию, палеонтологию, физиологию, биохимию и др.

**Эволюционная гистология.** Основы эволюционной гистологии были заложены в первую очередь трудами ученых двух научных школ, которые возглавляли А.А. Заварзин и Н.Г. Хлопин. Советские ученые подошли к изучению эволюции тканей, опираясь на теорию филэмбриогенеза А.Н. Северцова, теорию параллелизма гистологических структур (А.А. Заварзин) и теорию дивергентной эволюции (Н.Г. Хлопин).

В основе теории параллелизма гистологических структур лежит опосредованное организмом действие на них внешней среды, единство формы и функции и их обусловленность эволюционным процессом. Согласно этой теории, филогенетически наиболее древние типы тканей (пограничные и ткань внутренней среды) возникли одновременно. А.А. Заварзин проследил эволюцию нервной системы, соединительной ткани и крови. По представлению этого ученого, развитие тканей не подчиняется ни биогенетическому закону, ни закономерностям дивергентной видовой эволюции.

Сущность теории дивергентной эволюции тканей состоит в том, что историческое преобразование их подчиняется тем же основным закономерностям и идет теми



Начало

Содержание



Страница 202 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

же путями, что и эволюция видов, но имеет свою специфику. Эта эволюция тканей возможна лишь в известных пределах, которые обусловлены четырьмя основными типами тканей. По Н.Г. Хлопину (1946), из первичных тканей (эктодермы и энтодермы кишечнорастворных) возникли первые специализированные ткани: кожный и кишечный эпителий, соединительнотканые структуры, нервная ткань. Филогенез тканей отражается в отноренетическом развитии, а морфологические закономерности в известной мере проявляются и на тканевом уровне. Теория дивергентной эволюции пыталась раскрыть направления тканевой эволюции, объясняла, что развитие тканей – есть адаптивный процесс, который обусловлен изменениями условий среды.

Значение исторического метода в гистологии показано на примере органов чувств позвоночных Я.А. Винниковым, который восстановил картину эволюции анализаторов. Было также отмечено, что филогенез накладывает отпечаток на гистологическую структуру и гистохимию органов чувств.

**Эволюционная биологическая химия.** Некоторые исследования по биологической химии были проведены еще в XIX в. В начале XX в. А.С. Щепотьев в работе «Исследования над низшими организмами» (1910) обобщил разнообразные законы в области биохимии и смежных биологических наук. В ней рассматривается широкий круг вопросов: от сущности эволюции, причин появления новых признаков, изменчивости и наследственности до констатации существенных биохимических различий между видами и объяснения биогенетического закона Геккеля.

В 20 – 40-е годы XX в. происходило интенсивное накопление конкретных сравнительно-биохимических материалов. В этот период прогресс эволюционной биохимии ускоряется в связи с активным изучением проблемы происхождения жизни на Земле (А.И. Опарин, Дж. Холдейн). Представления о закономерностях биохимической эволюции обогащены В.И. Вернадским. Ему удалось вскрыть глобальные закономерности эволюции биосферы, в том числе эволюцию химических элементов. Проблемы сравнительной биохимии изучались учеными различных

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 203 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

научных школ: В.С. Гулевич, Е.М. Крепс, Дж. Нидхем.

Биохимическое подтверждение получило заключение А.О. Ковалевского о принадлежности к хордовым ланцетника, у которого был обнаружен фосфаген, считавшийся исключительной принадлежностью позвоночных. В.И. Нилов (1933, 1934) установил параллелизм в развитии химических процессов. Эту закономерность он подчинил закону гомологических рядов Н.И. Вавилова.

Эволюционно-биохимическими исследованиями было показано, что биохимические системы, причастные к основным проявлениям жизнедеятельности, имеют общий план строения в пределах широкого ряда животных форм. Было установлено, что биохимический механизм сокращения мышечных волокон имеет универсальный характер. В.А. Энгельгард и М.Н. Любимова (1940) показали, что источником энергии для работы мышц является аденозинтрифосфат (АТФ). Позже было установлено, что любой сократительный акт или движение у животных или растений осуществляется за счет энергии АТФ.

Эволюционная биохимия в 50 – 60-е годы XX в. достигла значительных успехов, которые обсуждались на международных симпозиумах, конференциях и конгрессах. Например, в 1961 г. на V Международном биохимическом конгрессе был впервые организован специальный симпозиум по эволюционной биохимии.

В СССР с 1965 г. начал издаваться «Журнал эволюционной биохимии и физиологии», в котором печатаются работы по современным проблемам биохимии.

Были проведены исследования по возникновению и эволюции ферментов. За исследования биохимического механизма **фотосинтеза М. Кальвин был удостоен в 1961 г. Нобелевской премии, а Л. Полинг в 1954 г. – за использование новых методов в создании моделей молекулярных структур сложных органических соединений.**

Было установлено глубокое единство биохимических процессов и структур, которое свидетельствуют о древнем происхождении механизмов биосинтеза, свойственных современным организмам (Дж. Бернал, К. Анфинсен и др.). За



Начало

Содержание



Страница 204 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



изучение строения и активности рибонуклеазы К. Анфинсену совместно с С. Муром и В. Стейном была присуждена Нобелевская премия.

Анализ общих для различных организмов черт превращения энергии дали возможность Г. Кребсу и Г. Корнбергу (1959) говорить о том, что химические процессы, которые совершаются в различных организмах, и различные химические процессы в одном и том же организме обнаруживают определенные общие черты.

## 7.4 Проблема возникновения жизни на Земле

Эта проблема возникла перед человеком с древнейших времен, с той поры, как он начал познавать себя и окружающий мир. За тысячелетнюю историю человечества было выдвинуто много гипотез о путях возникновения жизни на нашей планете и о месте человека в системе живых существ. Однако только после создания Ч. Дарвином теории происхождения видов и теории диалектического материализма, проблема происхождения жизни стала решаться в свете всех достижений наук естественного комплекса.

По мнению В.И. Вернадского, историю жизни следует искать не в геологической, а в космической истории Земли. К концу своей жизни он склонялся к мысли, что непреодолимой пропасти, разделяющей живую и неживую материю, нет. А.В. Немилов писал, что жизнь существовала во Вселенной уже тогда, когда ее на Земле еще не было. Он исключал возможность возникновения жизни на земном шаре из неорганической материи, считал, что она занесена на Землю с другого космического тела.

В.И. Ленин в ряде философских работ с позиций диалектического материализма обобщил важнейшие открытия естествознания первой четверти XX в. Большое значение для решения проблемы происхождения жизни имело положение Ленина об огромной роли экспериментальных исследований в материалистической разработке нерешенных проблем естествознания.



Начало

Содержание



Страница 205 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

Большой вклад в разработку проблемы возникновения жизни на Земле внес А.И. Опарин, опубликовавший в 1924 г. книгу «Происхождение жизни». В ней он обобщил накопленный естествознанием фактический материал, проследил образование и последующую эволюцию простейших структур, энергетических процессов и биохимических функций, которые могли иметь место на Земле во время возникновения и становления жизни. Эта теория легла в основу почти всех современных представлений и концепций о возникновении жизни. В середине и второй половине XX в. основные положения теории А.И. Опарина получили подтверждение. До конца своей жизни он работал над этой проблемой.

Рассмотрим основные этапы становления теории о происхождении жизни на Земле.

**Первичное образование на Земле простейших органических веществ.** В начале XX в. большинство ученых считало, что в природных условиях органические вещества образуются только в результате деятельности живых существ. А.И. Опарин считал (1922), что органические вещества на нашей планете должны были образовываться абиогенным путем задолго до появления на ней жизни. По его представлениям первичные живые существа могли питаться готовыми органическими веществами. Это заключение вытекало из данных о составе звездных атмосфер, а также метеоритов, в составе вещества которых были обнаружены углеводороды.

Дж. Бернал (1967) выдвинул гипотезу космического происхождения органических веществ. Она основывается на данных исследований органических веществ углистых хондритов и метеорной пыли красных океанических глин.

Первичная земная атмосфера во многом отличалась от современной. В.И. Вернадский считал, что подавляющая масса газов земной атмосферы имеет биогенное происхождение. В начале в атмосфере Земли отсутствовал свободный кислород, поэтому ультрафиолетовые лучи проникали к земной поверхности. Некоторые ученые (А.И. Опарин, Г. Юри) пришли к выводу, что первичная

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 206 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

атмосфера Земли вследствие значительного содержания водорода имела восстановительный характер, с течением времени химический состав воздуха постепенно изменялся. В атмосфере возросло содержание кислорода и она приобрела окислительный характер.

Представления о химической эволюции веществ на пути к возникновению жизни основываются на результатах целого ряда экспериментальных работ, в которых были синтезированы важнейшие органические соединения в системах, моделирующих химический состав первичной земной атмосферы (С. Миллер, П. Эйбелсон, А.А. Красновский и др.). Важным этапом в разработке проблемы явился первый Международный симпозиум по происхождению жизни (Москва, 1957). На нем А.Н. Белозерский заявил о том, что в abiогенном синтезе определенную роль могли играть неорганические полифосфаты.

**Возникновение предбиологических систем.** В настоящее время считают, что возраст Земли составляет около 4,5 млрд. лет, а жизнь на ней появилась около 3 млрд. лет тому назад. Таким образом, на протяжении около 1,5 млрд. лет существования планеты она оставалась безжизненной. Считают, что в атмосфере и гидросфере Земли находились углеводороды, которые послужили исходным материалом для последующей химической эволюции. По подсчетам ряда ученых, за период в миллиард лет концентрация органических веществ, которые были синтезированы в атмосфере и оседали в водах Мирового океана, должна была достигнуть 1%. На определенном этапе существования Земли воды океана превратились в своеобразный «первичный бульон», который содержал наряду с неорганическими веществами также и различные органические соединения.

Многие ученые занимались вопросом, каким образом в «первичном бульоне» возникли первые живые организмы, которые обладали обменом веществ и способностью к самовоспроизведению. По этому вопросу существуют разные мнения. Некоторые исследователи считают, что появление первых организмов шло путем молекулярной эволюции первоначально возникших молекул со случайным

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 207 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



расположением мономеров в направлении образования молекул с их упорядоченной последовательностью. Согласно этим представлениям, «началом жизни» были молекулы нуклеиновых кислот. Считают, что в условиях первичной Земли появление свойственной живым существам организация могла произойти только на базе эволюции хотя и более примитивных, но целостных многомолекулярных систем.

Еще в 1924 г. **А.И. Опарин** высказал предположение, что образующиеся при смешении растворов различных белков и других высокомолекулярных веществ коллоидные гели могли явиться формой организации многомолекулярной систем и стать объектом эволюции, которая привела к возникновению жизни. Явление отслаивания коллоидных гелей было названо **коацервацией**.

