Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Романчук Иван Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.01.2026 12:41:04
Уникальный программный ключ:
631ede2b582ndace44501d5779366b057ac345cd0740811835045247 9

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ТюмГУ является правопреемником ГАУ Северного Зауралья и продолжает реализовывать образовательные программы по соответствующим видам, уровням и условиям обучения, в том числе с сохранением всех существующих форм и условий обучения.

И. А. Прок, А. А. Лящев

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»

В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ТюмГУ является правопреемником ГАУ Северного Зауралья и продолжает реализовывать образовательные программы по соответствующим видам, уровням и условиям обучения, в том числе с сохранением всех существующих форм и условий обучения

И. А. Прок, А. А. Лящев

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© И. А. Прок, А. А. Лящев, 2024
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-196-3

УДК 592.
ББК 28.691

Рецензенты:
профессор, главный научный сотрудник ВНИИВЭА – филиал ТюмНЦ СО РАН, доктор биологических наук В. Н. Домацкий;
заведующий кафедрой зоологии и эволюционной экологии животных, профессор, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», доктор биологических наук С. Н. Гашев;
доцент, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», кандидат биологических наук О. А. Алешина;
заведующий кафедрой экологии и РП, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат сельскохозяйственных наук Н. В. Санникова

Прок, И. А. Лабораторный практикум по зоологии беспозвоночных : учебное пособие / И. А. Прок, А. А. Лящев. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 183 с. – URL: https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/prok-lyashev.pdf. – Текст : электронный.

Учебное пособие рассчитано на проведение лабораторных занятий по «Зоологии беспозвоночных животных». Даны методические рекомендации к лабораторным занятиям по курсу. Для каждой изучаемой группы животных приводится современная систематическая характеристика, морфологический обзор изучаемой группы животных, основное внимание студентов обращается на основные особенности организации, биологии и развития животных. Учебное пособие предназначено для студентов очного и заочного направления подготовки 06.03.01 «Биология» и 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Текстовое (символьное) электронное издание

© И. А. Прок, А. А. Лящев, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
Занятие 1	Оптические приборы и приготовление временных препаратов	5
Занятие 2	Тип *Rhizopoda* – Ризоподы Тип *Foraminifera* – Фораминиферы Тип *Euglenozoa* – Эвгленозои	11
Занятие 3	Тип *Apicomplexa* – Споровики	29
Занятие 4	Тип *Ciliophora* – Ресничные, или инфузории	36
Занятие 5	Тип *Porifera* = Spongia – Губки	48
Занятие 6	Тип *Cnidaria* – Книдарии Класс *Hydrozoa* – Гидроидные	54
Занятие 7	Тип *Cnidaria* – Книдарии Класс *Scyphozoa* – Сцифоидные медузы Класс *Anthozoa* – Коралловые полипы	61
Занятие 8	Тип *Plathelminthes* – Плоские черви Класс *Turbellaria* – Ресничные черви Класс *Trematoda* – Сосальщики	68
Занятие 9	Тип *Plathelminthes* – Плоские черви Класс *Cestoda* – Цестоды, или ленточные черви	81
Занятие 10	Тип *Nematoda* – Круглые черви	89
Занятие 11	Тип *Annelida* – Кольчецы	98
Занятие 12	Тип *Mollusca* – Моллюски Класс *Gastropoda* – Брюхоногие моллюски Класс *Bivalvia* – Пластинчатожаберные	112
Занятие 13	Тип *Mollusca* – Моллюски Класс *Cephalopoda* – Головоногие моллюски	123
Занятие 14	Тип *Arthropoda* – Членистоногие Подтип *Chelicerata* – Хелицеровые, Класс *Arachnida* – Паукообразные	128
Занятие 15	Тип *Arthropoda* – Членистоногие Подтип *Mandibulata* – Челюстные членистоногие Класс *Branchiopoda* – Жаброногие раки	142
Занятие 16	Тип *Arthropoda* – Членистоногие Подтип *Mandibulata* – Челюстные членистоногие Надкласс *Hexapoda* – шестиногие Класс *Insecta* – насекомые	156
Занятие 17	Тип *Arthropoda* – Членистоногие, Подтип *Tracheata* – Трахейнодышащие Надкласс *Myriapoda* – Многоножки	167
Занятие 18	Тип *Echinodermata* – Иглокожие Класс *Asteroidea* – морские звезды Класс *Echinoidea* – морские ежи	172
	Список использованных источников	181

ВВЕДЕНИЕ

Изучение курса «Зоология беспозвоночных животных» складывается из двух взаимосвязанных частей: курса лекций и малого лабораторного практикума, в ходе которого обучающиеся знакомятся с конкретными представителями разных таксономических групп беспозвоночных животных и приобретают навыки их исследования. Это дает возможность закрепить, а в некоторых случаях расширить и дополнить материал, излагаемый в лекционном курсе. Настоящие методические рекомендации к лабораторному практикуму «Зоология беспозвоночных животных» составлены в соответствии с учебной программой по курсу зоологии беспозвоночных, разработанной на кафедре общей биологии Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья для профиля «Биохимия» и «Кинология» направления подготовки бакалавров 06.03.01 «Биология» и для профиля «Управление водными биоресурсами и аквакультурой» направления подготовки бакалавров 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Практические занятия проводятся по 10 основным разделам: простейшие, губки, кишечнополостные, плоские черви, круглые черви, кольчатые черви, моллюски, членистоногие, иглокожие.

Каждая практическая работа имеет вводные теоретические пояснения перед выполнением заданий, описание хода работы. В конце каждой лабораторной работы приведены термины, которые следует объяснить, используя также учебник. В конце раздела приводятся «Вопросы для самоконтроля». Ответы на вопросы и задания для самоконтроля можно найти в учебниках по зоологии беспозвоночных. Так как многие студенты впервые знакомятся с методами проведения зоологических наблюдений, в данном пособии представлен обзор микроскопической техники, которая используется при проведении лабораторных занятий.

ЗАНЯТИЕ 1
ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ

ВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Цель занятия: изучить устройство микроскопов и правила работы с ними.

Задачи:

1. Овладеть навыками: а) подготовки микроскопа к работе; б) приготовления временных препаратов; в) поиска и обнаружения объектов.

2. Освоить работу с иммерсионными объективами малого и большого увеличения.

Изучение устройства микроскопа (микроскоп биологический)

Установка расстояния между осями окуляров в соответствии с глазной базой наблюдателя осуществляется разворотом корпусов с окулярными тубусам и в диапазоне от 55 до 75 мм.

В основной комплект микроскопа входят два широкоугольных окуляра увеличением 10 и линейным полем зрения в плоскости изображения 18 мм. Четырехгнездное револьверное устройство обеспечивает установку в рабочее положение объективов. Смена объективов производится вращением рифленого кольца револьверного устройства до фиксированного положения.

Встроенный в основание микроскопа осветитель представляет собой галогенную лампу накаливания 12 Вт, 20 Вт. Питание лампы осуществляется от сети переменного тока напряжением (220+22) В, частотой 50 Гц через источник электропитания, также встроенный в основание микроскопа. Включение осветителя осуществляется с помощью выключателя, расположенного на задней поверхности основания микроскопа. Вращая диск регулировки накала лампы, расположенный на боковой поверхности основания микроскопа слева от наблюдателя, можно изменять яркость горения лампы [12].

Фокусировочный механизм расположен в штативе микроскопа. Фокусирование на объект производится перемещением по высоте предметного столика вращением рукояток, расположенных по обеим сторонам штатива. Грубое перемещение осуществляется рукояткой большего диаметра, точное перемещение – рукояткой меньшего диаметра. Диапазон грубой и точной фокусировки составляет не менее 10 мм. Рукоятка точной фокусировки имеет шкалу с ценой деления 5 мкм [12].

Перемещение предметного столика с помощью фокусировочного механизма можно ограничивать винтовым упором для предотвращения случайного повреждения объекта, а также для быстрого повторного фокусирования.

Координатный предметный столик обеспечивает перемещение объекта в горизонтальной плоскости в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью рукояток, расположенных на одной оси. Диапазон перемещения

столика 70*30 мм. Цена деления шкал I мм, цена деления нониусов - 0,1 мм. Объект крепится на поверхности столика между держателем и прижимом препаратоводителя, для чего прижим отводится в сторону. При снятом препаратоводителе объект можно перемещать рукой [12].

Подготовка микроскопа к работе

– Опустить вращением рукоятки предметный столик.

– Объективы должны быть установлены в гнезда револьверного устройства в порядке возрастания увеличения.

– Установить диск регулировки накала лампы, расположенный на боковой поверхности основания микроскопа слева от наблюдателя, в крайнее положение вращением от наблюдателя до упора (при этом на лампу не поступает питание при включении микроскопа в сеть) [12].

– Подсоединить сетевой шнур к сетевому гнезду микроскопа и к сетевой розетке.

– Включить лампу, установив выключатель на задней поверхности основания микроскопа в положение «ВКЛ».

– Отрегулировать яркость горения лампы вращением диска, расположенного на боковой поверхности основания микроскопа слева от наблюдателя.

– Перед отключением микроскопа от сети следует убавить накал горения лампы до минимума вращением диска регулировки накала лампы от наблюдателя до упора.

Фокусировка на объект и подготовка бинокулярной насадки

Фокусировку микроскопа на объект производить следующим образом: поместить объект на предметный столик микроскопа; включить в ход лучей объектив увеличением 4 (рекомендуется начинать процесс фокусировки с объективов малого или среднего увеличения, имеющих достаточно большие поля зрения и рабочие расстояния); вращением рукоятки грубой фокусировки осторожно поднять предметный столик почти до соприкосновения объекта с фронтальной линзой объектива; наблюдая в окуляр, установленный в правую окулярную трубку (при этом левый глаз закрыт), и медленно опуская предметный столик, сфокусировать микроскоп на резкое изображение объекта с помощью рукояток грубой и точной фокусировки; наблюдая в окуляр, установленный в левую окулярную трубку (при этом правый глаз закрыт), и не трогая рукояток фокусировочного механизма, при необходимости, так же добиться резкого изображения объекта в левой окулярной трубке вращением кольца диоптрийного механизма левого окулярного тубуса; установить расстояние между осями окулярных трубок бинокулярной насадки в соответствии с глазной базой наблюдателя поворотом окулярных трубок относительно оси шарнира таким

образом, чтобы изображения объекта в каждой окулярной трубке бинокулярной насадки при наблюдении двумя глазами воспринимались наблюдателем как одно [12].

Работа с микроскопом

Исследование объекта рекомендуется начинать с объектива наименьшего увеличения, который используется в качестве поискового при выборе участка для более подробного изучения. После того как выбран участок для исследования, следует привести его изображение в центр поля зрения микроскопа; если эта операция выполняется недостаточно аккуратно, интересующий наблюдателя участок может не попасть в поле зрения более сильного объектива при смене увеличений. Затем можно переходить к работе с более сильными объективами, в том числе с иммерсионным.

Работа с иммерсионным объективом

Выбрав (на большом увеличении) участок препарата, переместить его возможно точнее в центр поля зрения, закрепить препарат клеммой; поднять тубус вверх на 1–2 см, установить иммерсионный объектив; поместить на препарат каплю иммерсионного масла, не допуская образования пузырьков воздуха; наблюдая со стороны, аккуратно погрузить объектив в каплю масла, затем слегка прижать его к поверхности препарата; наблюдая в окуляр и поворачивая макровинт, медленно поднимать тубус до появления изображения, микровинтом установить точную фокусировку;

– рассмотреть препарат;

– окончив работу, поднять тубус вверх, тщательно протереть объектив и препарат салфеткой, смоченной бензином [12].

Изготовление временных препаратов

Небольшую каплю среды с объектами поместить на предметное стекло, рассмотреть содержимое капли в микроскопе МСП, накрыть покровным стеклом и запомнить распределение объектов; рассмотреть объекты на малом и большом увеличениях микроскопа «Микмед».

Необходимо уметь отличать инородные тела, встречающиеся в культурах простейших и на микропрепаратах: минеральные частицы, растительные остатки, ил, сколы на поверхности стекла, пыль, пятна грязи, растительные волокна, мелкие и крупные пузырьки воздуха. Необходимо запомнить их характерные признаки: форму, структуру, цвет, характер движения и преломления света.

Поместить на границе покровного стекла каплю туши и проследить за перемещением частиц туши под покровное стекло.

Рассмотреть каплю культуры простейших под малым и большим увеличением микроскопа. При поиске объектов ориентироваться на следующие признаки:

– характерная форма (габитус);

– активное движение животного;

– движение органоидов (ресничек, жгутиков, работа сократительной вакуоли и т.д.);

– движение цитоплазмы (образование псевдоподий, перемещение пищеварительных вакуолей);

– характер преломления света, цвет.

Подсушить препарат, проследить за появлением пузырей воздуха, перемещением воды, деформацией и разрушением простейших.

Временные микропрепараты готовятся, как правило, для использования их на одном занятии. Порядок приготовления временного препарата: каплю культуры микроскопических животных переносят пипеткой на чистое предметное стекло и накрывают покровным стеклом следующим образом: покровное стекло прижимают одной гранью к предметному стеклу и медленно, держа за боковые грани, опускают. После этого препарат готов к работе. Иногда, в случае объемных объектов (шаровидные колонии вольвокса, раковины фораминифер), покровные стекла ставятся на восковые или пластилиновые «ножки». Для этого вершинами покровного стекла проводят по поверхности кусочка воска (пластилина), таким образом, в углах стекла образуются миниатюрные (0,3-0,5 мм) «ножки», которые предохраняют от деформации биологический объект при опускании покровного стекла [18].

Постоянные микропрепараты в отличие от временных используются на занятиях многократно. Такие препараты готовятся заранее с использованием разнообразных и сложных методик, описанных в специальных пособиях.

Микроскоп МБС-10

Стереоскопический микроскоп МБС-10 предназначен для наблюдения как пленочных и прозрачных объектов, так и объемных образцов, а также препаровальных работ.

Наблюдение может производиться как при искусственном, так и при естественном освещении в проходящем и отраженном свете. В приборе используется зум-система, т.е. система плавного увеличения.

Порядок работы

1. Сфокусировать микроскоп на объект путем вращения рукоятки макровинтов.

2. Установить межзрачковое расстояние прибора в соответствии с базой глаз наблюдателя.

4. Диоптрийную наводку следует использовать после того, как микроскоп сфокусирован на объект по правой ветви.

5. Для изменения увеличения разместить объект или интересующую часть в центре предметного стола и вращать регулятор плавного изменения увеличения. В случае необходимости после установки нужного увеличения отрегулировать фокусировку микроскопа макровинтом.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ С МИКРОСКОПАМИ:

– при загрязнении наружных линз окуляров и объективов в ходе работы следует протереть их мягкой чистой тряпочкой;

– категорически запрещается отвинчивать подвижные детали, развинчивать окуляры и объективы, а также грубо крутить микрометрический винт;

– при обнаружении каких-либо неисправностей следует обратиться к преподавателю;

– по окончании работы микроскоп снова перевести на малое увеличение и только после этого снять препарат с предметного столика.

– при длительной работе необходимо периодически отключать осветитель для предотвращения его перегрева;

– по окончании работы выключить осветитель, вставить сетевой блок в приемное устройство, одеть чехол.

Обездвиживание простейших

– подсушивание препарата;
– добавление вязких жидкостей (раствор желатина);
– помещение под покровное стекло волокон ваты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЗООЛОГИЧЕСКОГО РИСУНКА И АЛЬБОМА

Зоологический рисунок является основным инструментом исследования как на учебных занятиях, так зачастую и в научной работе. Кроме того, рисунок – это протокол результатов исследования строения живых организмов. Таким значением зоологического рисунка и обусловлены требования к нему [12].

Требования к технике исполнения рисунка:

1. Рациональная компоновка. Размер рисунка и число рисунков на листе зависят от степени детализации: чем больше деталей надо показать, тем крупнее рисунок. Наметить расположение рисунка на листе нужно заранее, чтобы быть уверенным, что он не выйдет за край листа. Рисунок должен быть размещён на бумаге так, чтобы оставались достаточно широкие поля для подписей

2. Изображаемый препарат должен быть правильно ориентирован. Например, если нарисован срез животного, нижний край рисунка должен соответствовать брюшной стороне, а верхний – спинной стороне.

3. Тщательное соблюдение пропорций объекта и его частей.

4. Детализация. Чем больше деталей показано, тем информативнее рисунок. Сделав предварительный набросок препарата с использованием малого увеличения, переходят на большее увеличение и добавляют в рисунок мелкие детали.

5. Линии. Каждая линия на зоологическом рисунке, как на чертеже, имеет значение. Поэтому линии должны быть чёткими, ровными по толщине, непрерывными везде, где они обозначают замкнутый контур какой-либо структуры. Разная толщина линий позволяет создать эффект объёмности при рисовании полупрозрачных и трёхмерных объектов.

6. Рисунок должен быть снабжён всеми необходимыми подписями.

7. Нужно указать положение объекта в классификации: записывают в одном из углов листа или рядом с каждым рисунком, если на одном листе изображено несколько разных объектов.

8. Подписывают все изображённые детали строения объекта. При этом необходимо следить, чтобы выносные линии или стрелки однозначно указывали на обозначаемую деталь, были аккуратными, не загромождали рисунок, не пересекались друг с другом.

Царство *PROTISTA* − Простейшие

Протисты (др.-греч. πρώτιστος «самый первый, первейший»), или **простейшие** – гетерогенная группа эукариотических живых организмов, которые не относятся ни к животным, ни к растениям, ни к грибам. Протисты – полифилетическая группа. Для организмов, относящихся к этой группе, невозможно указать никаких общих характеристик. Единственная объединяющая их особенность формулируется как отсутствие сложной структуры, что характерно для многих групп, формируемых «по остаточному принципу». Хотя ранее им часто придавали ранг царства, подцарства или типа, в XXI веке систематики относят простейших (ресничных, жгутиковых, саркодовых и споровиков) к животноподобным протистам, не придавая этой группе таксономического значения и ранга. Все простейшие – одноклеточные, колониальные или многоклеточные, не имеющие высокоорганизованных тканей [19].

Простейшие – микроскопические организмы, тело которых состоит из одной клетки. Цитоплазма клетки обычно распадается на два слоя: наружный – более светлый и плотный (эктоплазма) и внутренний – более жидкий, с многочисленными включениями (эндоплазма). Снаружи цитоплазма покрыта элементарной цитоплазматической мембраной. В цитоплазме простейших расположены типичные клеточные органоиды: ядро, митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, вакуоли и т.д. [12].

Образ жизни простейших очень разнообразен. Среди них есть свободноживущие и паразитические формы. Протисты состоят из многих классов, отрядов, семейств и включают более 25 тыс. видов [19].

ЗАНЯТИЕ 2
Тип *RHIZOPODA* – РИЗОПОДЫ
Класс *Lobosea* – Лобозные амебы
Подкласс *Gymnamoebia* – Голые лобозные амебы
Подкласс *Testacealobosia* – Раковинные лобозные амебы
Тип *FORAMINIFERA* – ФОРАМИНИФЕРЫ
Класс *Miliolata*

Цель занятия: изучить основные черты организации ризоподовых и фораминифер.

Задачи:

1. Ознакомиться с общей характеристикой и систематикой ризоподовых и фораминифер.
2. Рассмотреть морфологический обзор ризоподовых и фораминифер.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

Форма тела ризоподовых непостоянна и способна изменяться в определенных пределах.

Для ризоподовых характерным является движение с помощью временных органоидов – псевдоподий. Число, строение и форма псевдоподий являются таксономическим признаком, то есть специфичны для каждого вида.

Снаружи тело покрыто элементарной цитоплазматической мембраной, за которой идут слой эктоплазмы (прозрачная, довольно плотная) и эндоплазмы (зернистая, более темная) [5].

В эндоплазме располагаются:

1. Ядро – одно или несколько сотен, также могут присутствовать ядрышки (у живой амебы ядро обнаруживается с трудом, но хорошо просматривается на фиксированном и специально окрашенном препарате).

2. Пищеварительные вакуоли – образуются на любом участке тела, при обтекании псевдоподиями различных мелких объектов. В вакуолях происходит внутриклеточное пищеварение. Удаление непереваренных остатков также происходит через любой участок тела. Такой способ питания называется фагоцитоз. Для амеб характерен также пиноцитоз – клеточное питье.

3. Пульсирующая (сократительная) вакуоль – органоид осморегуляции и с меньшей степени выделения и дыхания. Наиболее характерен для пресноводных простейших [1].

Многие виды амеб способны инцистироваться, то есть втягивать псевдоподии, округляться и выделять вокруг себя прочную двойную оболочку – цисту.

Размножение бесполое, двух типов:

1. Монотомия – простое деление пополам, когда между двумя делениями клетка питается и растет.

2. Палинтомия – серия повторных делений, когда началу деления предшествует усиленное питание и рост материнской особи, а затем следуют повторные быстрые деления без роста, дающие поколения все более мелких клеток, из которых только последнее поколение достигает полного развития и превращается в питающиеся особи – трофозоиты [19].

Систематика [3, 12, 19]

Царство *Protista − простейшие*
Тип *Rhizopoda − ризоподы*
Класс *Lobosea – лобозные амебы*
Подкласс *Gymnamoebia – голые лобозные амебы*
Отряд *Euamoebida – голые амебы*
Семейство *Amoebidae − амебы*
Род *Amoeba − амебы*
Вид *Amoeba proteis − амеба протея*
Семейство *Entamoebidae − энтамебовые*
Род *Entamoeba − энтамебы*
Вид *Entamoeba histolytica − дизентерийная амеба*

Вид *Entamoeba coli − кишечная амеба*
Подкласс *Testacealobosia – раковинные лобозные амебы*
Отряд *Arcellinida – раковинные амебы*
Семейство *Arcellidae − арцелловые*
Род *Arsella − арцелла*
Вид *Arcella vulgaris – арцелла обыкновенная*
Семейство *Difflugiidae – диффлюгиевые*
Род *Difflugia – диффлюгии*
Вид *Difflugia sp. – диффлюгия*
Тип *Foraminifera – фораминиферы*
Класс *Miliolata – милиолата*
Отряд *Soritida – соритиды*
Семейство *Peneroplidae – пенероплииды*
Род *Peneroplis – пенероплис*
Вид *Peneroplis sp.*

Морфологический обзор ризоподовых и фораминифер

Типичным представителем отряда голых амеб является амеба протей (*Amoeba proteus*). Это одна из крупных форм саркодовых, обычная в пресных водоемах. Размеры тела данного вида могут достигать 0,5-1 мм. При наблюдении за живой амебой заметно, что это простейшее снабжено выростами тела – псевдоподиями, или ложноножками, которые могут втягиваться и вытягиваться, округляться и разветвляться. С помощью псевдоподий осуществляется питание и передвижение амебы. Когда амеба «наталкивается» на одноклеточную водоросль или мелкое простейшее, псевдоподии «обтекают» пищевую частицу, и она оказывается заключенной внутрь цитоплазмы амебы в виде пузырька – сформированной пищеварительной вакуоли. Внутриклеточное пищеварение заканчивается выделением наружу непереваренных остатков пищи и исчезновением пищеварительной вакуоли. Одновременно в теле амебы могут формироваться и функционировать несколько пищеварительных вакуолей.

Снаружи тело амебы покрыто очень тонкой эластической мембраной (1 мкм) – плазмалеммой. Благодаря своему строению плазмалемма обладает хорошей проницаемостью для воды и газов, и практически, совершенно непроницаема для органических и неорганических соединений [1, 9].