В Институте биохимии им. А.Н. Баха АН СССР и МГУ был детально изучен химический состав, физико-химические свойства и механизм образования коацерватных капель. Показано, что они обладают избирательной адсорбционной способностью по отношению к различным органическим веществам и способны включать в себя ферментные белки, которые катализируют превращение находящихся в капле веществ.

### Контрольные вопросы и задания

1. Современное состояние науки о биологической эволюции.
2. Назовите основные принципиальные положения СТЭ.
3. Каких успехов добилась эволюционная палеонтология к концу XX века (Л.Ш. Давиташвили, Дж. Симпсон)?
4. Каковы достижения эволюционной морфологии, гистологии и биологической химии (А.Н. Северцов, А.А. Заварзин)?
5. Сделайте анализ основных гипотез и теорий о возникновении жизни на Земле (А.И. Опарин, М. Руттен, Ф. Дайсон).



Начало

Содержание



Страница 208 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

# ГЛАВА VIII. НОВЕЙШИЕ НАПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

## 8.1 Развитие молекулярной биологии и генетики

Молекулярная биология изучает основные свойства и проявления жизни на молекулярном уровне. Развитие биохимии, биофизики, генетики, цитохимии, микробиологии и вирусологии в середине XX в. вплотную подвело к изучению жизненных явлений на молекулярном уровне. На стыке биологических дисциплин с химией и физикой возникла новая отрасль – молекулярная биология.

Возникновение молекулярной биологии было связано с разработкой новых методов исследования, которые мы рассматривали выше. Важнейшими направлениями в этой новой науке являются:

- исследование структурно-функциональной организации генетического аппарата клеток и механизма реализации наследственной информации (молекулярная генетика);
- исследование молекулярных механизмов взаимодействия вирусов с клетками (молекулярная вирусология);
- изучение закономерностей иммунных реакций организма (молекулярная иммунология);
- исследование появления разнокачественности клеток в ходе онтогенеза и специализации клеток (молекулярная биология развития).

Молекулярная биология сформировалась как самостоятельная наука в 50-х годах XX в. В ее становлении основную роль сыграли идеи и методы классической генетики, вирусологии, микробиологии, использование достижений химии, физики, математики и кристаллографии. Основными объектами изучения в молекулярной биологии являются вирусы, клетки и субклеточные структуры (ядра, митохондрии, рибосомы, хромосомы, клеточные мембраны), а также белки и нуклеиновые кислоты.



Начало

Содержание



Страница 209 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

В 1944 г. американскими биохимиками (О. Эвери и др.) было установлено, что носителем свойства наследственности является ДНК. С этого времени началось очень быстрое развитие молекулярной биологии. В 1949 – 1951 гг. Э. Чаргафф сформулировал знаменитые правила, объясняющие структуру ДНК, а также рентгенографические исследования ДНК, проведенные М. Уилкинсом и др., подготовили почву для многих важных открытий.

За сравнительно короткий срок молекулярная биология достигла крупных успехов, среди которых отметим следующие. Была расшифрована структура некоторых белков и установлена связь между их структурой и функцией (Дж. Кендрию, Ф. Сенгер). Дж. Уотсон, Ф. Крик, Р. Холли определили структуру и механизм биологических функций нуклеиновых кислот и рибосом.

**В 1953 г. Ф. Крик, Д. Уотсон расшифровали структуру ДНК (Нобелевская премия, 1962).** Было показано, что молекула ДНК состоит из двух комплементарных полинуклеотидных цепей, каждая из которых выступает в качестве матрицы для синтеза новых аналогичных цепей. Именно поэтому в хромосомах клеток молекула ДНК способна к ауторепродукции. Расшифровки структуры ДНК была великим открытием в молекулярной биологии и стала ключом к пониманию того, что происходит в гене при передаче наследственных признаков.

Был изучен генетический код (М. Ниренберг, С. Очоа), открыта обратная транскрипция (Х. Темин, Д. Балтимор), раскрыт механизм основных этапов биосинтеза белковой молекулы (Ф. Крик, Ф. Жакоб, Ж. Моно) и нуклеиновых кислот (А. Корнберг, С. Очоа).

Была установлена структура вирусов и механизмы их репликации, разработаны методы генетической инженерии (П. Берг, В. Арбер, Д. Натанс).

Советские ученые внесли весомый вклад в молекулярную биологию. Н.К. Кольцов в 1927 г. высказал мысль о том, что при размножении клеток осуществляется матричная ауторепродукция материнских молекул. Он считал, что эти процессы осуществляются на белковой основе, поскольку в то время

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 210 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



генетические свойства ДНК не были известны. В.А. Энгельгард является одним из основателей современной биоэнергетики и механохимии, а А.Н. Белозерский – молекулярной биологии в СССР. Он доказал существование ДНК у высших растений. Л.А. Зильбер создал вирусогенетическую теорию возникновения рака, а А.А. Баев установил последовательность нуклеотидов в транспортной РНК.

Одним из великих достижений молекулярной биологии и генетики является Международная программа «Геном человека», которая разрабатывается с участием 20 стран, в том числе и России. Программа начата в 1992 г. и должна закончиться к 2005 г. Цель программы – составление генетической карты генома человека. Выполнение ее выдвигает перед биологами новые задачи. Эта программа способна заметно повлиять на многие направления биологической науки.

Достижения молекулярной биологии в настоящее время используются на практике в сельском хозяйстве (направленное и контролируемое изменение наследственного аппарата животных и растений для получения высокопродуктивных пород и сортов); в микробиологической промышленности (синтез биологически активных полипептидов и белков, аминокислот и др.); в медицине (вирусологии, иммунологии). Успехи молекулярной биологии имеют большое философское значение, т.к. они утвердили материалистические взгляды в той области науки, где еще недавно бытовали виталистические представления.

Издано ряд монографий по молекулярной биологии, среди которых отметим следующие: Бреслер С.Е. «Молекулярная биология» (1973), Уотсон Дж. «Молекулярная биология гена» (1978), Албертс Т. и др. «Молекулярная биология клетки» (Т. 1 – 5, 1986 – 1987 и в 3-х томах, 1994).

Общее направление исследований в молекулярной биологии – выработка представлений о сущности жизни, о природе ее фундаментальных черт – наследственности, изменчивости, обмене веществ и др.

**Молекулярная генетика.** В середине XX столетия ученые пришли к изучению генетических закономерностей на молекулярном уровне. Установление химической

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 211 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

структуры ДНК позволило понять молекулярные основы наследственности и механизма действия генов и их передачи – в форме молекул ДНК из поколения в поколение. Было установлено, что код, который связывает последовательность аминокислот, одинаков для всех организмов, будь то бактерии, растения, животные и человек. Генетики разработали методы, позволившие в лабораторных условиях воссоздать последовательные этапы эволюции организмов.

Основные проблемы молекулярной генетики, которые разрабатывались учеными в этот период мы и рассмотрим в этом очерке.

**Структура гена.** Ген (от греч. *genos* – род, происхождение) является наследственным фактором, функционально неделимых единиц генетического материала. *Ген – участок молекулы ДНК (у некоторых вирусов РНК), который кодирует первичную структуру полипептида, молекулы транспортной или рибосомальной РНК.*

Сложное строение гена у дрозофилы было установлено в 20 – 30-ых годах XX в. А.С. Серебровским и Н.П. Дубининым. В 1953 г. Дж. Уотсоном и Ф. Криком была показана трехмерная структура ДНК.

Несколько позже американский ученый С. Бензер установил, что ген бактериофага Т4, развивающегося на кишечной палочке, состоит из линейно расположенных, независимо мутирующих элементов, которые разделены рекомбинацией. Он также показал, что наименьшими мутирующими элементами гена являются отдельные пары нуклеотидов ДНК. Ф. Крик и др. установили основные параметры генетического кода для белков, а затем его полной расшифровки в 1965 г. С. Очоа, М. Ниренбергом и др. В середине XX в. утвердилось представление об универсальности основных черт строения и функции гена, который определяет первичную структуру полипептидной цепи.

Усилиями многих генетиков мира была создана теория гена, которая является основой прикладной генетической инженерии (Морган Т.Г., Уотсон Дж.).

**Генетический код** – эта единая система для всех живых организмов

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 212 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов. В узком смысле генетический код – **словарь кодонов** (триплетов иРНК), которые кодируют те или иные аминокислоты и знаки пунктуации процесса белкового синтеза. Реализация генетического кода в живых клетках осуществляется при помощи двух матричных процессов – транскрипции и трансляции. Существенный вклад в изучение генетического кода принадлежит А. Даунсу (1952) и Г. Гамову (1954). Основные свойства генетического кода (триплетность, вырожденность) установлены Ф. Криком и С. Бреннером. Его расшифровка, т.е. нахождение соответствия между кодонами и аминокислотами, представлена в работах американских биохимиков М. Ниренберга и С. Очоа в 1961 – 1965 гг.

**Репликация ДНК.** Репликация (от позднелат. *replicatio* – повторение), редупликация, ауторепликация, процесс самовоспроизведения макромолекул нуклеиновых кислот, который обеспечивает точное повторение генетической информации и передачу ее от поколения к поколению. В основе механизма репликации находится ферментативный синтез ДНК на матрице ДНК или РНК на матрице РНК. Над проблемой репликации ДНК работали многие ученые. Н.К. Кольцов в 1928 г. предложил идею репликации ДНК. Дж. Уотсон и Ф. Крик в середине XX в. изучили механизм репликации. Они предположили, что две нити ДНК раскручиваются и на каждой из них в соответствии с правилами комплементарности синтезируются дочерние нити. Этот тип репликации к концу 50-х годов был экспериментально обоснован в опытах на бактериях и на высших организмах. В это же время **А. Корнберг выделил фермент**, который, по его мнению, осуществлял синтез ДНК (**Нобелевская премия, 1959**). Позже биохимики получили большое количество фактов о характере протекания репликационного процесса. Было выделено и охарактеризовано несколько типов ферментов, которые осуществляют данный процесс.

В лаборатории С. Шпигельмана и Г. Темина в конце 1970 г. был установлен новый

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 213 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



тип репликации ДНК. Показано, что имеется особый фермент ДНК-полимераза, использующий в качестве матрицы не ДНК, а РНК. Идея о том, что РНК может послужить основой для синтеза ДНК, была высказана в 1961 г. советским ученым С.М. Гершензоном и в 1964 г. американским ученым Г. Теминным. После того, как фермент ДНК-полимераза был выделен (получил название обратной транскриптазы), обратная транскрипция была обнаружена у многих объектов.

**Генетический контроль синтеза белка.** Белки в клетках организма постоянно обновляются, это лежит в основе обмена веществ. Основная роль в биосинтезе белков принадлежит нуклеиновым кислотам. Последовательность аминокислот в белках обуславливает последовательность нуклеотидов в нуклеиновых кислотах.

Проблема генетического контроля синтеза белка была решена в середине XX в. усилиями многих ученых. Была выдвинута в 1961 г. французскими биологами Ф. Жакобом и Ж. Моно гипотеза о переносе генетической информации от ДНК на рибосомы с участием иРНК и о механизме генетической регуляции синтеза белка у бактерий.

Американский биохимик М. Хоглянд изучил локализацию в цитоплазме клеток тРНК. Открыл (1956) механизм активации аминокислот тРНК на первых этапах биосинтеза белка. Было показано (Сингер, Берг, 1998), что биосинтез тРНК у разных эукариот отличается участием разных форм РНК-полимеразы, тогда как у прокариот существует только одна форма. У эукариот ДНК находится в ядре, входит в состав нуклеопротеидных комплексов, происходит включение отдельных генов в разные группы клеток.

С развитием молекулярной биологии углубились представления о генетической информации эукариот и о структуре и функционировании гена (Георгиев, 1989).

Проблема дискретной единицы генетического кода (кодона, триплета) привлекала внимание многих ученых. Кодон – участок иРНК, состоящий из трех последовательных нуклеотидов, кодирует один аминокислотный остаток или служит

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 214 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

сигналом для завершения или начала белкового синтеза. Из 64 кодонов 61 кодирует включение 20 аминокислот. Были изучены кодоны, кодирующие различные аминокислоты в лабораториях **М. Ниренберга (Нобелевская премия, 1968)** и **С. Очао (Нобелевская премия, 1959)**

**Молекулярные механизмы рекомбинации** (от лат. *re* – возобновление, повторность действия и средне-латинское *combinatio* – соединение), перераспределение генетического материала родителей в потомстве, которое приводит к наследственной комбинативной изменчивости живых организмов. Она является универсальным биологическим механизмом, свойственным всем живым системам.

Молекулярные механизмы рекомбинации изучали многие генетики во второй половине XX в. (Г. Вайтхауз, Р. Холлидей, Ю.П. Винецкий).

*Различают три типа рекомбинации: общую, сайтспецифическую и незаконную.*  
**Общая рекомбинация или кроссинговер**, в процессе которой у эукариот происходит обмен по всему геному между гомологичными последовательностями ДНК. Она происходит в диплоидных и гетерозигонных (содержащих часть генома одной или двух объединяющихся клеток или гамет) клеток за счет процессов разрыва и перовоссоединения гомологических участков ДНК.  
**Сайтспецифическая рекомбинация** происходит в строго ограниченных участках генома размером 10 – 20 пар нуклеотидов. **Незаконная рекомбинация** – это рекомбинация, при которой происходит взаимодействие негомологичных молекул ДНК, приводящая к структурным перестройкам генетического материала: инверсиям, делециям, транслокациям и т. д.

**Мутации и генетический код.** Мутации (от лат. *mutatio* – изменение), внезапные, естественные или вызванные искусственно наследуемые изменения генетического материала, которые приводят к изменению тех или иных признаков организма. Молекулярные механизмы мутаций стали изучаться в середине XX в. (Р. Эпштейн, Р. Эдгар, С. Каплан, Г. Корана, Ч. Яновский). *Известны несколько*

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 215 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

типов мутаций: точковые, инсерции, хромосомные перестройки, или аберрации, и мутации хромосом (их числа). **Точковые мутации** – это вставки или выпадения, а также изменения пары нуклеотидов ДНК или нуклеотидов РНК. Они изменяют функцию отдельных генов, а также нескольких соседних генов одного оперона (от лат. *operor* – работаю, действую). Последний представляет участок генетического материала, транскрипция которого осуществляется на одну молекулу иРНК под контролем белка репрессора. Концепция оперона создана в 1961 г. Ф. Жакобом и Ж. Моно для объяснения механизма «включения» или «выключения» тех или иных генов в зависимости от потребности клетки в метаболитах, синтез которых контролируют эти гены. **Оперон** состоит из одного, двух или более тесно сцепленных структурных генов, которые кодируют белки, осуществляющие последовательные этапы синтез какого-либо метаболита.

**Инсерции** – это вставки молекул ДНК в ген, приводящие обычно к его инактивации или к сильному полярному эффекту в *оперонах*.

**Хромосомные перестройки** происходят за счет рекомбинации негомологичных участков генетического материала. К ним относятся *делеции, инверсии, дупликации, транслокации и др.*

Мутации характерны всем живым организмам. Их несколько видов: индуцированные, спонтанные и генные. **Генные мутации** составляют основную долю всех мутаций. Они вызывают великое разнообразие изменения признаков. Большинство мутаций вредны для организмов, реже – улучшают те или иные свойства организмов. Последние дают основной материал для естественного и искусственного отбора, они являются необходимым условием эволюции в природе и селекции полезных форм растений, животных и микроорганизмов.

**Регуляция генной активности.** Регулятор (от лат. *regulo* – направляю, упорядочиваю), ген, кодирующий структуру репрессора, функцией которого является контроль транскрипции оперона. Вопросами регуляции генной активности ученые стали заниматься в середине XX в. (Дж. Боннер). Четкая

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 216 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



координированность действия генов была доказана Ф. Жакобом и Ж. Моно (1961). Ими было установлено, что гены бактерий можно разделить на два типа – структурные гены, дающие информацию о синтезе определенных белков и регуляторные гены, которые следят за включением и выключением отдельных генов или их блоков в зависимости от метаболических потребностей клетки. Они предложили схему регуляции активности генов.

**Репарация генетических повреждений.** Репарация (от лат. *reparatio* – восстановление), свойственный клеткам всех организмов процесс восстановления природной структуры ДНК, поврежденной при нормальном биосинтезе ДНК в клетке, а также физическими или химическими агентами. Она осуществляется специальными ферментными системами клетки. Известно несколько типов репарации: **фото-, эксцизионная, пострепликационная репарации** и др. Эта проблема изучается многими генетиками мира. Достижения в этой области отражены в сводках: Смит К., Хэнеулт Ф. «Молекулярная фотобиология» (1972); Жестяников В.Д. «Репарация ДНК и ее биологическое значение» (1979); Тимофеев-Ресовский Н.В., Савич А.В., Шальнов М.И. «Введение в молекулярную радиобиологию» (1981) и др.

**Фоторепарация** заключается в расщеплении ферментом дезоксирибонуклеотидфототерминазой, которая активируется видимым светом, цикlobутановых димеров, возникающих в ДНК под действием ультрафиолетового излучения. При **эксцизионной репарации** происходит узнавание повреждения ДНК, вырезание поврежденного участка при ресинтезе ДНК по матрице интактной цепочки и восстановление непрерывности цепи ДНК. **Пострепликативная репарация** возникает в тех случаях, когда предыдущая репликация не справляется с устранением всех повреждений, возникших в ДНК до ее репликации.

В книге известных американских генетиков Ф. Айала и Дж. Кайгер «Современная генетика» (1997 – 1998, в трех частях), молекулярные основы наследственности остаются основной темой современной генетики, а также



Начало

Содержание



Страница 217 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

углубленное изложение популяционной и эволюционной генетики.

**Генетическая инженерия** или генная инженерия – раздел молекулярной генетики, которая связана с целенаправленным созданием *in vitro* новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке – хозяине и синтезировать конечные продукты обмена. Годом рождения генной инженерии считают 1972, когда в лаборатории П. Берга (США) была получена первая рекомбинантная (гибридная) ДНК. В этой ДНК были соединены фрагменты ДНК фага лямбда и кишечной палочки с кольцевой ДНК обезьяньего вируса SV40.

Только после выделения фермента-рестриктазы, рассекающей молекулу ДНК на фрагменты в строго определенных местах, и ДНК – лигазы, которая сшивает фрагменты ДНК в единое целое, создание искусственных генетических структур стало технически выполнимой задачей. Было установлено, что рекомбинантная молекула ДНК имеет форму кольца и содержит ген (гены, которые составляют объект генетических манипуляций). Гены, которые подлежат клонированию, могут быть получены в составе фрагментов путем механического или рестриктазного дробления тотальной ДНК. Структурные гены, как правило, получают путем химико-биологического синтеза, либо получают в виде ДНК-копий информационных РНК, соответствующих избранному гену.

Известны три пути селекции рекДНК: генетический (по маркерам, с помощью избирательных сред), иммунохимический и гибридизационный с мечеными ДНК и РНК. В настоящее время получены клоны многих генов рибосомальной, транспортной и др. ряда животных и человека.

В институте генетики и цитологии НАН Беларуси в лаборатории цитогенетики растений одним из направлений НИР является хромосомная инженерия злаков – теоретические и прикладные аспекты исследований.

За очень короткий срок – генная инженерия оказала большое влияние на развитие различных молекулярно-генетических методов и позволило значительно продвинуться на пути познания строения и функционирования генетического



Начало

Содержание



Страница 218 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть

аппарата.

В 80 – 90-ые годы XX в. появились ряд сводок по этой проблеме: Девис Р. и др. «Методы генетической инженерии» (1984), Маниатис Т. и др. «Методы генетической инженерии. Молекулярное клонирование» (1984).

Генная инженерия достигла значительных успехов. Путем введения новых генов в другие существа получены нужные белки, антитела, иммуностимуляторы, ферменты, вакцины, сыворотки. Выведены трансгенные растения, которые устойчивы к ряду вредителей, гербицидам, грибковым и бактериальным болезням (картофель, горох, хлопчатник, томаты, капуста и др.). В последние десятилетия XX в. успехи связаны с клонированием генов и их использованием в биотехнологии. Созданы банки генов и искусственные хромосомы человека. Большое внимание уделяется получению трансгенных организмов. Интенсивно идет изучение молекулярных основ старения.

С учетом перспектив развития генной инженерии ставятся задачи об обеспечении биологической безопасности каждой страны и человечества в целом. Таким образом, развитие молекулярной биологии в будущем связано не только с надеждами, но и тревогами.

Каждое из указанных направлений имеет свою историю. К сожалению, в данном лекционном курсе в силу ограниченности объема истории многих выдающихся открытий XX в. не получили отражения соответствующей их значимости. Более полные сведения, которые касаются истории открытий, могут быть почерпнуты из специальных монографий (Вермель, 1970; Сойфер, 1970, 1993; Уотсон, 1969; Завадский, 1973; Гайсинович, 1988; Воронцов, 1999 и др.).