Цитоплазма амебы состоит из двух слоев: эктоплазмы и эндоплазмы неограниченных четко друг от друга. Эктоплазма представляет собой наружный, более светлый и вязкий слой, тогда как эндоплазма, наоборот, имеет вид зернистого, более жидкого слоя с многочисленными пищеварительными вакуолями. Передвижение ризоподовых получило название амебоидного движения. При образовании и выпячивании ложноножки вслед за плазмалеммой устремляется поток эндоплазмы (более жидкая), переходящая затем в состояние эктоплазмы. На противоположной

части тела амебы происходит обратный процесс превращения эктоплазмы в эндоплазму. В настоящее время существуют две основные гипотезы, объясняющие сущность амебоидного движения: гипотеза потока под давлением и гипотеза сокращения фронтальной зоны [1, 9].

Концентрация растворенных органических и неорганических веществ в теле амебы выше, чем в окружающей среде, поэтому в силу законов осмоса, вода проникает в цитоплазму амебы. Если бы вода не выводилась из тела животного, то амеба лопнула бы от излишка постоянно проникающей в цитоплазму воды. Функцию регуляции осмотического давления выполняет периодически возникающий органоид в виде светлого пузырька – сократительная вакуоль. Достигнув определенного размера, сократительная вакуоль подходит ближе к плазмалемме и через разрыв последней выпускает свое содержимое во внешнюю среду. У большинства морских амеб сократительные вакуоли отсутствуют, т.к. внутриклеточное осмотическое давление меньше по сравнению с давлением окружающей среды. Кроме осморегулирующей, сократительная вакуоль выполняет еще выделительную и дыхательную функции. Первая заключается в выведении вместе с избытком воды продуктов обмена веществ. Дыхательная функция связана с поступлением вместе с водой растворенного кислорода и удалением из клетки углекислого газа [12].

В эндоплазме амебы находится довольно крупное ядро, заметное только после окрашивания специальными красителями, поэтому на живом объекте увидеть его невозможно.

У амеб наблюдается наиболее простой способ размножения – митотическое деление ядра и клетки, зависящее от наличия пищи и температурных условий. При действии неблагоприятных факторов внешней среды (изменение pH, температуры, солености и др.) амеба втягивает псевдоподии, округляется, эктоплазма начинает выделять тонкую, но прозрачную оболочку, затвердевающую в воде - цисту. Процесс образования такой защитной оболочки получил название инцистирования. Химический анализ стенок цист показал, что наиболее распространенными материалами для постройки цист являются: хитин, целлюлоза и соединения кремния. При наступлении благоприятных условий происходит обратный процесс - эксцистирование. Растворение стенок цисты является следствием действия специальных ферментов [19].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. На большом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат голой амебы, арцеллы, диффлюгии и фораминифер.
3. Зарисовать строение голой амебы в альбоме, отметить органоиды (рис.1).
4. Зарисовать арцеллу и диффлюгию в альбоме, отметить раковинку и органоиды (рис.2).

5. Зарисовать несколько представителей фораминифер с разными типами и формами раковин (рис.3).

Вид: *Amoeba proteus*

Амёба обыкновенная (*Amoeba proteus*), или амёба протей (корненожка) – амебоидный организм, представитель класса *Lobosea*. Обитает в пресных водах, в небольших прудах и канавах с илистым дном.

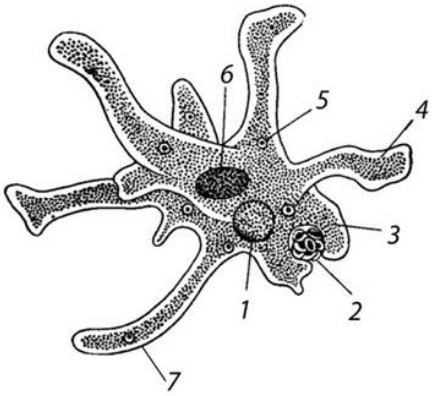


Рис. 1. Строение голой амёбы. По Дофлейну (Догель, 2015) [1]
1 – сократительная вакуоль; 2 – заглатываемые пищевые частицы;
3 – эндоплазма; 4 – эктоплазма; 5 – пищеварительная вакуоль; 6 – ядро;
7 – псевдоподия

Вид: *Arcella vulgaris*

Раковинные лобозные амебы (*Testacealobosea*), отряд (*Arcellinida*) корненожек. Несколько сотен видов. В отличие от голых амёб (подкласс *Gymnamoebia*) имеют наружный скелет в виде раковины (от 50 до 150 мкм); из устья раковины выступают лишь псевдоподии. Раковины бывают белковые («хитиноидные»), напр. у (*Arcella*), построенные из кремнёвых пластинок (*Euglypha*) или включающие посторонние агглютинированные частицы – мелкие песчинки и т. п. (*Difflugia*). Широко распространены в составе бентоса пресноводных водоёмов, в прибрежной зоне встречаются в почве [12].

Представители другого отряда – раковинные амебы (*Arcellinida*) получили свое название за наличие раковинки, играющей защитную функцию.

Арцелла (*Arcella vulgaris*) имеет раковинку в форме полушария (вид сбоку) и правильной окружности (вид сверху). В центре плоской нижней части раковинки имеется круглое отверстие, через которое наружу выдаются псевдоподии, а остальная часть тела находится внутри раковинки. Она имеет желтовато-коричневую окраску и построена из пластиночек хитина, выделяемого клеткой простейшего аналогично выше описанному процессу инцистирования [19, 21].

Вид: *Difflugia sp.*

Диффлюгия (*Difflugia sp.*) имеет грушевидную раковинку из органического вещества, инкрустированную сверху мельчайшими песчинками.

Питание и передвижение раковинных корненожек аналогично таковым процессам у голых амеб.

Размножение раковинных амеб несколько отличается и связано с образованием новой раковинки. Вначале из устья наружу выдается часть цитоплазмы, образуя подобие почки, поверхность которой покрывается хитином, песчинками или кремниевыми пластиночками из тела материнской особи. Внутри последней происходит деление ядра и одно из новообразовавшихся ядер проникает внутрь дочерней особи, формируются псевдоподии, цитоплазматический мостик между особями разрывается, дочерняя отделяется от материнской и начинает вести самостоятельную жизнь [5].

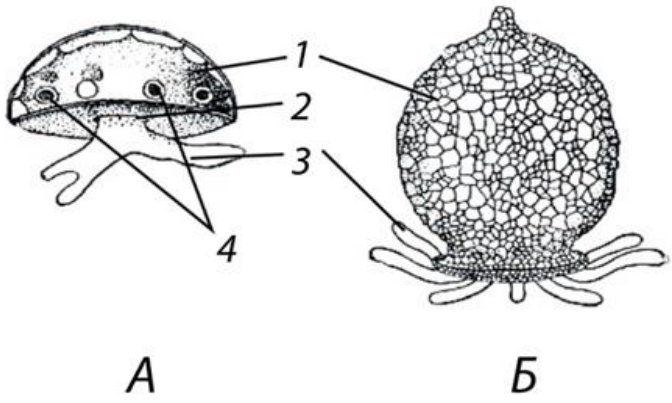


Рис. 2. Строение раковинных амёб. А – *Arcella*, Б – *Difflugia*. По Полянскому из разных авторов (Догель, 2015) [1]
1 – раковина; 2 – устье; 3 – псевдоподии; 4 – сократительная вакуоль

Фораминиферы – это животные, раковины которых классифицируются, в соответствие со способом их образования. Выделяют две формы – секреционную и агглютинированную. Первый тип характерен тем, что формирование раковины происходит посредством соединения минеральных и органических веществ, которые выделяет само животное. Второй (агглютинированный) тип раковин формируется путем захвата ряда обломков от скелетов других организмов и частичек песка. Склеивание осуществляется веществом, выделяемым одноклеточным организмом. Раковины фораминифер в строении различаются по количеству камер. «Дом» организма может состоять из одной камеры или множества. Многокамерные раковины делятся по линейному или спиральному способу устройства. Навивание закруглений в них может происходить клубковидным и планоспиральным, а также трохоидным способом [5, 20].

Представители типа Фораминиферы (*Foraminifera*) составляют самый большой таксон, насчитывающий от 5000 до 10000 видов почти исключительно морских форм. Все фораминиферы имеют раковину, либо однокамерную (подобно диффлюгии), либо многокамерную. Однокамерные фораминиферы могут достигать 2-3 см длины, тогда как многокамерные много меньше. Раковины у однокамерных построены из посторонних частиц (агглютинированные), а у многокамерных преимущественно из карбоната кальция. У многокамерных фораминифер внутренняя полость раковины разделена перегородками на отдельные камеры, причем перегородки имеют отверстия, поэтому тело корненожки представляет одно целое. Стенки раковины у некоторых видов пронизаны порами, через которые наружу выходят нитевидные псевдоподии (ризоподии). По типу строения, раковины могут быть рядными (расположены в ряд), спиральными и циклическими (внутренние камеры располагаются по спирали, а наружные - концентрическими кольцами) [19].

Питание фораминифер осуществляется с помощью ризоподий, превышающих по своей общей площади площадь самой раковины. Если на ризоподию оседает мелкая пищевая частица, то она, скользя по ризоподии поступает внутрь раковины и переваривается. Если частица велика, то вокруг нее собирается цитоплазма, обволакивает добычу и переваривает вне раковины. Цитоплазма ризоподий течет в двух направлениях: от и к раковине. Током цитоплазмы переваренная снаружи пища поступает внутрь раковины [1, 3].

Многокамерные фораминиферы отличаются среди саркодовых сложностью размножения, чередованием бесполого и полового. Бесполое размножение начинается с многократного деления ядра, в результате чего образуется большое количество мелких ядер. Вокруг каждого ядра обособляется участок цитоплазмы и все тело корненожки распадается на множество одноядерных амебообразных зародышей, которые выходят наружу. Вокруг зародыша формируется эмбриональная камера. По мере роста число камер увеличивается, пока корненожка не достигнет характерных размеров. В результате бесполого размножения получаются особи макросферического поколения. Они приступают к размножению половым путем. Ядро фораминиферы опять делится на огромное количество (до тысячи) одноядерных клеток. Каждая клетка снабжена двумя жгутиками, благодаря чему способна к активному плаванию. Эти клетки выполняют функции половых гамет. Сливаясь попарно они образуют зиготу, вокруг которой формируется первая эмбриональная камера, значительно меньшая, чем у зародышей макросферического поколения. Поэтому второе поколение называют микросферическим. Затем особи микросферического поколения вновь приступают к бесполому размножению. Главными особенностями размножения фораминифер являются:

1) чередование форм размножения (полового и бесполого) и связанное с ним чередование поколений (макросферического и микросферического);

2) отсутствие дифференциации половых клеток на мужские и женские;

3) формирование гаплоидного набора хромосом при бесполом размножении у макросферического поколения, тогда как при половом размножении микросферическое поколение имеет диплоидный набор хромосом (единственный пример гетеро-фазного чередования поколений в животном мире) [4, 5, 19].

Фораминифера (*Foraminifera*) – тип раковинных одноклеточных организмов из группы протистов. Являются самым обширным типом, большинство видов обитает в морях.

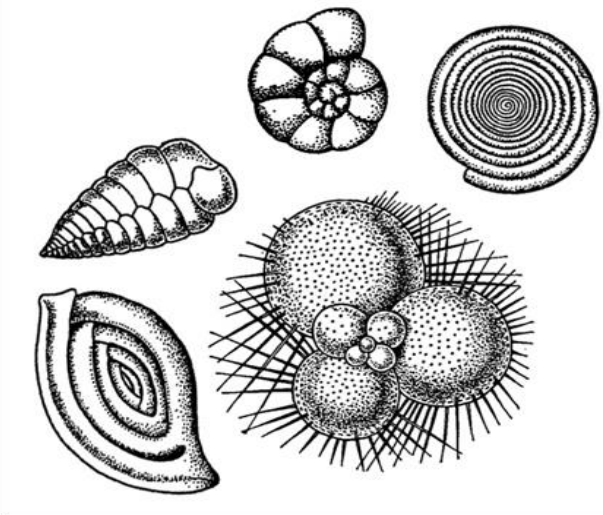


Рис. 3. Раковины различных фораминифер. Из Кешмена, Дофлейна и Ланга (Догель, 2015) [1]

Описание микропрепаратов

Микропрепарат Amoeba proteus

Амеба окрашена эозином в розовый цвет. В центре клетки заметно темно-фиолетовое крупное ядро овальной формы. По периферии клетки хорошо видны выросты – псевдоподии. Эктоплазма светлая, эндоплазма более темная, с зернистостью.