В Беларуси генетические исследования проводятся в институте генетики и цитологии НАН Беларуси в лаборатории молекулярной генетики, заведующим которой является академик НАН Беларуси, профессор Н.А. Картель. Лаборатория создана в 1985 г. на основе группы генетической трансформации растений.

Основными научными направлениями лаборатории являются:



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 219 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)



- структурно-функциональная организация и экспрессия геномов растений;
- молекулярно-генетическое картирование геномов злаковых культур;
- принципы создания и генетический анализ трансгенных растений.

В лаборатории проведено систематическое изучение взаимодействия экзогенной ДНК с геномом высших растений. Получены уникальные данные о физиологическом и цитогенетическом действии экзогенной ДНК на растение. Разработан способ получения наследственных изменений путем введения ДНК в генеративные органы.

Совместно с российскими (Санкт-Петербург) и немецкими (Гатерслебен) учеными создана высоконасыщенная генетическая карта генома ржи, включающая более 130 маркированных локусов. На хромосомах ржи локализовано 15 генов, в том числе хозяйственно-ценные гены, которые контролируют высоту растений, запасные белки.

Известный белорусский селекционер академик АН БССР П.И. Альсмик проводил исследования в области селекции и семеноводства картофеля. Он разработал методику селекции картофеля, которая дает возможность прогнозировать поведение новых сортов в различных условиях, создавать благоприятные режимы для их роста. Вывел более 10 высокоурожайных сортов картофеля с хорошими вкусовыми свойствами. Автор ряда монографий, в том числе «Селекция картофеля в Белоруссии» (1979).

## 8.2 Развитие вирусологии, иммунологии и иммуногенетики

Вирусология (от лат. *virus* – яд и ...логия) возникла в конце XX в. как ветвь микробиологии. Основателем ее считают русского ученого Д.И. Ивановского. Он установил, что частицы вирусов в отличие от бактерий проникают сквозь агаровые студни и мелкопористые бактериальные фильтры. Термин «Вирус» введен в науку в 1899 г. М. Бейринком. Стимулом к формированию вирусологии как самостоятельной науки явилось открытие Ф. Туортом (1915) и Ф.Д. Эреллем (1917) вирусов бактерий



[Начало](#)

[Содержание](#)



Страница 220 из 252

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

или бактериофагов.

С 30-х годов XX в. началось исследование химического состава вирусов. **У. Стенли** в 1935 г. из сока табака, который был поражен мозаичной болезнью, он осадил и очистил в кристаллическом виде вирус мозаики табака (ВТМ) (**Нобелевская премия, 1946**). Позже вирусологами разных стран были получены в кристаллическом виде вирусы человека, животных и растений.

Благодаря применению рентгеноструктурного анализа и электронной микроскопии в сочетании с методами оптической дифракции было расшифровано строение простых и сложных вирусов. Р. Франклин и К. Холмс показали, что ВТМ представляет собой полые палочкообразные цилиндрические образования. Позже (Г. Никсон, А. Гиббс) было установлено, что у малых сферических растительных вирусов желтой мозаики турнепса РНК заключена внутри сферы, построенной из белковых субъединиц. Идея о подобной организации таких вирусов была высказана в 1956 г. Ф. Криком и Дж. Уотсоном.

**Развитие учения о вирусах бактерий.** Изучение вирусов растений способствовало разработке таких важнейших общепаразитических проблем, как сущность жизненных явлений, передача генетической информации и синтез белка. История учения о вирусах неразрывно связана с развитием представлений о нуклеиновых кислотах.

В области фитовирусологии работали многие ученые различных стран (Ф.С. Боуден, К.М. Смит, А. Зигель).

Развитие вирусологии во второй половине XX в. тесно связано с успехами молекулярной генетики: установлена генетическая роль вирусных ДНК и РНК, открыты явления самосборки вирусных частиц из РНК и белка, интерференции вирусов РНК – зависимость синтеза ДНК.

Современная вирусология подразделяется на общую и частную. Первая изучает основные принципы строения, размножения вирусов, их взаимодействие с клеткой-хозяином, происхождение и распространение вирусов в природе. Частная



Начало

Содержание



Страница 221 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

вирусология исследует особенности определенных групп вирусов животных, растений и человека, разрабатывает меры борьбы с вызываемыми этими вирусами болезнями. Вышли ряд сводок: «Общая вирусология», пер. с англ. М., 1981; «Общая и частная вирусология», Т. 1 – 2, М., 1982 и др.

Определенный вклад в разработку проблем вирусологии внесли сотрудники института эпидемиологии и микробиологии Республики Беларусь. Директор этого института, академик АМН СССР В.И. Вотяков изучал химиотерапию вирусных инфекций, проводил комплексные исследования по клещевому энцефалиту и ликвидации полиомиелита.

Становление иммунологии было показано раньше.

Каждая система в организме выполняет свои жизненно необходимые функции. Функции иммунной системы – распознавание и удаление из организма всего чужеродного – микробов, вирусов, грибов и даже собственных клеток и тканей, если они под действием факторов окружающей среды изменяются и становятся чужеродными. К ним относятся мутантные и опухолевые, поврежденные и состарившиеся клетки, которые появляются на протяжении всей жизни организма. Особые случаи конфликта между иммунной системой организма и чужеродными клетками возникают при хирургических пересадках органов и тканей.

Новый этап в развитии иммунологии начинается во второй половине XX в. и связан с именем австрийского ученого **Ф.М. Бернета (лауреата Нобелевской премии, 1960)**, который обратил внимание на необходимость изучения механизмов иммунитета в поддержании генетической целостности онтогенеза, роли лимфоцитов и тимуса в иммунитете.

Успехи в вирусологии, микробиологии, физиологии, биохимии и молекулярной генетике оказали заметное влияние на прикладные и теоретические направления медицины, ветеринарии и защиты растений. Наиболее важные результаты получены при изучении закономерностей иммунитета и молекулярных механизмов защиты организма от инфекций (иммуногенетика). Это открыло возможность регулировать

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 222 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



устойчивость к патогенным вирусам и микробам (Ульянкина, 1994 и др.).

В последние десятилетия XX в. была конкретизирована иммунная система многих позвоночных, которая проявляется на гуморальном, клеточном, тканевом и организменном уровнях. Основными действующими элементами иммунной системы являются лимфоциты и их потомство (Т- и В-лимфоциты).

В процессе эволюции иммунная система развивалась на основе способности распознавания двух клеток – «своего» и «не – своего» путем формирования главного комплекса гистосовместимости – МНС.

Следует отметить, что способность к фагоцитозу у одноклеточных связано с их питанием. Эта реакция на чужеродные вещества сохранилась у всех многоклеточных животных. Иммунное распознавание чужеродных веществ характерно многим низшим животным, а аллогенное – млекопитающим. Т.И. Ульянкина (1994) подчеркивает, что система клеточного иммунитета оказалась в эволюции связанной с более древней пищеварительной системой.

Усилиями многих ученых были достигнуты значительные успехи в области фармогенетики, которая исследует необычные индивидуальные реакции на лекарственные препараты и пищевые продукты у людей, а также в области экогенетики – изучение специфики реакции у них на выброс в окружающую среду токсических веществ и ядохимикатов.

Иммунитет у растений отличается по механизмам от животных, он пока слабо изучен. У растений по сравнению с животными нет специализированных органов иммунитета и их производных (лимфоцитов). У растений не синтезируются антитела. У них все же имеются механизмы против патогенов, инфекционных болезней и проникновения чужеродных веществ (Курсанова, 1988). Иммунитет растений контролируется различными механизмами, которые вырабатывались в процессе отбора при сопряженной эволюции системы «растение-хозяин и патоген». В селекции сельскохозяйственных растений, защитным механизмом сортов уделяется большое внимание, селекционеры пытаются закрепить у них устойчивость к



Начало

Содержание



Страница 223 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

определенным патогенам как путем создания сортов с ограниченным числом возбудителей, так и специфически устойчивых к определенным паразитам.

Значительный вклад в генетику, эволюцию и регуляцию иммунитета внес в конце XX в. профессор В.Г. Галактионов, ведущий научный сотрудник Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, автор 6 монографий по вопросам общей и эволюционной иммунологии.

### 8.3 Биосфера, как объект изучения и охраны

Биосфера (от греч. *bios* – жизнь и *sphaira* – шар), оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяется совокупной деятельностью живых организмов. Первые представления о биосфере как «области жизни» и наружной оболочки Земли имеются у Ж.Б. Ламарка.

Термин «**биосфера**» ввел в науку австрийский геолог Э. Зюсс (1875). В науке возникло два представления о биосфере – биологическое и биогеохимическое. Сторонники первого под биосферой понимают как совокупность организмов, населяющих Землю (Д.Н. Анучин, 1902; П.И. Броунов, 1910; Э. Леруа, 1927; Дж. Бернал, 1969). Биогеохимическое представление о биосфере началось с работ В.И. Вернадского. Важным этапом в его развитии был выход в свет в 1926 г. книги Вернадского «Биосфера», в которой он впервые осуществил синтез накопленных к тому времени геологических, химических и географических знаний о строении и закономерностях преобразований верхней оболочки Земли, видоизмененной живыми организмами. **Биосфера включает четыре основных компонента: живое вещество** – совокупность живых организмов, **биогенное вещество** – создаваемое и перерабатываемое организмами (газы, битумы, каменный уголь и т.п.), **косное вещество** – образующееся без участия организмов; **биокосное вещество** – результат совместной деятельности организмов и абиогенных процессов (вода, почва, кора выветривания).



Начало

Содержание



Страница 224 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

Термины «живое вещество», «косное вещество», которые применял Вернадский и его последователи, в настоящее время используется редко. Применяют другие термины: «совокупность организмов», «живой покров Земли», «биомасса Земли», «минеральные элементы», «абиогенное вещество» и др.

Верхняя граница биосферы (Вернадский) проходит на высоте 15 – 20 км, включает всю тропосферу и нижнюю часть стратосферы. Нижняя – ограничена органическими отложениями на дне океанов и глубиной проникновения в недра Земли организмов и воды в жидком состоянии.

Биогенная миграция атомов химических элементов, которая вызвана лучистой энергией Солнца и выражается в процессах обмена веществ, росте и размножении организмов – эта самая существенная особенность биосферы.

*Биосфера выполняет определенные биогеохимические функции: газовая, концентрационная, окислительно-восстановительная, биохимическая.* Биогеохимические функции биосферы могут выполняться лишь всей совокупностью организмов. При помощи этих функций осуществляется круговорот органического вещества на земной поверхности.