Микропрепарат Arcella sp.

Раковинка правильной округлой формы, желто-коричневого цвета. В центре видно отверстие - устье, служащее для выхода псевдоподий. При увеличении 40х можно увидеть, что стенки раковинки состоят из гексагональных ячеек, подостланных изнутри бесструктурной пленочкой.

Микропрепарат Difflugia sp.

Раковинка грушевидной формы, на ее поверхности заметны песчинки, скорлупки диатомовых водорослей, частицы ила и т.д.

Микропрепарат Peneroplis sp.

Раковина известковая, ее наружные камеры целиком охватывают внутренние. Стенка раковины поделена на камеры, каждая из которых имеет по бокам отверстия для выхода ризоподий.

Вопросы для самоконтроля

1. Определение протозоологии как науки.
2. Правила работы с микроскопом.
3. Общая характеристика протист.
4. Систематика ризоподовых и фораминифер.
5. Передвижение и питание амебы.
6. Строение цитоплазмы амебы.
7. Сущность амебоидного движения.
8. Функции сократительной вакуоли простейших.
9. Размножение амебы.
10. Инцистирование и эксцистирование протист.
11. Паразитические виды амеб.
12. Представители раковинных амеб.
13. Размножение раковинных амеб.
14. Строение и питание фораминифер.
15. Размножение фораминифер.
16. Значение ризоподовых в природе и жизни человека.

Тип *EUGLENOZOA* – ЭВГЛЕНОЗОИ
Класс *Euglenoidea* – Эвгленоидеи
Класс *Kinetoplastidea* – Кинетопластидеи

Цель занятия: изучить основные черты организации эвгленозои.

Задачи:

1. Ознакомиться с общей характеристикой и систематикой эвгленозои.
2. Рассмотреть морфологический обзор эвгленозои.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

Тип эвгленозои чрезвычайно разнообразны, как по строению, так и по образу жизни. Число видов достигает 1 тыс. Они обитают в морях, пресных водах, а также в организмах животных и растений. Среди них немало опасных паразитов. Некоторые виды являются полезными симбионтами животных [1, 3].

Для эвгленозои характерно наличие жгутиков, их может быть от одного до нескольких сотен. Жгутики обеспечивают поступательное движение простейших. Они представляют собой тончайшие волосовидные выросты цитоплазмы, покрытые сверху той же мембраной, которая покрывает поверхность клетки. Внутри жгутика находятся трубчатые фибриллы, число и расположение которых строго определено. Они, продолжаясь внутрь цитоплазмы, образуют базальное тело жгутика – кинетосому. У основания жгутика имеется кинетопласт, который по сути является гигантской митохондрией и при делении клетки тоже делится [12].

В отличие от ризоподовых, большинство эвгленозои обладает более или менее постоянной формой тела, так как наружный слой эктоплазмы у них образует плотную эластичную оболочку – пелликулу. Кроме того, покровы могут быть представлены: плазматической мембраной – такие эвгленозои способны к амебоидному движению; панцирем – состоящим из пластинок клетчатки; домиком – у хризомонад; слизистыми капсулами – у колониальных форм [5, 9].

Подтип делится на два класса – эвгленоидеи и кинетопластидеи. Эвгленоидеи характеризуются наличием хроматофоров с хлорофиллом и светочувствительного глазка – «стигмы», а соответственно автотрофным (голофитным) и миксотрофным (смешанным) типами питания. Кинетопластидеи обладают гетеротрофным типом питания и включают большое число паразитов животных и растений.

Бесполое размножение представлено монотомией и палинтомией. Реже наблюдается половое размножение (гамогамия) с образованием гамет и последующей копуляцией. У жгутиконосцев встречаются как изогамия (все гаметы одинаковые по размеру и форме), так и анизогамия (мужские гаметы несколько отличаются от женских), и крайний случай анизогамии – оогамия (мужские гаметы мелкие, подвижные, со жгутиками, женские – очень крупные неподвижные, напоминают яйцеклетку). Для жгутиконосцев характерна зиготическая редукция [12, 17].

Систематика [3, 12, 19].
Царство *Protista − простейшие*
Тип *Euglenozoa – эвгленозои*
Класс *Euglenoidea – эвгленоидеи*
Отряд *Euglenida – эвгленииды*
Семейство *Euglenidae – эвгленовые*
Род *Euglena – эвглены*
Вид: *Euglena viridis – эвглена зеленая*
Класс *Kinetoplastidea – кинетопластидеи*
Отряд *Trypanosomatida – трипаносоматиды*
Семейство *Trypanosomatidae – трипаносомовые*
Род *Trypanosoma – трипаносомы*
Виды *Trypanosoma brucei – трипаносома брусей*
Род *Leishmania – лейшмания*
Вид *Leishmania tropica – тропическая лейшмания*

Морфологический обзор *Euglenoidea*

Типичным представителем эвгленоидеи служит эвглена зеленая (*Euglena viridis*). Она имеет веретенообразную форму тела, заостренного сзади и округлого спереди. Снаружи эвглена покрыта пелликулой – тонкой эластичной и плотной оболочкой, определяющей форму ее тела. Последняя может изменяться при сокращении, вытягивании или изгибании животного.

На переднем конце эвглены заметен длинный жгутик, находящийся в непрерывном, винтообразном движении, благодаря чему обеспечивается направленное движение. У основания жгута находится узкая глотка, ведущая в сократительную вакуоль. Сбоку от резервуара располагается стигма, или светочувствительный глазок красноватого цвета из-за присутствия в нём каротиноидов. Установлено, что в прилегающей к глазку зоне содержится родопсин (светочувствительный пигмент), играющий важную роль при ориентации эвглен на свет. Несколько ниже стигмы находится единственная сократительная вакуоль, выполняющая те же функции, что и у ризоподовых. Вокруг сократительной вакуоли находится несколько маленьких приводящих вакуолей, которые периодически в нее изливаются. Из сократительной вакуоли продукты выделения попадают в резервуар и через глотку выводятся наружу [13, 14].

Цитоплазма эвглены, как и у амебы, делится на эктоплазму и эндоплазму. В последней находятся хроматофоры, заполненные хлорофиллом, и поэтому, имеющие зеленый цвет. Форма хроматофоров может быть различной. Хлорофилл, заполняющий хроматофоры, может быть нескольких видов, а его комбинации обеспечивают при наличии каротиноидов различные вариации окраски фотосинтезирующих жгутиковых. Эвглена и вольвокс содержат в своих хроматофорах хлорофиллы а и в, бета-каротин, поэтому окраска у них изумрудно-зеленого цвета. Ближе к задней части тела в цитоплазме находится ядро крупных размеров, причем при делении ядра ядерная оболочка не исчезает. В результате фотосинтеза образуется углевод парамил, близкий по химическому составу к крахмалу. Избыток парамила скапливается в цитоплазме, формируя, т.н. парамиловые зёрна [12].

По способу питания эвглена относится к миксотрофным организмам (в определенных условиях она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, и наоборот). На свету эвглена питается автотрофно как растение, а минеральные соли поступают внутрь клетки осмотически. Если эвглену поместить в темноту, фотосинтез становится невозможным, и она переходит с автотрофного питания на гетеротрофное, как типичное животное. Хлорофилл обесцвечивается, а хроматофоры сильно уменьшаются в размерах. В этом случае часть пищи эвглена поглощает осмотически, а часть – вместе с поступающей водой через глотку. Оттуда вода поступает в резервуар, из стенки которого выступают маленькие нитевидные псевдоподии, увлекающие пищевые частицы. Если эвглену вновь поместить на свет, то фотосинтетическая деятельность восстанавливается. Таким образом, эвглена может питаться как типичное растение (голофитное питание) и как типичное животное (голозойное питание). Питание путем осмотического поглощения органических веществ называется сапрофитным.

Размножаются эвглены продольным делением. После митотического деления ядра начинается деление цитоплазмы. На передней части клетки образуется углубление, жгутик отбрасывается и начинается рост новых, уже

двух жгутиков. Все органоиды делятся, перешнуровка цитоплазмы заканчивается, и образуются две самостоятельные дочерние особи.

При неблагоприятных условиях внешней среды эвглены инцистируются. Жгутик отбрасывается, тело эвглены округляется и на его поверхности выделяется циста. В состоянии цисты эвглена также может размножаться путем деления. Такие цисты называются цистами размножения. В благоприятных условиях эвглены эксцистируются [1, 9, 11].

Обитают эвглены в небольших, мелководных пресных водоемах, богатых органическими веществами (лужах, канавах, прудах) и часто вызывают образование зеленой пленки на поверхности – «цветение воды».

Среди эвгленоидеи встречаются и колониальные формы. Наиболее широко распространенными следует считать два вида вольвоксовых: вольвокс золотистый (*Volvox aureus*) и вольвокс глобатор (*Volvox globator*).

Вольвоксы представляют собой крупные (до 2 мм), шаровидные колонии, состоящие из нескольких тысяч клеток. Стенка колонии образована сетью тончайших цитоплазматических волоконец, связывающих между собой двужгутиковые одноклеточные организмы, одетые прозрачной слизистой оболочкой. Каждая особь имеет ядро, хроматофор, стигму, сократительную вакуоль и два жгутика равной длины, направленные наружу. Основная масса колонии состоит из студенистого вещества, а центральная часть заполнена полужидким содержимым [9, 11].

Движение вольвокса осуществляется благодаря синхронизированному биению жгутиков. В воде колония может не только «перекатываться», но и ориентировано двигаться: она плывет вперед тем полюсом, на котором стигмы развиты сильнее.

Размножение вольвокса происходит иначе, чем эвглены. Рассмотрим бесполое размножение вольвокса. В колонии имеется всего около 10 клеток, обладающих способностью к делению. Эти клетки носят название вегетативных. Они располагаются в нижней части колонии, где стигмы наименее развиты. При делении этих клеток внутри материнской колонии вольвокса развиваются дочерние колонии. Когда их размеры увеличатся настолько, что материнская колония не сможет их вмещать, она разрывается и погибает, а дочерние колонии выходят наружу. При благоприятных условиях внутри дочерних могут развиваться и внучатые колонии [12].

При половом размножении вегетативные клетки дают начало крупным неподвижным женским макрогаметам и мелким многочисленным мужским микрогаметам. У более крупного *Volvox globator* макро- и микрогаметы образуются в одной колонии, а у более мелкого *Volvox aureus* – в разных. Микрогаметы освобождаются от оболочки, выходят в воду и сливаются с макрогаметами. Этот процесс называется копуляцией. В результате образуются зиготы, дающие начало новым колониям [19].

Вольвокс может рассматриваться как пример переходной формы от одноклеточных животных к многоклеточным. Чертами многоклеточного организма в строении вольвокса являются:

1) соединение клеток колонии между собой протоплазматическими нитями;

2) дифференциация клеток по выполняемым функциям: вегетативные и генеративные клетки.

Kinetoplastidea

Отряд *Трипаносоматиды (Trypanosomatida)*. Название отряда связано с наличием у относящихся к нему жгутиконосцев особого образования – кинетопласта (по другим источникам–блефаробласта). Кинетопласт представляет собой овальное тельце, содержащее ДНК и расположенное вблизи базального тельца жгутика. Внутри кинетопласта находятся митохондрии, поэтому, принято считать, что он участвует в обмене веществ клетки и вырабатывает энергию для работы жгутика. В отряд кинетопластид входят зоомастигофоры, ведущие паразитический образ жизни. Наиболее известны среди них трипаносомы и лейшмании [3, 12].