В настоящее время на Земле по оценке специалистов живет примерно 1,5 миллионов видов животных и около 300 миллионов видов растений. Среди животных по видовому разнообразию первое место занимают членистоногие, а среди последних – насекомые. Позвоночные животные занимают третье место, на их долю приходится около 4% от общей численности видов.

У растений более 50% всех видов приходится на долю покрытосеменных, преимущественно сухопутных растений.

Подавляющее большинство (93%) видов представлено сухопутными животными и сухопутными (92%) растениями. Многообразие жизни на Земле принято классифицировать по уровням системной организации: молекулярно-генетический, онтогенетический, популяционно-видовой, биогеоценетический или экосистемный и биосферный (Яблоков, Юсуфов, 1998).

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 225 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



В XX в. были разработаны основы представлений об эволюции экосистем и биосферы [17, 26, 28].

**Биотический круговорот.** Эту проблему изучали многие ученые мира в XIX – XX вв. Основу биосферы составляет круговорот органического вещества, который осуществляется при участии всех населяющих ее организмов. Благодаря этому круговороту возможно длительное существование и развитие жизни.

По представлению В.Р. Вильямса, солнечная энергия вызывает на Земле два круговорота веществ – большой, или геологический (например, круговорот воды, циркуляция атмосферы) и малый, или биотический, который проявляется в жизненном процессе.

Поверхность Земли ежегодно от Солнца получает около  $5 \cdot 10^{20}$  ккал солнечной энергии. Примерно половина этой энергии идет на испарение воды; на создание органических веществ расходуется около 0,1 – 0,2 % солнечной энергии. Энергия, которая вовлекается в биотический круговорот, производит большую работу. По подсчетам специалистов, весь кислород атмосферы оборачивается через организмы примерно чрез 2 тыс. лет, углекислота – за 300 лет, вода океанов, морей и рек разлагается и восстанавливается в биотическом круговороте за 2 млн. лет. Таким образом, за время эволюции жизни углекислота, кислород и вода прошла через живые организмы Земли не одну тысячу раз.

**Организация биосферы.** В итоге многочисленных и многоплановых исследований ученых мира (Ч. Лайела, Э. Зюсса, Э. Геккеля, К. Мебиуса, А. Тенсли, Ч. Элтона, Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачева, Г.Э. Хатчинсона, А.П. Виноградова, В.А. Ковды и др.) создалось современное представление о биосфере. В самом общем плане биосфера представляет собой единство живого и минеральных элементов, которые вовлечены в сферу жизни. Основой этого единства является биотический круговорот, в процессе которого взаимодействуют организмы, создающие и разрушающие органическое вещество.

Биосфера состоит из относительно самостоятельных природных комплексов –



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 226 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

экосистем, или биогеоценозов. Каждый биогеоценоз – это своеобразная модель биосферы в миниатюре. Он включает продуцентов, создающих органическое вещество, гетеротрофов, потребляющих созданную автотрофами продукцию и деструкторов, разрушающих органическое вещество тел растений и животных до минеральных элементов.

В каждый биогеоценоз входят все основные экологические группы организмов. Биотический круговорот в пределах биогеоценоза является базой его длительного существования, это – своеобразная модель биотического круговорота биосферы.

Новый этап развития биосферы наступил в XIX – XX вв., когда деятельность человека, преобразующая поверхность Земли, по своим масштабам стала соизмеримой с геологическими процессами. В результате хозяйственной деятельности человека из биотического круговорота изымаются или существенно преобразуются большие территории (осушение болот, распашка целинных земель, сведение и насаждения лесов, строительство городов, дорог, плотин, создание водохранилищ и т.п.). Добыча полезных ископаемых, сжигание топлива и другие акты деятельности человека интенсифицируют круговорот веществ, изменяют состав и структуру слагающих биосферу геобиоценозов. Антропогенные воздействия на биосферу, которые приняли глобальный характер, ставят под угрозу возможность поддержания гомеостаза в биосфере. В.И. Вернадский (1944) развил представление о переходе биосферы в ноосферу, когда развитие биосферы будет управляться разумом человека. Проблема взаимоотношения человека и природы поставлена в мировом масштабе, и ее решение требует участия всех государств мира (Федоров, Яблоков, 1999). Освоение человеком космического пространства расширяет пределы ноосферы за пределы биосферы. В конце XX в. вышло ряд обзоров по биосфере, в том числе: Шипунов Ф.Я. «Организованность биосферы» (1980); Будыко М.И. «Эволюция биосферы» (1984); Колчинский Э.И. (1990), «Эволюция биосферы: Историко – критические очерки исследований в СССР».

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 227 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

## 8.4 Возникновение и развитие космической биологии

Космическая биология изучает происхождение, наличие, распространение, особенности эволюции живой материи во Вселенной, особенности жизнедеятельности земных организмов в условиях космического пространства на других небесных телах или при полетах на космических аппаратах (Дедю, 1990). У истоков космической биологии как науки были русские и советские ученые (К.А. Тимирязев, В.И. Вернадский, И.П. Павлов, А.Л. Чижевский и др.), которые работали в конце XIX – первой половине XX столетия.

В этот период возникла идея о возможности осуществления полетов человека в космические пространства, были сделаны конкретные попытки разработки моделей летательных аппаратов, способных совершать межпланетные полеты. Впервые такие исследования были проведены в России Н.И. Кибальчицем и К.Э. Циолковским. Последний ясно сознавал, что помимо технических проблем, которые связаны с созданием и эксплуатацией космических летательных аппаратов, необходимо решать и многие другие вопросы, касающиеся влияния полетов на организм растений, животных и человека. Он первый высказал мысль о необходимости использования замкнутых экологических систем для обеспечения жизни человека во время длительных космических полетов и при создании постоянных поселений в космическом пространстве.

Становление космической биологии и медицины считают середину XX в., когда в СССР и США стали регулярно проводить запуски в верхние слои атмосферы баллистических ракет с живыми организмами. Систематические исследования советские ученые в области космической биологии начали проводить с 1957 г., с полета собаки Лайки на втором искусственном спутнике Земли и позже на космических кораблях с возвращением животных на Землю. Эти исследования дали возможность оценить влияние условий космического полета на живые организмы, а также испытать системы жизнеобеспечения в кабине космического корабля. Был сделан вывод, что полет человека в космос возможен. Впервые в 1961 г. – был



Начало

Содержание



Страница 228 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



осуществлен полет человека в космос, им стал советский гражданин Ю.А. Гагарин.

К важнейшим направлениям космической биологии относятся исследования воздействия космических (невесомость, ионизирующая радиация и др.) и неблагоприятных (искусственная атмосфера, ограничение движений и т.д.) факторов на живые организмы, как в отдельности, так и в их совокупности.

В 1966 – 1979 гг. были проведены комплексные исследования продолжительностью от 18 до 22 суток на биоспутнике «Космос» с 37 биологическими объектами. Были получены важные результаты, которые дополнили знания о механизмах адаптации живых организмов к условиям невесомости, о роли гравитации, в осуществлении фундаментальных биологических процессов – клеточного деления, передачи наследственной информации, роста и развития организмов. Было показано, что развитие неблагоприятных изменений, которые возникают в организме под влиянием невесомости может быть в значительной степени предотвращено с помощью искусственной силы тяжести. Был осуществлен полный цикл развития растений в условиях невесомости.

Эти достижения космической биологии дали возможность обосновать рекомендации по медико-биологическому обеспечению длительных пилотируемых космических полетов.

С 1962 г. издаются монографические сводки «Проблемы космической биологии» (М., 1962 1989) и журнал «Авиакосмическая и экологическая медицина», которых вышло более 30 томов. Вышла монография О.Г. Газенко (ред.) «Космическая биология и медицина» (М., 1987). В этих и других работах освещаются последние достижения в области космической биологии.

**Экзобиология** (от греч. *εξο* – снаружи, вне), одна из молодых биологических наук, которая занимается поисками жизни вне Земли. Некоторые ученые считают эту науку одним из направлений космической биологии. Отметим, что за пределами Земли на других планетах жизнь еще не обнаружена. Экзобиология разработала методологические и методические основы поиска жизни, в том числе универсальный



Начало

Содержание



Страница 229 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

язык на основе радиоволн определенной длины, при помощи которого посылается информация о Земле, о формах жизни на ней и др., однако обратная связь с землянами пока не установлена. В последние десятилетия исследования некоторых планет солнечной системы, проведенные при помощи космических аппаратов, достоверно не обнаружили жизнь на них, но все то, что человек узнал о среде на Марсе и других имеющих атмосферу планетах, не исключает такой возможности. Вероятность примитивной жизни или, по крайней мере, ее органических предшественников не столь уж мала, так как восстановительная атмосфера и другие условия среды на некоторых планетах напоминают условия, которые, как полагают, существовали на Земле, когда на ней возникла жизнь (Одум, 1975).

В настоящее время обсуждаются перспективы колонизации Марса, будущего заселения этой планеты людьми и искусственного формирования подходящих климатических условий для жизни человека на ней.

Начиная с середины XX в. учеными интенсивно разрабатываются следующие проблемы космической биологии:

1. Особенности жизнедеятельности и поведения земных организмов в полетах на космических кораблях;
2. Биологические принципы и методы создания искусственной среды обитания в космических кораблях и станциях;
3. Наличие, распространение, особенности и эволюция живой материи во Вселенной.

## 8.5 Формирование и развитие биоритмологии

Биоритмология (от греч. *bios* – жизнь; *rhythmos* – последовательность явлений в природе, включая живые организмы и ...логия) – одна из молодых и быстро



Начало

Содержание



Страница 230 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

развивающихся наук XX столетия. Она изучает циклические биологические процессы, которые имеются на всех уровнях организации живых организмов. Биоритмология, как собственно учение о биоритмах, представляет собой новый раздел биологии. Он отличается от более широкой области – хронобиологии, которая занимается изучением фактора времени в биологических системах. Часто как синоним биоритмологии употребляют термин – хронобиология, ставя знак равенства между этими понятиями. Биоритмология тесно связана с физиологией, биохимией, биофизикой, генетикой, экологией, климатологией и другими биологическими и географическими науками. Но они имеют четкую специфику и свою методологию.

Временная организация биосистем наряду с пространственной является одним из общих принципов биологической организации. В любом организме множество биологических ритмов, их, очевидно, столько, сколько в организме различных биологических процессов.

Интерес к биологическим ритмам прослеживается на протяжении более двух тысячелетий. С древнейших времен учеными отмечался ритмический характер многих биологических процессов и явлений. В IV веке до н.э. гениальный мыслитель Аристотель (1940, с. 189) писал: «Продолжительность всех этих явлений: и беременности, и развития, и жизни совершенно естественно измерять периодами. Я называю периодами день и ночь, месяц, год, и времена, измеряемые ими; кроме того, лунные периоды». Французский астроном де Меран в 1729 г. обнаружил у организмов способность измерять время. Проведенные им опыты показали, что у растений существует суточная периодичность движения листьев. Еще в XVIII веке выдающийся шведский естествоиспытатель Карл Линней, который детально изучил ритм раскрытия бутонов у различных видов цветковых растений, построил настоящие цветочные часы. «Циферблат» часов был разбит на ряд секторов, в каждом из которых высаживался определенный вид растений. Они подбирались по времени распускания цветков. В течение дня ботанические часы показывали определенное время. Каждый час распахивал свои лепестки какой-

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 231 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



нибудь цветок, другие же оставались в это время закрытыми. Однако, только начиная с 20-30-х годов XX века отмечен реальный прогресс в изучении биоритмов. К середине прошлого века было сформулировано представление о временной организации живых систем и началось интенсивное изучение биологических ритмов. Идея универсальности ритма неоднократно формулировалась представителями ряда наук. «Всюду, всюду на земле и на небе мы видим ритмичность... Мы во всех разнообразных проявлениях жизни всегда находим ритмичность. Мы можем смотреть на жизнь нашего тела как на сложную ткань бесчисленных разнообразных ритмов» (Пэрна, 1925, с. 15). Этот автор в России был у истоков систематических исследований ритмических колебаний в организме человека. Ему удалось установить околонедельную, околосемянную и многолетнюю ритмичность в психофизиологическом состоянии человека. Видную роль в развитии представлений о ритмичности физиологических процессов и о влиянии гелиофизических факторов на живые организмы нашей планеты сыграли работы А.Л. Чижевского (1973). Исследования И.П. Павлова и его школы еще в первой половине XX века показали, что время является таким же объективным раздражителем, как зрительный, слуховой, тактильный и т. п. Академик АН СССР А.А. Богомолец (1937) утверждал: «Ритмически совершает Вселенная свой бег по пути бесконечности, закону ритмического движения следуют космические процессы. Ритмически протекают в организме жизненные процессы, и нет ни одного среди них, который, не став патологическим, мог бы нарушить закон своего ритма. Ритмически бьется сердце и дышат легкие, ритмически идут процессы питания организма, и сама нервная система следует своему закону ритма, создавая ритм психической жизни».

Выдающимся событием в истории биоритмологии, годом ее рождения стал состоявшийся в 1960 г. международный симпозиум в Колд-Спринг-Харбор, материалы которого вышли в 1964 г. на русском языке (Биологические часы. – М: Мир). Работы, представленные в этой монографии, определили генеральную линию развития биоритмологии на несколько десятилетий вперед. Они способствовали

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 232 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

формированию у специалистов системы признанных представлений и подходов в изучении ритмики живых систем. Спустя 20 лет после выхода книги «Биологические часы» появилась монография в 2-х томах «Биологические ритмы», в которой отражен современный мировой уровень достижений биоритмологии. Авторами отдельных глав этой уникальной монографии являются виднейшие высококвалифицированные специалисты мира в области хронобиологии, такие как Ю. Ашофф, К. Питтендрих, Э. Гвиннер, М. Менакер, Т. Павлидис и др. В книге проведен подробный и всесторонний анализ циркадианных ритмов. Достаточно полно рассмотрены цирканнуальные ритмы у животных и человека, достижения современной биоритмологии и степень изученности биоритмов у живых систем на разных уровнях их организации.

В СССР вопросы биоритмологии начали изучаться в 30-е годы XX столетия. На Всесоюзных конференциях, проведенных в 1970-1980 годах (Горький, Фрунзе, Новосибирск, Владивосток) рассматривались вопросы циркадной организации живых систем. В 1981 г. в Москве состоялась Всесоюзная конференция, посвященная хронобиологии и хронопатологии. В 1985 году в Уфе состоялась II Всесоюзная конференция «Хронобиология и хрономедицина» с участием специалистов из разных стран. На этой конференции было рекомендовано разработать единую комплексную программу «Хронобиология и хрономедицина».

Проблемы сезонных ритмов в жизни млекопитающих и птиц обсуждены на Всесоюзной конференции «Фенология млекопитающих и птиц» которая состоялась 10 - 12 апреля 1974 г. в Москве. Редактор выпуска материалов этого совещания профессор В.А. Тавровский (1976) отмечал, что изучение сезонных биоритмов конкретных видов животных входит в круг основных задач фенологии. В исследованиях сезонных биоритмов, которые составляют обширную область частной фенологии, в центр внимания ставится полный комплекс явлений, характеризующих календарь годичного цикла развития определенного объекта. Спустя два года в г. Ленинграде состоялась Всесоюзная конференция по сезонным биоритмам

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 233 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

млекопитающих и птиц. В это же время вышла монография В.В. Скрипчинского «Фотопериодизм, его происхождение и эволюция», в которой показана роль фотопериода в суточной, сезонной и годовой жизнедеятельности растений и животных.

В последующие годы были проведены региональные и республиканские совещания и конференции, посвященные изучению сезонных и годовых биоритмов природных популяций растений и животных. Совещание такого рода состоялось 9 - 10 декабря 1982 г. в Минске. Труды этого совещания «Фенологические исследования природы Белоруссии» вышли в 1986 г. Ряд работ (Долбик М.С., Курсков А.Н., Вязович Ю.А., Пикулик М.М. и др.) посвящены изучению сезонных и годовых ритмов жизнедеятельности различных животных и растений. В 1999 г. в Бресте состоялась Международная конференция по биоритмам, на которой был обсужден широкий круг вопросов по проблемам биоритмов на разных уровнях организации живых систем – от клетки до популяций и экосистем. Материалы этой конференции опубликованы (ред. В.Е. Гайдук).

Биологи и врачи в последние десятилетия уделяют много внимания изучению биоритмов человека. Показано, что многие физиологические процессы и поведение человека (суточные колебания температуры тела, артериальное давление, количественные показатели белой крови, чувствительность к лекарствам, работоспособность, бодрствование и сон и др.) имеют ритмический характер. Это имеет большое значение при организации рационального режима труда и отдыха человека, при освоении космического пространства и т.д. Выявлено и изучено более 200 биоритмов у человека.

По современным представлениям хронобиологов, в основе периодических процессов многих животных и человека лежит эндогенная программа, на которую оказывают влияние факторы внешней среды: фотопериод, температура, влажность, кормовые ресурсы, приливы, Луна и др.

Знание основных параметров жизнедеятельности организма, популяций,

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 234 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



экосистем и факторов, их определяющих, необходимо для выбора оптимальных стратегий управления ими, сроков промысла, эффективных мер борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйств, организации биотехнических мероприятий и экологического мониторинга. Эти знания необходимы также и тем, кто работает в области авиакосмической, подводной, спортивной физиологии.

В настоящее время имеется ряд монографий и обзоров, которые посвящены вопросам биоритмологии (Уорд, 1974; Чернышев, 1980; Емельянов, 1986; Соколов, Кузнецов, 1978; Моисеева, Сысуев, 1981; Ермаков, 1984; Биологические ритмы, 1984, 1999 и др.)[4]. В биоритмологии выделились самостоятельные направления: хронобиология, хрономедицина, в том числе хронопатология, хронотерапия и др. К настоящему времени достигнуты серьезные успехи в понимании ритмической структуры организма, подробно изучены различные типы биоритмов: окологосовые, циркадианные, сезонные, многолетние, дальнейшее развитие получили математические методы в хронобиологии и хрономедицине. Учеными уделяется много внимания прикладным аспектам в хронобиологии. Например, принципы хронобиологии применяются при точной диагностике и лечении ряда заболеваний сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма (Комаров, Раппопорт, 2000), при освоении регионов с экстремальными условиями (Матюхин и др., 1976; Агаджанян и др., 1989), при организации труда и отдыха космонавтов (Аляркинский и др., 1975; Степанова, Галичий, 2000), в звероводстве, в охотничьем хозяйстве при прогнозировании линьки природных популяций пушных зверей (Гайдук, 1983, 1998), в сельском хозяйстве (Шкляр, 1973 и др.), в лесном и рыбном хозяйствах и других отраслях хозяйственной деятельности человека, при биологическом и аэрокосмическом мониторинге.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 235 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

## 8.6 Применение математики и кибернетики в биологии

Математика в биологии интенсивно начала применяться в XX в. особенно во второй его половине. Биология стала особенно привлекательной для математиков: **Н. Винер, Г. Вейль, И.М. Гельфанд (Ленинская премия, 1955), А.Н. Колмогоров (Ленинская премия, 1965)** , А.А. Ляпунов и др.

Начиная с первой трети XX в. математика получила в биологии систематическое применение для решения собственно биологических проблем. Вначале ее использование определялось развитием методов обработки результатов эксперимента, методов математической статистики. На базе математики возникла специальная наука – биометрия. Несколько позже она все чаще стала использоваться как средство моделирования. Основным средством математического моделирования были дифференциальные и интегральные уравнения и теория вероятностей. Можно отметить применение в биологии матричных методов, теории игр, топологических методов и др. методов современной математики. Большую роль стали играть вычислительные машины, особенно при создании в биологии математических моделей. ЭВМ имеют первостепенное значение в математизации биологии.

При изучении разнообразных биологических явлений, которые относятся прежде всего к биофизике, биохимии и молекулярной биологии, возникают математические задачи, которые часто совпадают с задачами теоретической физики, химии и других дисциплин. Интересные работы по математической биофизике были выполнены в Чикагском университете (США) Н. Рашевским и др. Интерес к проблемам молекулярной биологии заметно возрос после выхода в свет книги **Э. Шредингера (Нобелевская премия, 1933)** «Что такое жизнь с точки зрения физики?». В монографии М.В. Волькенштейна «Молекулы и жизнь» (1965) сделан обзор современных работ, базирующихся на теоретической физике.

В 1952 г. **А.Л.Ходжкин и Э. Хаксли** создали математическую модель для описания проведения мембраной нервного волокна и процесса распространения импульса, за которую им была присуждена **Нобелевская премия в 1963 г.**



Начало

Содержание



Страница 236 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть

Концепции представления теоретической химии широко используются для построения различных математических моделей.

Английский химик **К.Н. Хиншельвуд** (Нобелевская премия, 1950) предложил использовать для описания кинетики химических реакций, которые протекают в клетке, систему нелинейных дифференциальных уравнений.