Трипаносомы («*trypanum*» – бурав, «*soma*» – тело) – очень мелкие жгутиконосцы (15–30 мкм в длину), паразитирующие в крови позвоночных животных: рыб, амфибий, рептилий, птиц, млекопитающих и человека. Вызывают опасные заболевания под общим названием трипаносомозы. Тело трипаносомы плоское, лентовидное, заостренное с обоих концов, дугообразно изогнутое. Жгутик начинается в задней части клетки от базального тельца и продолжается к передней части. С клеткой трипаносомы он соединен тонким слоем цитоплазмы в виде волнообразной перепонки – ундулирующей мембраны. При волнообразном движении жгутика колеблется и ундулирующая мембрана, что позволяет паразиту двигаться в такой вязкой среде, как кровь. Непосредственно за базальным тельцем жгутика располагается кинетопласт. В средней части клетки трипаносомы находится крупное ядро овальной или округлой формы. Трипаносомы – очень хорошо приспособленные к хозяевам паразиты, поражающие человека и животных. Они проходят определенный цикл развития, который характеризуется сменой хозяев и жизненных форм. Трипаносомы избегают иммунной защиты своего хозяина путем изменения своих свойств [19].

В XIX веке было описано заболевание человека под названием «сонная болезнь», распространенное в Африке. Возбудителем этой болезни является одна из трипаносом – *Trypanosoma gambiense*. В Западной Африке этот вид трипаносом постоянно обитает в крови антилоп, но существенного вреда им не приносит. Антилопы служат постоянными носителями трипаносом – резервуарными хозяевами. Переносчиками трипаносом являются кровососущие мухи цеце (*Glossina palpalis*), в одинаковой степени нападающие как на антилоп, так и на человека [1].

При сосании крови от больного «сонной болезнью» человека или антилопы муха поглощает и трипаносом, которые начинают размножаться в ее кишечнике. Через некоторое время трипаносомы мигрируют в слюнные железы мухи. Заражение человека трипаносомами происходит тогда, когда

трипаносомы локализуются в слюнных железах мухи, т.е. в момент укуса паразиты со слюнной жидкости попадают в кровь. Заболевание человека начинается с приступов лихорадки, сменяющейся нервно-паралитическими явлениями, когда трипаносомы проникнут в спинномозговую жидкость. Затем наступает сонливость, резкое истощение и смерть. В настоящее время разработано лечение «сонной болезни» человека с помощью медицинских препаратов (германина и др.). «Сонная болезнь» – это типичный пример трансмиссивного (передающегося через переносчика) заболевания с природной очаговостью [1].

В Африке, Индии, Австралии, Центральной и Южной Америке, Азии известно заболевание жвачных, лошадей и собак, вызываемое другим видом трипаносом – *Trypanosoma ninaekohljakimowi* (*T. evansi*), под названием сурра («су-ауру»). Переносчиками этих трипаносом являются слепни рода *Tabanus* и мухи рода Stomoxys. Болезнь характеризуется лихорадкой, отеками и малокровием [1].

В Южной Америке трипаносома *Trypanosoma cruzi* вызывает у человека и домашних животных болезнь Чагаса. Переносчиками трипаносом являются клопы родов *Triatoma* и *Rhodnius*. Симптомы заболевания проявляются в виде отеков, миокардита и поражения центральной нервной системы [1].

В Южной Африке муха цеце является переносчиком *Trypanosoma brucei*, вызывающую заболевание нагана у жвачных, лошадей, свиней и грызунов. Болезнь характеризуется лихорадкой, менингоэнцефалитом и параличами.

Trypanosoma equiperdum вызывает случную болезнь лошадей в Средиземноморье, Индии, Киргизии, Казахстане. Заражаются животные во время случки, при искусственном осеменении кобыл спермой, содержащей возбудителя, через предметы ухода. Симптомами болезни служат отёки половых органов, параличи [1].

К этому отряду относятся и лейшмании, вызывающие заболевания у человека и животных. Это мелкие жгутиконосцы длиной 4–7 мкм и шириной 3–4 мкм в виде овальных телец. Каждый паразит имеет одно ядро и палочковидный кинетопласт, от которого к периферии отходит тонкий жгутик. Лейшмании находятся внутри клеток и на этой стадии являются безжгутиковыми. Только в организме переносчиков они имеют типичный для жгутиконосцев вид [3].

Leishmania tropica описана в 1898 г. в Ташкенте П.Ф. Боровским. Вызывает кожный лейшманиоз у человека и собак, проявляющийся в образовании язв на коже, которые медленно заживают и оставляют на своем месте обезображивающие рубцы. Переносчиками лейшманий являются москиты из рода *Phlebotomus*. Резервуарными хозяевами лейшманий в Средней Азии служат песчанки, суслики и ушастые ежи [17, 19].

Leishmania donovani – возбудитель висцерального (внутреннего) лейшманиоза, распространенного на Ближнем Востоке, в Индии, Средней Азии и Южной Америке. При этом тяжелом заболевании поражаются

селезенка и печень, появляются кровоизлияния в коже и на слизистых оболочках. В крови отмечается лейкопения (малое содержание лейкоцитов).

Leishmania brasiliensis – возбудитель лейшманиоза слизистых оболочек, заболевания, распространенного в Бразилии, Мексике, Перу. Поражаются кожа, слизистые оболочки, человек часто теряет зрение [19].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. На большом увеличении микроскопа рассмотреть постоянный препарат эвглены зеленой, трипонасомы и лейшмании.
3. Зарисовать в альбоме строение эвглены зеленой. Отметить на рисунке указанные цифрами органоиды (рис.4).
4. Зарисовать схему строения жгутика. Отметить детали строения (рис.5).
5. Зарисовать строение трипаносомы (рис.6)
6. Изучить жизненный цикл *Trypanosoma brucei* – возбудителя сонной болезни человека. Зарисовать, указав стадии жизненного цикла (рис.7)
7. Зарисовать строение лейшмании (рис.8)

Вид*: Euglena viridis*

Эвглена зеленая (*Euglena viridis*) – одноклеточный простейший организм из рода эвглен, класса *Euglenoidea – эвгленоидеи*, типа *Euglenozoa – эвгленозои*. Эти простейшие обитают в сильно загрязненных водоемах – канавах, болотах, лужах, мелких загнивающих пресных водоемах.

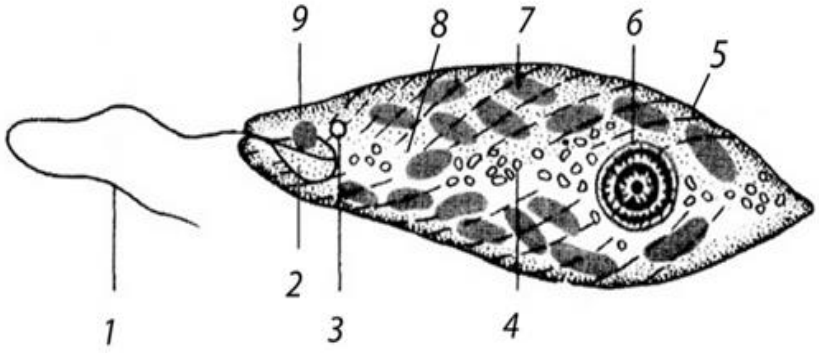


Рис.4. Строение эвглены зеленой. По Дофлейну (Догель, 2015) [1]
1 – жгутик; 2 – резервуар сократительной вакуоли; 3 – сократительная вакуоль; 4 – запасное питательное вещество; 5 – пелликула; 6 – ядро; 7 – хроматофоры; 8 – цитоплазма; 9 – стигма

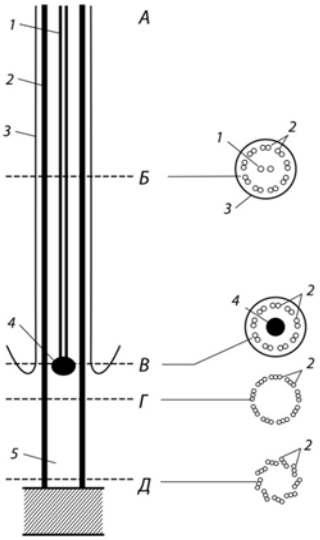


Рис. 5. Схема строения жгутика. По Науро-Тимотэ, с изменениями (Догель, 2015) [1]
1 – центральные фибриллы; 2 – периферические фибриллы; 3 – наружная мембрана; 4 – аксиальная гранула; 5 – кинетосома

Особенности строения и жизненные функции паразитических представителей жгутиконосцев на примере трипонасомы, лейшмании.

Вид: *Trypanosoma brucei*

Трипаносомы (*Trypanosoma*) – род паразитических одноклеточных организмов из семейства трипаносоматид, которые паразитируют на различных хозяевах и вызывают многие заболевания как у людей (сонная болезнь, болезнь Шагаса), так и у животных (случная болезнь лошадей). Естественным резервуаром трипаносом в основном являются млекопитающие, переносчиком – насекомые. Муха цеце является переносчиком *Trypanosoma brucei* – возбудителя сонной болезни. Триатомовые клопы являются переносчиками *Trypanosoma cruzi* – возбудителя болезни Шагаса [1, 17].

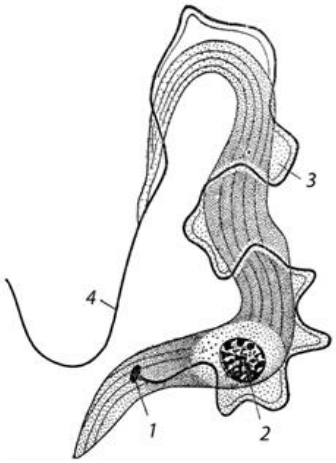


Рис. 6. Строение трипаносомы. По Робертсону (Догель, 2015) [1]
1 – кинетопласт; 2 – ядро; 3 – ундулирующая мембрана; 4 – жгутик

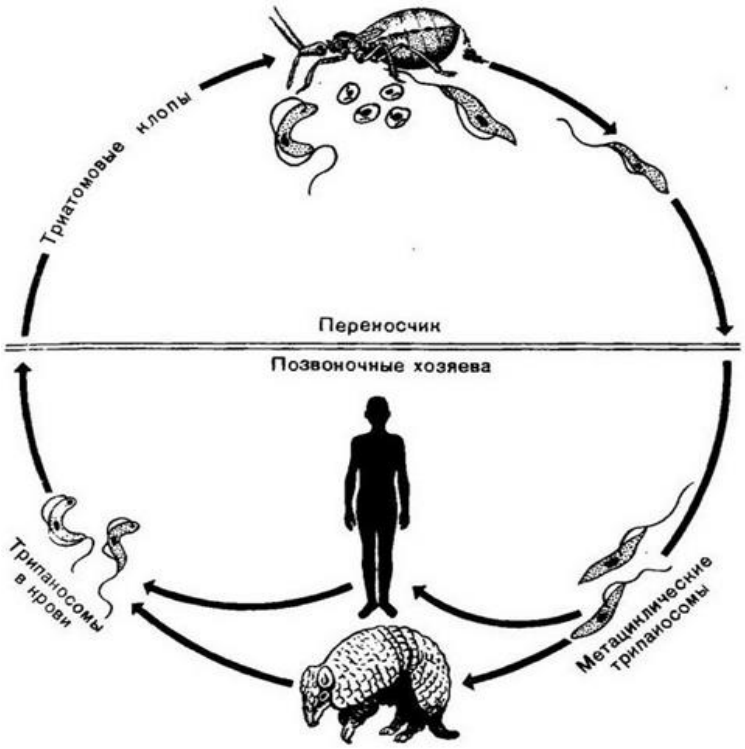


Рис. 7. Цикл развития возбудителя сонной болезни (из открытых интернет-источников)

Вид: *Leishmania tropica*

Лейшма́нии (*Leishmania*) – род паразитических протистов, вызывающих лейшманиозы. Переносчиками лейшманий являются москиты из рода *Phlebotomus*. Естественным резервуаром разных видов служат позвоночные животные. Лейшмании в основном поражают грызунов, собак и людей, но также отмечены случаи поражения у даманов, кошек и лошадей. По оценкам ВОЗ от начала 1990-х, лейшманиозами больны около 12 миллионов человек в 88 странах [1, 12, 19].

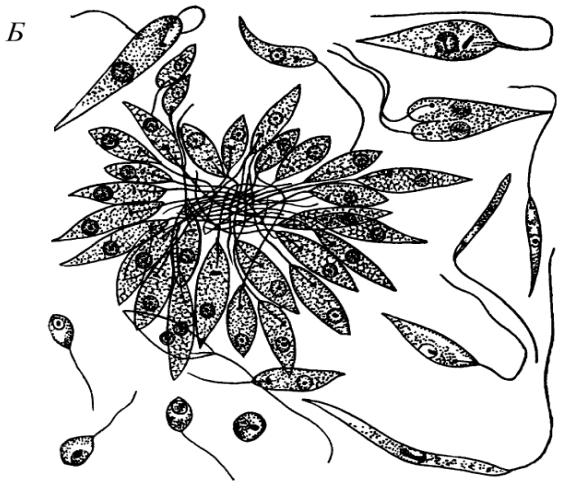


Рис. 8. Представители отряда Отряд *Trypanosomatida*. По Веньону (Догель, 2015) [1]

Leishmania donovani

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Эвглена зеленая (Euglena viridis)

Эвглена имеет веретеновидную форму клетки, заостренную на переднем конце и закругленную на заднем. Окраска зеленоватая. Жгутик один, располагается впереди. В цитоплазме заметны хроматофоры в виде темных точек. Ядро крупное, смещено к задней части клетки, округлой формы [12].

Микропрепарат: Трипаносомы (Trypanosoma)

При рассматривании препарата под иммерсионным увеличением (объектив 90х) видны заполняющие всё поле зрения эритроциты с находящимися между ними трипаносомами. Они окрашены в голубовато-фиолетовый цвет. Тело трипаносомы веретеновидное, заостренное с обоих полюсов. Жгутик соединен с телом тонкой ундулирующей мембраной. Ядро темноокрашенное, располагается в средней части тела трипаносомы [1].

Микропрепарат: Лейшмании (Leishmania)

Рассматривают под иммерсией. Лейшмании имеют эвгленоидную форму, окрашены в светло-фиолетовый цвет, хорошо заметны крупное ядро и жгутик. Тканевые формы лишены жгутика [19].

Рисунки в альбоме: «Строение эвглены зеленой», «Схема строения жгутика», «Строение трипаносомы», «Схема жизненного цикла возбудителя сонной болезни *Trypanosoma brucei*», «Строение лейшмании». «Строение амебы голой», «Строение раковинной амебы арцеллы», «Строение раковинной амебы диффлюгии» (3–4 вида).

Вопросы для самоконтроля

1. Переносчик сонной болезни.
2. Количество фибрилл, расположенных в центре жгутика эвглены.
3. Базальная часть жгутика эвглены.
4. Светочувствительные органеллы у эвглены.
5. Простейшие со смешанным типом питания.
6. Бесполое деление, при котором образующиеся дочерние клетки сразу вырастают до размеров материнских клеток.
7. Питательное вещество, которое накапливает эвглена зеленая.
8. Жизненные формы трипонасомы.
9. Проявление избирательности у простейших к наиболее освещенным участкам водоема.
10. Размножение трипонасом в крови и спинномозговой жидкости.

ЗАНЯТИЕ 3
Тип *APICOMPLEXA* – СПОРОВИКИ
Класс *Gregarinea* – грегарины
Класс *Coccidiomorpha* – кокцидиеобразные

Цель занятия: ознакомиться со строением и жизненными циклами типа споровики на примере грегарин, кокцидий и малярийного плазмодиума.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику споровиков.
2. Рассмотреть морфологический обзор споровиков.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

Это большая группа исключительно паразитических простейших, насчитывающая около 5000 видов. Хозяевами их являются самые различные беспозвоночные и позвоночные животные и человек. Споровики приспособились к паразитированию в самых различных органах и тканях. Многие из них – паразиты кишечника и различных органов, связанных с пищеварительной системой (в том числе печени). Имеются виды, паразитирующие в почках, органах кровеносной системы и в крови, в нервной ткани. В этой группе также есть немало внутриклеточных паразитов.

Споровики отличаются от свободноживущих простейших отсутствием специальных органоидов захвата пищи (сапротрофы) и отсутствием органоидов движения. Только на фазе гамет у них появляются жгутики [1].

Одной из форм глубокого приспособления споровиков к паразитизму явилась выработка сложных и разнообразных жизненных циклов, часто со сменой хозяев, относящихся к разным видам и группам животного мира.

Для жизненного цикла характерно чередование бесполого (агамогония) и полового (гамогония) размножения. В целом, схема жизненного цикла складывается из чередования спорогонии, шизогонии и гамогонии.

Главной отличительной особенностью споровиков является то, что в их жизненном цикле обязательно присутствует стадия (зоит – мерозоит, спорозоит), обладающая апикальным комплексом органоидов. В типичном случае рассматриваемый комплекс включает следующие структуры:

1. Трехмембранная пелликула, образованная плазмалеммой и двумя мембранами внутреннего мембранного комплекса.
2. Микропора, если имеется, обычно располагается на боковой поверхности клетки. Считается, что микропора выполняет функции ультрацитостома.
3. Непосредственно под внутренним мембранным комплексом располагаются продольные микротрубочки. Они начинаются на переднем конце клетки и направлены назад. Длина их варьирует у разных видов.
4. Коноид – расположен на апикальном конце клетки.

5. Роптрии – мешковидные образования с расширенным задним концом и узким направленным вперед протоком. Концевые участки протоков проходят внутрь коноида.

6. Микронемы – располагаются вокруг роптрий, а иногда и в задней половине клетки. Представляют собой узкие, сильно вытянутые тела, которые в отличие от роптрий чаще прходят не в продольном, а в поперечном направлении и при этом образуют изгибы [12].

Тип Споровиков подразделяется на три класса: класс *Colpodellea,* Класс *Gregarinea* и класс *Coccidiomorpha*.

Систематика [3, 12, 20].
Царство *Protista − простейшие*
Тип *Apicomplexa − апикомплексы*
Класс *Gregarinea – грегарины*
Отряд *Eugregarinida − эугрегарины*
Семейство *Stylocephalidae − стилоцефалидовые*
Род *Stylocephalus − стилоцефалус*
Вид *Stylocephalus longicollis*
Класс *Coccidiomorpha − кокцидиеобразные*
Подкласс *Coccidia − кокцидии*
Отряд *Eimeriida − эймериды*
Семейство *Eimeriidae − эймериидовые*
Род *Eimeria − эймерии*
Вид *Eimeria suis − эймерия свиная*
Вид *Eimeria stiedae − эймерия кроличья*
Отряд *Haemosporida − гемоспоридии*
Семейство *Plasmodiidae − плазмодиевые*
Род *Plasmodium − плазмодиумы*
Вид *Plasmodium vivax − плазмодиум малярийный*

Морфологический обзор споровиков

Из всех систематических групп апикомплекса наибольшее распространение имеют кокцидии. Это внутриклеточные паразиты овальной или округлой формы, обитающие в клетках внутренних органов беспозвоночных и позвоночных животных. Все апикомплекса имеют сложный цикл развития. Рассмотрим его на примере кроличьей эймерии.

В кишечник кролика из внешней среды алиментарным путем (т.е. с кормом) попадают зрелые ооцисты, каждая из которых содержит 4 споры с двумя спорозоитами в каждой споре. Спорозоиты – маленькие (8 мкм), веретеновидной формы клетки с одним ядром. Оболочки ооцисты и спор под действием ферментов разрушаются, и спорозоиты внедряются в эпителиальные клетки кишечника. Там они растут и размножаются бесполым путем – мерогонией. Из одного спорозоита образуется многоядерная клетка – меронт. Стенки клетки не выдерживают давления растущего меронта и

разрываются. Вокруг каждого ядра меронта обособляется участок цитоплазмы, и он распадается на мелкие веретеновидные клетки, имеющие по одному ядру. Эти клетки называются мерозоитами. Они вновь внедряются в эпителиальные клетки кишечника и дают начало второму поколению меронтов. Часть вышедших из клеток мерозоитов вновь приступает к мерогонии, а часть дает начало гаметам. Наступает процесс полового размножения – гаметогонии. Часть мерозоитов не делится, а растет, обогащаясь питательными веществами (макрогаметоциты). В результате их созревания образуются женские половые клетки - макрогаметы. Другая часть мерозоитов также растет, но ядра у них энергично делятся, формируя множество мелких клеток – микрогаметоцитов. После созревания они образуют мужские половые клетки – микрогаметы. Каждая микрогамета снабжена двумя жгутиками, благодаря чему способна к активным движениям. Микрогаметы сливаются с макрогаметами, образовавшаяся зигота выделяет прочную двухслойную оболочку и превращается в незрелую ооцисту. На этом процесс гаметогонии заканчивается и начинается спорогония – образование спор со спорозоитами внутри ооцисты. Незрелые ооцисты выводятся с фекалиями наружу, где и происходит спорогония. Внутри ооцисты ядро делится (у эймерий 2 раза), цитоплазма обособляется вокруг каждого из ядер и формируются 4 споробласта. Они выделяют оболочки и превращаются в спороцисты. Внутри каждой спороцисты образуются по 2 спорозоита. Достигнув этой стадии, спороциста становится зрелой, или инвазионной (способной вызвать заболевание у кролика при попадании в его организм). На этом спорогония заканчивается. Таким образом, внутри тела хозяина происходят два процесса: мерогония (бесполое размножение) и гаметогония (половое размножение), а во внешней среде – спорогония (образование и созревание спор) [1, 12, 20].

Биологическое значение мерогонии заключается в увеличении числа особей паразита в теле хозяина. Благодаря гаметогонии образуется стадия паразита (ооциста), способная к расселению. Спорогония делает возможным заражение хозяина и защищает паразита от факторов внешней среды.

Кокцидии являются специфическими паразитами. Например, эймерии, паразитирующие у кролика, локализуются, в зависимости от вида, в разных участках кишечника. Кокцидии кролика не могут вызвать заболевание у зайца, и наоборот. Болезни животных, вызываемые этими паразитами, носят название кокцидиозы. Борьба с кокцидиозами домашних животных - важная задача ветеринарной медицины. Она базируется на проведении лечебных и профилактических мероприятий [5, 12, 20].

Представители отряда гемоспоридий приспособились к паразитированию в крови позвоночных животных. Гемоспоридии являются типичными внутриклеточными паразитами, локализуясь в кровяных клетках. Кровяные споровики имеют важное медицинское значение, т.к. к ним относятся около 10 видов возбудителей малярии человека. Рассмотрим жизненный цикл малярийного плазмодия (*Plasmodium malariae*).

Отличительными особенностями цикла развития малярийного плазмодиума от такового кокцидий состоит в том, что здесь совершенно выпадают стадии развития паразита во внешней среде. Мерогония происходит в теле человека, а гаметогония и спорогония – в теле комара рода анофелес (*Anopheles*). Кроме того, у малярийного плазмодия отсутствуют защитные оболочки ооцист и спор. Спорозоиты проникают в кровь человека при укусе его заражѐнным комаром. Спорозоит имеет вид одноядерной клетки веретеновидной формы, длиной 15 мкм и шириной 1 мкм. С током крови спорозоиты попадают в печень, внедряются в ее клетки и превращаются в шизонтов. Последние распадаются на большое количество мерозоитов, опять внедряющихся в печеночные клетки с последующим повторением процесса мерогонии. Затем часть мерозоитов внедряется в эритроциты крови, где образуют меронты меньших размеров, чем в клетках печени. По завершении мерогонии оболочка эритроцита лопается и мерозоиты выходят в плазму крови. Мерогония у малярийного плазмодиума происходит каждые 72 часа. С момента ее завершения у человека появляются характерные клинические симптомы: повышение температуры, озноб. Проявление этих симптомов связано с действием токсинов паразита. Пройдя несколько циклов мерогонии, мерозоиты в эритроцитах превращаются в макро- и микрогаметоциты (начало процесса гаметогонии). Для своего дальнейшего развития они должны попасть в кишечник комара рода анофелес, что и происходит при сосании им крови у больного малярией человека. Каждый микрогаметоцит в желудке комара дает начало 4−8 нитевидным подвижным микрогаметам. Макрогаметоциты, созревая, превращаются в макрогаметы. Слияние гамет происходит в просвете желудка комара. Зигота (называется оокинетой) пробивает стенку желудка и закрепляется на его наружной стороне, превращаясь в ооцисту. Внутри нее происходит многократное деление ядра и увеличение объема ооцисты в сотни раз. Одна ооциста содержит до 10 тысяч спорозоитов. Созревшая ооциста лопается и спорозоиты попадают в полость тела комара, а оттуда, самостоятельно передвигаясь − в слюнные железы. Анофелесы со спорозоитами малярийного плазмодиума в слюнных железах являются источниками заражения человека. Чем выше температура, тем быстрее происходит развитие паразитов в теле комара [5, 12, 17].