Универсальность теории информации (А.Н. Колмогоров, К. Шеннон и др.) привела к тому, что информационный подход начал широко применяться и к биологическим проблемам. Важную роль в постановке биолого-информационных проблем играли работы А.А. Ляпунова, который сформулировал ряд задач, относящихся к исследованиям в области управления в биологических системах. Выдающимся событием, которое определило в значительной мере состояние современной биологии и связанное с информационным подходом, является расшифровка генетического кода (Г. Гамов, Ф. Крик, Дж. Ниренберг). В работах И.И. Шмальгаузена рассматривались вопросы циркуляции информации в процессе смены поколений и в эволюции. Его работами была установлена связь дарвинской теории эволюции с теорией информации.

Развитие теории информации и статистических методов исследования управляющих систем дали возможность Н. Винеру (1948) сформулировать ряд положений о единстве принципов управления в технических системах и живых организмах. Было установлено наличие и большое значение обратной связи и управления по рассогласованию в биологических системах, а также информационный характер процессов регулирования и управления в биологии. Ряд ученых (А.А. Ляпунов, Н.В. Тимофеев-Ресовский и др.) показали, что любая живая система может рассматриваться как сложная, иерархическая система управления, которая обеспечивает существование живого объекта и его целостность.

Назовем некоторые направления исследований, связанных с проблемой управления в биологических системах: процессы регуляции в клетке, моделирование самовоспроизведения, модели межклеточного взаимодействия

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 237 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



и формообразования, регуляция функциональных процессов в организме, моделирование взаимоотношений организма со средой.

Большое значение для развития физиологии имеет кибернетика, теория информации и теория автоматического регулирования. Биологическая **кибернетика** (от греч. *kybernetike* – искусство управления), научное направление, которое связано с применением идей и методов кибернетики в биологии. Зарождение и развитие биологической кибернетики связано с эволюцией представлений об обратной связи в живых системах (П.К. Анохин и др.). Дифференциация биологических наук в XX в. привела к делению биологической кибернетики на ряд самостоятельных разделов (нейрокибернетика, физиологическая кибернетика, математическая экология). В последние десятилетия XX в. этот термин стал употребляться реже, в основном по отношению к процессам управления в живых системах. Многие вопросы, которые ранее рассматривали в рамках биологической кибернетики, стали относить к сфере информатики.

**Математические модели в генетике популяций и в теории эволюции.** Эволюционный процесс в настоящее время рассматривается как процесс поиска оптимального состояния. В нем популяция выступает как регулируемая многопараметрическая система.

Математическая теория эволюции развивалась независимо от теории управления на базе собственных задач и методов.

Математические исследования генетики популяций являются одним из важнейших направлений современной теоретической биологии, основы которой были заложены в первой половине XX в. Дж. Холдейном, Р. Фишером и С.С. Четвериковым.

Применение математических методов в экологии начало широко применяться в 30-х годах XX в. (А. Лотки, В. Вальтерра). В работах такого рода обычно рассматривалась динамика численности двух или нескольких видов. Она описывалась системой нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 238 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Исследование систем уравнений показало, что в группе из нескольких видов возникают периодические колебания численности, были определены условия полного вымирания одного из видов.

Во второй половине XX в. в СССР был выполнен цикл работ по моделированию биогеоценозов (И.А. Полетаев и др.). В этих работах учитываются не только взаимодействия организмов, но и их отношения с факторами внешней среды (учет потока солнечной энергии, запас питательных веществ и т.д.).

Таким образом, проникновение математических методов и математического метода мышления в различные области биологических исследований показывает, что этот процесс интенсивно развивается. Естественная иерархия живых систем определяет иерархию объектов, которых изучает биологическая кибернетика. Со структурно-функциональной и информационной точки зрения известно 4 уровня организации живых систем: молекулярно-генетический (клеточный) уровень, онтогенетический (организменный), популяционно-видовой и биогеоценотический, или биосферный.

Для каждого из этих уровней свойственны свои способы кодирования и переработки информации, свои системы управления и связи и их иерархии.

Приведем ряд сводок по этой проблеме. Винер Н. «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине» (1968); Шмальгаузен И.И. «Кибернетические вопросы биологии» (1968); «Кибернетика живого. Человек в разных аспектах» (1985); Рокицкий П.Ф. «Введение в статистическую генетику» (1978).

## 8.7 Мировоззренческие и методологические проблемы современной науки о жизни

Общие законы и категории материалистической диалектики применительно к биологии приобретают характер методологических предпосылок, принципов биологического познания. Они выступают здесь уже не как цель – построение

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 239 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

системы научного мировоззрения, а как средство достижения нового знания (Фролов, 1973). Материалистическая диалектика выполняет функцию общей методологии биологии.

**Диалектика** (греч. *dialektike*) – наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления. Материалистическая диалектика представляет собой философский метод исследования природы и общества. Она выступает как всеобщий метод, теория и логика познания. «... Именно диалектика, – писал Ф. Энгельс, – является для современного естествознания наиболее важной формой мышления, ибо только она представляет аналог и тем самым метод объяснения для происходящих в природе процессов развития, для всеобщих связей природы, для переходов от одной области исследований к другой».

В «Диалектике природы» Ф. Энгельса содержится глубокое философское исследование истории и важнейших вопросов естествознания, дана критика механицизма, метафизического подхода, а также идеалистической и агностических концепций в естествознании.

Классики марксизма-ленинизма разработали определенные принципы подхода к научному познанию, в том числе и в биологии.

В сфере биологии неизбежной оказывается определенная «гносеологическая адаптация общих принципов» и методов познания применительно к специфическим формам, в которых проявляется его объект.

Расчленение сферы конкретной методологии (совокупность приемов исследования или учение о методе научного познания и преобразования мира) приводит к выделению (по И.Т. Фролову, 1973):

- общих теоретических принципов исследования живых систем (принцип целостности, системности, целесообразности, органической детерминированности и пр.);
- системы частных (сравнительный, исторический, экспериментальный, моделирование) и специальных (генетические, биохимические, биофизические



Начало

Содержание



Страница 240 из 252

Назад

На весь экран

Закрыть



и пр.) методов биологического исследования, находящихся в диалектическом единстве;

- логических форм познания, которые, во-первых, характеризуют процессы мышления, специфичных для конкретных случаев применения отдельных методов, а во-вторых, могут выступать в качестве особых и до известной степени самостоятельных способов научного исследования живых систем.

Научное применение принципов диалектического материализма должно быть в каждом конкретном случае творческим делом. Марксистско-ленинский философский подход акцентирует внимание на гносеологическую проблематику, как специфическую для диалектики в ее отношении к сфере наук о природе.

Направление и разработка мировоззренческих и методологических проблем науки о жизни определяются в первую очередь двумя взаимодействующими факторами – спецификой и потребностями современного биологического познания, а также уровнем и возможностями философских исследований.

Исследования, посвященные анализу биологического значения принципа органической целостности, требуют углубленного философского осмысления и логической разработки. Эти философские проблемы, которые относятся к общей методологии биологического познания, к его принципам, органически связаны с более специальными вопросами непосредственного анализа методов и логики исследований структуры теоретического знания. В историческом развитии биологическое познание непрерывно пополнялось разными методами исследования, которые определяли специфику знания, получаемые с их помощью. Такое состояние мы наблюдаем с методами описания и классификации, сравнительным, историческим и экспериментальным методами.

В настоящее время происходит не только дифференциация исследовательских задач, расширение фронта познания, процесс специализации, но и усиление его интеграции, взаимное обогащение методов различных специальных дисциплин.

Современные исследования проблем биологии, ведущихся с помощью методов



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 241 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

химии, физики, математики на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровне, с применением системно-структурных подходов и кибернетического моделирования, подчеркивают значение методологических принципов общей теории жизни. Она может быть построена сегодня на новых экспериментальных данных.

Диалектический подход в наибольшей степени необходим и в настоящее время ученым, имеющим дело со сложными объектами как биологические системы. Диалектика, применяемая в биологических исследованиях, дает возможность избегать механистических, односторонних подходов в решении тех или иных проблем.

Это имеет большое значение в решении основного вопроса биологической науки – **о сущности жизни и формах ее познания**. Современные формы познания сущности жизни, в том числе выход на молекулярный уровень, представили возможность использовать в теоретических обобщениях информацию из различных источников (физические, химические, математические, кибернетические исследования), расширили границы наших представлений о строении и функциях биосистем, углубили и детализировали их.

История биологии обогащает мышление биолога, способствует развитию теоретических основ биологической науки, разработке ее методологических проблем, обогащает наши представления о процессе познания в целом.

В XX веке биология постепенно становится лидером естествознания. Выражением этой тенденции являются следующие процессы:

- укрепление связи биологии с точными и гуманитарными науками;
- развитие комплексных и междисциплинарных исследований;
- увеличение каналов взаимосвязи с теоретическим познанием и с практической деятельностью человека, прежде всего с глобальными проблемами современности;
- непосредственным основанием исследовательской работы в биологии все в большей степени выступают прямые практические потребности, интересы и запросы

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 242 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

общества;

- возрастание ответственности ученых биологов за судьбы человечества.

Стало очевидным, что логика биологического познания в перспективе будет задаваться потребностям практического преобразования природы, развития общественных отношений и интересов людей.

Таким образом, в XX в. биология вышла на передовые позиции в естествознании. Наибольшие успехи связаны с изучением молекулярных основ жизни, развитием популяционного и биосферного мышления. Исследования в этих областях оказали влияние и на состояние классических отраслей биологии.

### Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные этапы развития молекулярной биологии и генетики.
2. Генетическая инженерия. Что это такое?
3. Какова роль вирусологии, иммунологии и иммуногенетики в безопасности существования человека?
4. Приведите примеры основных достижений космической биологии. Что такое экзобиология?
5. Назовите основные этапы развития биоритмологии.
6. Какова роль математики и кибернетики в биологии?
7. Какое место в истории биологии занимают мировоззренческие и методологические проблемы современной науки о жизни?



Начало

Содержание



Страница 243 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть



## Заключение

В курсе лекций история биологии представлена в виде краткой характеристики основных идей и методов изучения живой природы по значимости исторически в социально-экономическом и культурном отношении эпохам развития человечества и науки. Следует отметить, что в пособии некоторые важные направления истории биологии (сельскохозяйственное, биотехнология, антропология и т.д.) не рассматриваются, а другие отражены лишь коротко (микросистематика, экспериментальная экология и др.). Даже при изложении многих основных и крупных достижений биологии в XX веке в пособии нет их подробной характеристики. Студенты пятого курса подробно изучали историю развития многих наук в специальных разделах биологии. Кроме того, они самостоятельно могут углубить познания в интересующих их этапах истории биологии по имеющимся литературным источникам.