Малярия преимущественно распространена в теплых странах с влажным климатом, т.к. для развития комаров анофелесов необходимы мелкие стоячие водоёмы. Борьба с заболеванием сводится к двум основным путям: лечению больных людей специальными лекарственными средствами (акрихин, хинин, плазмоцид и др.) и уничтожению переносчиков (химические средства борьбы с личинками комаров, заселение водоемов рыбками гамбузиями, питающихся личинками анофелесов). В настоящее время малярия регистрируется в Индии, экваториальной Африке, субтропиках и тропиках Южной Америки.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Рассмотреть постоянный препарат грегарины. Зарисовать строение грегарины (рис.9).
3. Изучить отдельные стадии жизненного цикла *Eimeria stiedae*. На постоянных препаратах гистологических срезов печени кролика, зараженного кокцидиозом.
4. Зарисовать строение зоита (рис.10) и схему жизненного цикла кокцидий, обозначить стадии развития паразита (рис.11).
5. Зарисовать жизненный цикл малярийного плазмодия (рис.12).

К апикомплексам относятся исключительно паразитические простейшие.

Вид: *Stylocephalus longicollis*

Грегарины (*Gregarinasina*) – подкласс одноклеточных паразитических протистов из типа апикомплексов (споровиков) надтипа альвеолят. Большинство представителей - внеклеточные паразиты практически всех известных на сегодняшний момент типов беспозвоночных (членистоногих, кольчатых червей, иглокожих и т. д.). Включает около 500 видов.

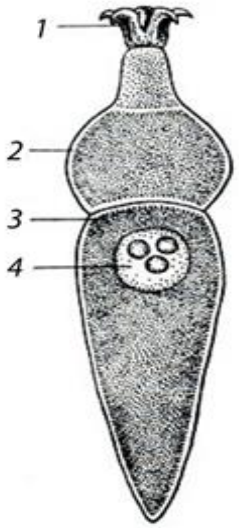


Рис. 9. Строение грегарины. По Василевскому (Догель, 2015) [1]
1 – эпимерит; 2 – протомерит; 3 – дейтомерит; 4 – ядро

Вид: *Eimeria stiedae*

Кокцидии (*Coccidiasina*) – подкласс протистов из типа *Apicomplexa*. Одноклеточные паразиты кольчатых червей, нематод, членистоногих, моллюсков, сипункулид и позвоночных (в том числе человека и домашних животных). Питающиеся стадии большинства представителей внутриклеточные. Наиболее известные представители относятся к отряду *Eimeriida*: токсоплазма (*Toxoplasma*), *Eimeria* и *Sarcocystis*. Кокцидии имеют

11 разновидностей, которые вызывают заболевания кишечного тракта, известные под общим названием кокцидиоз (также эймериоз у кур).

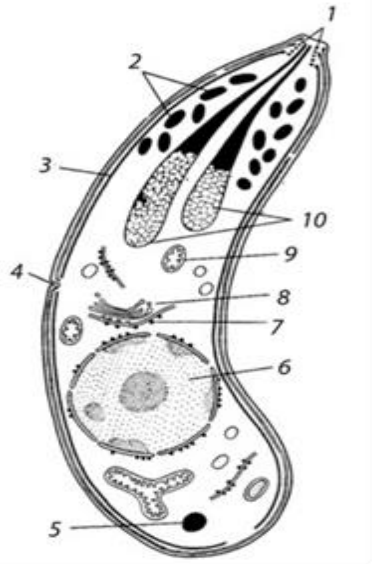


Рис. 10. Строение мерозоита. По Греллю (Догель, 2015) [1]
1 – коноид; 2 – микронемы; 3 – микротрубочки; 4 – микропора; 5 – жировая капля; 6 – ядро; 7 – эндоплазматический ретикулюм; 8 – аппарат Гольджи; 9 – митохондрии; 10 – роптрии

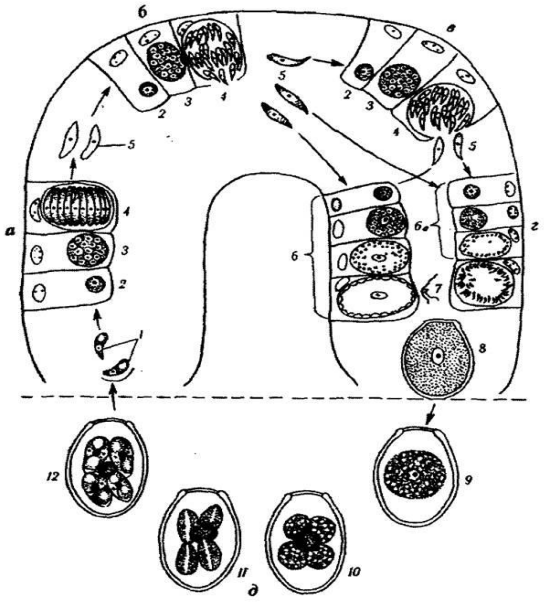


Рис. 11. Жизненный цикл кокцидий. По Хейсину (Догель, 2015) [1]
а – первое поколение шизонтов; б - второе поколение шизонтов;
в – третье поколение шизонтов; г –гаметогония; д – спорогония;
1 – спорозоиты; 2 – молодой шизонт; 3 – растущий шизонт с многими ядрами; 4 – шизонт, распавшийся на мерозоиты; 5 – мерозоиты; 6 – развитие макрогаметы; 6а – развитие микрогамет; 7 – микрогамета; 8 – ооциста;
9 – ооциста, вышедшая из кишечника кролика; 10 – ооциста с четырьмя споробластами и остаточным телом; 11 – развитие спор; 12 – ооциста с 4 зрелыми спорами (в каждой споре по 2 спорозоита)

Вид: *Plasmodium vivax*

Plasmodium vivax – возбудитель 3-х дневной малярии. Малярийный плазмодий вызывает у человека такое опасное протозойное заболевание, как малярия, от которого, по данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире каждый год уходит из жизни почти 2 млн. человек. Единственный путь, которым малярийный плазмодий проникает в организм человека, это укус комара. И из более трех тысяч существующих в природе видов этих двукрылых насекомых данный паразит переносится только малярийным комаром рода *Anopheles*. Причем, этот комар обязательно должен быть самкой, так как именно ей нужна кровь как источник белков для выведения яиц. Основной хозяин малярийного плазмодия - комар *Anopheles*, поскольку в его организме плазмодий занимается спорогонией (половым размножением). А человек – промежуточный хозяин малярийного плазмодия [13, 18].

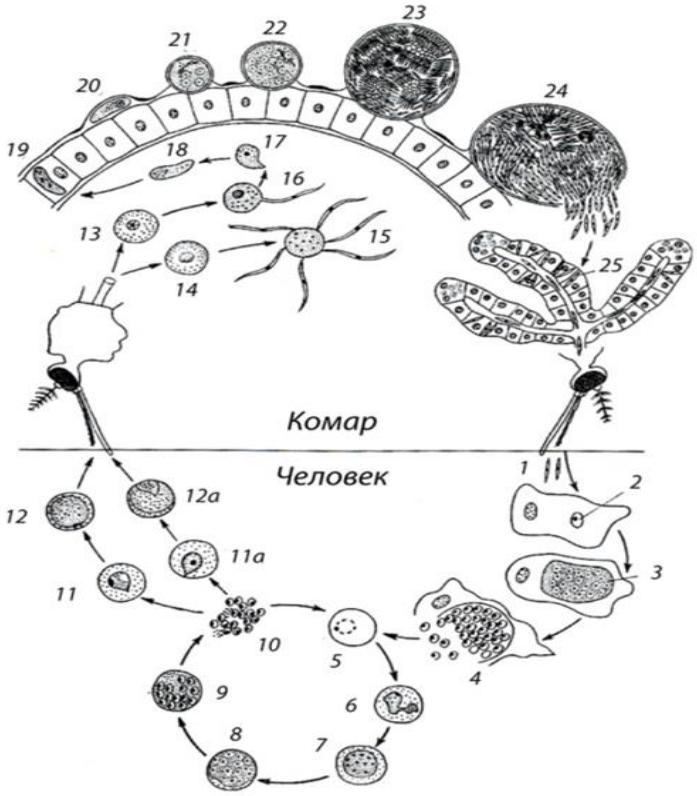


Рис. 12. Жизненный цикл малярийного плазмодия.
По Хейсину (Догель, 2015) [1]
1 − спорозоиты, 2−4 − шизогония в печени (2 − спорозоит, внедрившийся в печеночную клетку, 3 − растущий шизонт с многочисленными ядрами, 4 − шизонт, распадающийся на мерозоиты), 5−9 − эритроцитарная шизогония, 10 − мерозоиты, 11−12 − гаметогония и образование гамонтов, 13 − макрогамета, 14 − микрогамонт, 15 − образование микрогамет (фрагелляция), 16 − копуляция, 17 − зигота, 18 − подвижная зигота (оокинета), 19 − проникновение оокинеты сквозь стенку кишечника комара,

20 − превращение оокинеты в ооцисту на наружной стенке кишечника комара, развитие ооцисты, 21−23 − развитие ооцисты, 24 − спорозоиты, покидающие ооцисту, 25 − спорозоиты в слюнных железах комара.

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Эймерии (Eimeria) в кишечнике кролика

При рассматривании препарата на среднем увеличении (объектив 40х) в просвете кишечника заметны скопления небольших телец овальной формы, являющихся незрелыми ооцистами кокцидий.

Рисунки в альбоме: «Строение грегарины», «Общий план строения зоита», «Схема жизненного цикла кокцидий», «Жизненный цикл малярийного плазмодия».

Вопросы для самоконтроля

1. Основной хозяин малярийного плазмодия.
2. Способ заражения человека малярийным плазмодием.
3. Животные – хозяева грегарин.
4. Функция апикального комплекса.
5. Место скапливания спорозоитов малярийного плазмодия в процессе спорогонии в теле малярийного комара.
6. Определение зоита.
7. Среда, где происходит процесс спорогонии в цикле развития кокцидий.
8. В какой момент цикла развития малярийного плазмодия у человека резко повышается температура.
9. Молодая фаза развития апикомплекса, выполняющая функцию проникновения в клетки хозяина.

ЗАНЯТИЕ 4
Тип *CILIOPHORA* – ресничные, или инфузории

Цель занятия: изучение строения и основных аспектов жизнедеятельности (движение, питание, осморегуляция, размножение) инфузорий на примере туфельки.

Задачи:

1. Ознакомиться с общей характеристикой и систематикой инфузорий.
2. Рассмотреть морфологический обзор инфузорий.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

Инфузории – это гетеротрофные организмы, в основном свободноживущие. Всего известно около 7500 видов. Инфузории встречаются в морской пресноводной и почвенной фаунах. Паразитирующих инфузорий немного. Инфузории – это наиболее сложно устроенные организмы из всех простейших [12, 20].

Ciliophora характеризуются следующим:

1. Органоиды передвижения – реснички. По своему строению реснички идентичны жгутикам *Euglenoidea*. Ресничный аппарат имеется на протяжении всей жизни, но у некоторых (*Suctoria*) ресничный аппарат имеется только у расселительных стадий (бродяжек), взрослые суктории лишены ресничек. Совокупность всех ресничек на теле инфузории называется цилиатура. Выделяют соматическую (на теле) и околоротовую (у клеточного рта) цилиатуры. Реснички на теле расположены рядами (кинетами). Реснички могут сливаться между собой образуя ряды – мембранеллы, мембраны, либо пучки – цирры [1].