К основным идеям и проблемам биологии, которые переходят, из эпохи в эпоху относят (по Юсуфову, Магомедовой, 2003): многообразие живой природы и его причины, происхождение жизни и человека, гармонию организма и среды, законы и факторы наследования, природу наследственности и ее изменчивость, механизмы, факторы и последствия эволюции человека.

Степень изученности указанных проблем биологии менялась по ходу развития человеческого общества и науки. В течение тысячелетий многие поколения исследователей по крупицам собирали достоверные факты и создавали все более обоснованные гипотезы, теории, отбрасывая прежние умозрительные концепции.

История современного естествознания начинается со второй половины XV века, а биологии как комплексной науки о живой природе – с конца XVIII века. Продолжительное время знания о живой природе развивались в рамках медицины, животноводства и растениеводства, нередко принимавшие общий характер в виде натурфилософских рассуждений о принципах ее организации и развития.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 244 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Такие рассуждения стали иметь познавательное значение лишь после применения сравнительного метода в анатомии и морфологии животных и растений в прежних разделах биологии. С расширением технических возможностей изучения различных аспектов жизнедеятельности живых существ возрастала теоретическая их значимость. Обычно новые идеи в биологии шли с опережением методов исследования, последние имели огромное значение в развитии биологии. Назовем лишь некоторые из них: конструирование и использование оптических стекол, световой и электронный микроскоп, метод анализа структуры гена, цитологический и гибридологический методы изучения наследственности и наследования, исследования с помощью искусственных спутников и космических кораблей и т.д.

Науковедение показало, что достижения науки характеризуются недолговечностью и сменой приоритетов. Отмечено, что столетия переживают лишь 20% открытий, а устойчиво сохраняют свое значение лишь единичные обобщения науки. С этих позиций (Роллер, 1978) наиболее заметные успехи биологии связаны со следующими открытиями: принципы классификации живых организмов (К. Линней), клеточное строение живых организмов (Т. Шванн и М. Шлейден), теория естественного отбора (Ч. Дарвин), законы наследственности и наследования (Г. Мендель), хромосомная теория наследственности (А. Вейсман, Т. Морган), расшифровка двойной спирали ДНК (М. Вилкинс, Дж. Уотсон, Ф. Крик), генетического кода (М. Ниренберг) и пространственной структуры белка (Дж. Кендрию, И. Перутц), последовательности аминокислот в молекуле белка (Ф. Сенгер), регуляции биосинтеза белка (Ф. Жакоб, Ж. Моно) и явления обратной транскрипции – переноса информации от РНК к ДНК (Г. Темин, Д. Балтимор). Сюда относятся обобщения о биосферной организации жизни (В.И. Вернадский, В.Н. Сукачев), формирование популяционного мышления и учение о микроэволюции (Ф. Добжанский, Н.В. Тимофеев-Ресовский, Н.И. Вавилов, Дж. Хаксли, Э. Майр и др.).

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 245 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

Для истории биологии, как и для других наук, характерна неравномерность ее развития. Это обуславливается социально-экономическими условиями определенной эпохи и культурным уровнем общества. Успехи науки также определяются внутренней логикой ее развития, результатами предыдущих исследований. Выдающиеся успехи биологии в XX веке были обусловлены достижениями в различных разделах биологии, прежде всего в XVIII и XIX веков, а также социально-экономическими условиями. В пособии развитие биологии в XX в. Занимает наибольшее место. В XXI в. успехи биологии предыдущего века будут превзойдены, что связано с усилением технической оснащенности биологических исследований, взаимопроникновением идей и методов смежных наук, прежде всего физики и химии. Это дает возможность еще большего проникновения в физико-химические закономерности организации и развития жизни. Одной из кардинальных проблем биологии XXI в. – охрана и воспроизведение ресурсов живой природы на основе изучения закономерностей ее эволюции, включая коэволюцию видов и экосистем. Считают, что ожидаемый теоретический прорыв биологии в XXI в. приведет к еще большим успехам в управлении жизнедеятельности организмов, популяций и экосистем. Расшифровка генома многих организмов окажется переворотом в познании живой природы, медицине, использовании данных геномной инженерии и биотехнологии, создании новых лекарственных препаратов.

Методология в биологическом познании играет ведущую роль в формировании многих основополагающих идей. Она определяет направления и успехи развития биологии. Методология биологии – это система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности в сфере изучения жизни.

История биологии свидетельствует о том, что непреходящими ее проблемами являются необходимость объяснения приспособленности и многообразия форм жизни.

Идея эволюционного развития – это тот стержень, вокруг которого структурируется модель мира в каждую историческую эпоху.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 246 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)



В последние десятилетие обращается серьезное внимание на изучение биоразнообразия как части биосферно-геосферной системы возникновения порядка и хаоса. Биоразнообразие представляет собой по мнению Г.А. Заварзина упорядоченное множество живых объектов и видов в качестве элементов множества представляет собой следствие выживания наиболее приспособленных.

Проблемы методологии эволюционной биологии являются:

- выявление методологического принципа в филогенетике;
- исследование уровней, законов, структуры и функции собственной эволюционной теории.

В каждой эпохе в биологии происходила смена методологии, идей, практики воздействия на живые организмы.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 247 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Заккрыть](#)

# Контрольные тесты по «Истории и методологии биологии»

## ТЕСТ



*Начало*

*Содержание*



*Страница 248 из 252*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*



## Список используемой литературы

1. Аристотель. Трактат о возникновении животных / Аристотель. - М.; Л. : изд. во АН СССР, 1940.
2. Воронцов, Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н. Воронцов. - М. : Пргресс-Традиция, 1999. - 639 с.
3. Гайдук, В.Е. Основы биоритмологии / В.Е. Гайдук. - Брест : Изд-во БрГУ, 2003. - 252 с.
4. Гайдук, В.Е. История и методология биологии / В.Е. Гайдук. - Брест : Изд-во БрГУ, 2005. - 185 с.
5. Гайдук, В.Е. История биологии / В.Е. Гайдук. - Брест : Изд-во БрГУ, 2008. - 215 с.
6. Давиташвили, Л. Ш. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней / / Л. Ш. Давиташвили. - М. ; Л. : АН СССР, 1948. - 575 с.
7. Данилов-Данильян, В. И. Экологический вызов и устойчивое развитие / / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев. - М. : Прогресс-Традиция, 2000. - 416 с.

Начало

Содержание



Страница 249 из 252

Назад

На весь экран

Заккрыть



8. Завадский, К. М. Эволюция эволюции. Историко-критические очерки проблемы / К. М. Завадский, Э. И. Колчинский. - Л. : Наука, 1977. - 235 с.
9. Институт генетики и цитологии. - Минск, 2003.
10. Институт зоологии Академии наук Беларуси. - Минск, 1992. - 132 с.
11. Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купровича. - Минск, 2001. - 60 с.
12. Иорданский, Н. И. Эволюция жизни / Н. И. Иорданский. - М. : Academia, 2001. - 376 с.
13. История биологии с древнейших времен до XX века / под ред. С. Р. Микулинского. - М. : Наука, 1972. - 563 с.
14. История биологии с начала XX века до наших дней / под ред. Л. Я. Бляхера. - М. : Наука, 1975. - 657 с.
15. Кнорере, Д. Г. Биологическая химия / Д. Г. Кнорере, С. Д. Мызина. - М., 1998.
16. Комаров, Ф. И. Хронобиология и хрономедицина / Ф. И. Комаров, С. И. Рапопорт. - М. : Триадо-Х, 2000. - 488 с.
17. Колчинский, Э. И. Эволюция биосферы. Историко-критические очерки исследований в СССР / Э. И. Колчинский. - Л. : Наука, 1990. - 236 с.
18. Лункевич, В. В. От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии / В. В. Лункевич. - М. : Учпедгиз, 1960. - Т. 1. - 479 с. - Т. 2. - 546 с.
19. Матекин, П. В. История и методология биологии. Развитие фундаментальной концепции в биологии / П. В. Матекин. - М. : МГУ, 1982. - 1656 с.

[Начало](#)[Содержание](#)[Страница 250 из 252](#)[Назад](#)[На весь экран](#)[Закрыть](#)

20. Методология биологии: Новые идеи. Синергетика, семиотика, коэволюция / под ред. О. Е. Баксанского. - М. : УССР, 2001. - 253 с.
21. Мирзоян, Э. Н. Развитие сравнительной эволюционной биохимии в России / Э. Н. Мирзоян. М. : Наука, 1984. - 271 с.
22. Опарин, А. И. Возникновение и начальное развитие жизни / А. И. Опарин. М., 1966.
23. Руттен, М. Происхождение жизни / М. Руттен. - М. : Мир, 1973. - 441 с.
24. Сойфер, В. Н. Власть и наука / В. Н. Сойфер. - М. : Лазарь, 1993. - 706 с.
25. Татаринов, Л. П. Очерки по теории эволюции / Л. П. Татаринов. - М. : Наука, 1987. - 250 с.
26. Тюрюканов, А. Н. Биосферные раздумья / А. Н. Тюрюканов, В. М. Федоров, Н. В. Тимофеев-Ресовский. - М. : Биосфера и человечество, 1996. - 368 с.
27. Уинф, А. Т. Время по биологическим часам / А. Т. Уинф. - М. : Мир, 1990. - 208 с.
28. Урсул, А. Д. Путь в ноосферу / А. Д. Урсул. - М. : Луч, 1993. - 242 с.
29. Фролов, И. Т. Жизнь и познание. О диалектике в современной биологии / И. Т. Фролов. - М. : Мысль, 1981. - 268 с.
30. Швырев, Д. С. Научное познание как деятельность / Д. С. Швырев. - М. : Наука, 1984. - 216 с.
31. Шноль, С. Э. Герои и злодеи российской науки / С. Э. Шноль. - М. : Конгресс, 1997. - 462 с.



[Начало](#)

[Содержание](#)



[Страница 251 из 252](#)

[Назад](#)

[На весь экран](#)

[Закрыть](#)

32. Юсуфов, А. Г. История и методология биологии / А. Г. Юсуфов, М. А. Магомедова. - М. : Высшая школа, 2003. - 238 с.
33. Яблоков, А. В. Популяционная биология / А.В. Яблоков. - М. : Высшая школа, 1987. - 303 с.
34. Журналы: Генетика, Экология, Природа, Журнал общей биологии, Ботанический журнал, Зоологический журнал, Успехи современной биологии, Биологические ресурсы и др.



*Начало*

*Содержание*



*Страница 252 из 252*

*Назад*

*На весь экран*

*Заккрыть*