2. Покровы представлены пелликулой и кортикальным скелетом (кортексом). Пелликула состоит из трех мембран – поверхностной, промежуточной и внутренней.

3. В кортикальной зоне расположены экструсомы. Обычно это органы нападения и защиты. Самые известные из них это трихоцисты.

4. Инфузории обладают сложной трофической системой. В ее состав входят: ротовая цилиатура, цитостом (клеточный рот); пищеварительные вакуоли, двигающиеся по определенной траектории; цитопрокт (порошица).

5. Сократительные вакуоли состоят из центрального резервуара и приводящих каналов. Резервуар и каналы сокращаются в противофазе. Опорожнение резервуаров идет через экскреторные поры.

6. Для инфузорий характерен ядерный дуализм (гетероморфизм), т.е. обязательно присутствуют ядра двух типов. Крупные (полиплоидные) – макронулеусы или вегетативные и мелкие (диплоидные) – микронуклеусы или генеративные.

7. Бесполое размножение инфузорий – поперечное деление пополам. Для *Suctoria* характерно почкование наружное и внутреннее. Половой процесс – по типу коньюгации. Жизненный цикл с гаметической редукцией.

Систематика [3, 12, 20].

Царство *Protista* − *Простейшие*
Тип *Ciliophora – Инфузории*
Подтип *Intramacronucleata*
Класс *Litostomatea* − *литостомата*
Подкласс *Trichostomatia – трихостомата*
Отряд *Vestibuliferida*
Семейство *Balantidiidae*
Род *Balantidium*

Вид *Balantidium coli − балантидиум кишечный*
Класс *Olygohymenophorea*
Подкласс *Peniculia*
Отряд *Peniculida*
Подотряд *Parameciina*
Семейство *Parameciida*
Род *Paramecium*
Вид *Paramecium caudatum − инфузория-туфелька*
Подкласс *Peritrichia*
Отряд *Sessilida*
Подотряд *Vorticellina*
Семейство *Vorticellidae − сувойковые*
Род *Vorticella − сувойка*
Вид *Сувойка (Vorticella sp.)*
Класс *Heterotrichea*
Отряд *Heterotrichida*
Подотряд *Heterotrichina*
Семейство *Stentoridae*
Род *Stentor − трубач*
Вид *Stentor sp. – трубач*
Класс *Spirotrichea*
Подкласс *Hypotrichia*
Отряд *Stichotrichida*
Семейство *Oxytrichidae*
Род *Stylonychia*
Вид *Stylonichia sp.*

Морфологический обзор инфузорий

В качестве классического примера морфологии инфузорий рассмотрим строение инфузории-туфельки (*Paramecium caudatum*).

Длина парамеций составляет около 0,2 мм. Снаружи тело туфельки покрыто эластичной двойной мембраной – пелликулой. Цитоплазма делится на два слоя: наружный − эктоплазму, и внутренний – эндоплазму. В состав эктоплазмы входит сложная сеть скелетных элементов, получивших название кортекса. В нём закрепляются органоиды передвижения инфузорий – реснички. В эктоплазме заметны небольшие палочковидные образования, расположенные перпендикулярно к поверхности пелликулы. Эти образования называются трихоцистами и выполняют функции защиты и нападения. При раздражении трихоцисты с силой выбрасываются наружу, превращаясь в длинные тонкие нити, поражающие нападающего на инфузорию хищника. Трихоцисты могут также реагировать на изменение химических и физических свойств среды обитания (повышение температуры, солёности и т.д.). Количество трихоцист примерно такое же, как и число ресничек. На месте выброшенных трихоцист развиваются новые. В средней

части брюшной поверхности туфельки заметна глубокая впадина – предротовая воронка, или перистом. Он также, как и остальная поверхность инфузории-туфельки, покрыт ресничками, но гораздо более длинными. В передней и задней частях клетки располагается по одной сократительной вакуоли. Каждая вакуоль имеет центральный резервуар и систему круговых приводящих каналов. Вначале продукты диссимиляции поступают в приводящие каналы, а оттуда – в центральный резервуар. По мере наполнения он изливает свое содержимое во внешнюю среду. Частота пульсации сократительной вакуоли зависит от температуры и осмотического давления (при комнатной температуре весь цикл длится 10−15 секунд). Кроме сократительных, в цитоплазме туфельки имеются и пищеварительные вакуоли. Образуются они на дне глотки и попадая в ток эндоплазмы, совершают путь по всей клетке инфузории. Это перемещение называется циклозом пищеварительной вакуоли, за время которого в нее поступают ферменты, расщепляющие пищу. Путь пищеварительной вакуоли заканчивается на брюшной стороне тела между перистомом и задней частью клетки. Здесь пищеварительная вакуоль приближается к специальному органоиду – порошице, через отверстие которой и происходит выброс непереваренных частиц. Ядерный аппарат инфузорий устроен не так, как у других простейших. Он состоит из двух ядер: большого (макронуклеуса) и малого (микронуклеуса). Такое явление носит название ядерного дуализма. Макро- и микронуклеус располагаются у парамеции на уровне перистома. Макронуклеус содержит большое количество ДНК, тогда как микронуклеус содержит ее в небольшом количестве. В связи с этим, макронуклеус физиологически более активен при размножении, чем микронуклеус [1,3,12].

Пищей для инфузории-туфельки являются бактерии и взвешенные в воде органические частицы. Перистомальные реснички создают непрерывный ток воды в направлении ротового отверстия, расположенного в глубине перистома. Пищевые частицы через ротовое отверстие заносятся в трубкообразную глотку и скапливаются у ее основания. Вместе с небольшим количеством воды пищевые частицы втягиваются в цитоплазму, формируя пищеварительную вакуоль [1, 17].

Инфузории – отличные пловцы. Скорость передвижения инфузории-туфельки составляет 2−2,5 мм/сек. Она движется передним концом вперед, вращаясь вдоль продольной оси тела вправо. За 1 секунду каждая ресничка совершает до 30 биений. Во время движения назад ресничка выпрямляется, а при движении вперед - описывает полукруг. Согласованные движения групп ресничек вызывают волнообразные колебания всех ресничек инфузории.

Большинству инфузорий свойственно бесполое размножение и половой процесс – конъюгация.

Бесполое размножение у парамеции происходит путем поперечного деления. Вначале митотическое деление наступает у микронуклеуса, а затем делится макронуклеус. К полюсам клетки расходятся по одному макро- и микронуклеусу, еще сохраняя связь с одноименными ядрами

противоположного полюса. Затем клетка инфузории поперечной перетяжкой по экватору разделяется на две самостоятельные дочерние особи. При этом, органоиды (перистом, глотка, клеточный рот, сократительные вакуоли) также делятся, а недостающие органоиды образуются заново. При комнатной температуре инфузория-туфелька делится один раз в сутки [18].

Периодически у инфузорий наблюдается половой процесс − конъюгация. Две инфузории сближаются и тесно соприкасаются своими брюшными сторонами в области перистома с образованием цитоплазматических мостиков. У обоих особей растворяется содержимое макронуклеусов, а микронуклеусы дважды делятся путем мейоза. В результате этого деления в каждом партнере образуется 4 гаплоидных ядра, из которых 3 разрушаются, а одно делится митозом еще раз. В каждом конъюганте возникает по 2 ядра с гаплоидным набором хромосом. Одно из них – стационарное – неподвижно, а второе – мигрирующее – перемещается по цитоплазматическому мостику в соседнего конъюганта, где сливается со стационарным ядром. Образуется единое ядро – синкарион с диплоидным набором хромосом. После этого конъюганты расходятся, синкарион делится, и вновь образуются макро- и микронуклеус. Обмен мигрирующими ядрами при конъюгации позволяет инфузориям обновлять генетическую информацию, что повышает их наследственную изменчивость, а как следствие этого, выживаемость популяций. Конъюгацию нельзя назвать половым размножением, так как увеличения числа особей при этом не происходит [1, 12, 18].

Из других свободноживущих инфузорий наибольший интерес представляют сувойка и трубач.

Сувойка (*Vorticella sp.*) относится к кругоресничным инфузориям, ведущих прикрепленный образ жизни. По форме клетки она напоминает колокольчик на длинной ножке. Размеры некоторых видов вортицелл могут достигать 150−200 мкм. Перистом в виде круглого диска, образует валик, по краю которого тянутся три мерцательные мембраны, образующие полный оборот спирали. Реснички мембран создают ток воды, направляющийся в воронку перистома к ротовому отверстию, которое открывается в короткую глотку. Недалеко от ротового отверстия располагается единственная сократительная вакуоль. Макронуклеус лентовидной формы, микронуклеус небольшой. Сувойка имеет стебелек, который, сокращаясь, закручивается штопором. При этом перистомальный диск с мембранеллами втягивается внутрь. Питается сувойка, как и туфелька, бактериями. Бесполое размножение сувоек связано с образованием свободноживущих особей - бродяжек. Они могут образовываться двояко. В первом случае, на задней части клетки сувойки появляются реснички, отпочковывается участок цитоплазмы, делятся органоиды и формируется бродяжка. Она отрывается от материнской клетки и уплывает. Проплавав несколько часов, бродяжка прикрепляется к субстрату, образует стебелек и развивается во взрослую инфузорию. Во втором случае, сувойка делится поперек, и одна из

образовавшихся дочерних особей становится бродяжкой. Конъюгация осуществляется с участием бродяжек. Последние (микроконъюганты) вступают в контакт со взрослыми особями (макроконъюгантами). Сувойки – одиночные сидячие инфузории. Большинство других видов, относящихся к кругоресничным, образуют колонии из нескольких десятков, а то и сотен особей (*Zoothamnium, Carchesium* и др.) [12, 14].

Трубач (*Stentor sp.*) – представитель спиральноресничных инфузорий, обитающих в пресных водоемах. Тело стентора, действительно, напоминает трубу по внешнему виду, хотя при сокращении округляется. В эндоплазме трубача могут жить одноклеточные зеленые водоросли, которые и придают ему изумрудную окраску. На передней части клетки находится широкое перистомальное поле, углубляющееся в виде воронки и ведущее в глотку. Тело стентора покрыто продольными рядами коротких ресничек, тогда как по краю перистомального поля находятся мощные мембранеллы (склеенные друг с другом длинные реснички). Сократительная вакуоль у трубача крупная, располагается вблизи перистома. От нее отходят два длинных приводящих канала, тянущиеся к заднему краю клетки. Макронуклеус длинный и разделён на отдельные сегменты (четки), связанные между собой узкими перемычками. Микронуклеусы очень мелкие и прилегают к четкам макронуклеуса. Особый интерес представляет регенеративная способность трубача. Если инфузорию осторожно разрезать на три равные части, то каждая из них через сутки превратиться в маленького стентора, с течением времени, вырастающего до нормальных размеров. Пищей трубачу служат бактерии, одноклеточные водоросли, мелкие жгутиконосцы [1, 12].

Среди инфузорий встречаются и паразитические виды. Из равноресничных отметим балантидиума, ихтиофтириуса и хилодонеллу.

Балантидии паразитируют в толстом кишечнике человека и свиней. *Balantidium coli* вызывает у человека тяжело протекающий колит (воспаление толстого кишечника). Эта инфузория имеет яйцевидную форму, длиной до 150 мкм. Реснички одинаковой длины покрывают всё тело продольными рядами. В передней части имеется неглубокий перистом с ротовым отверстием. Сократительных вакуолей две, расположенных по полюсам клетки. Макронуклеус большой, находится в средней части инфузории, микронуклеус маленький. зараженный балантидиями человек первоначально не чувствует признаков недомогания. В этот период балантидии локализуются в просвете толстых кишек и питается содержимым кишечника, т.е. человек является паразитоносителем. Затем балантидии переключаются на питание клетками хозяина: проникают в слизистую оболочку кишечника, изъязвляя ее и заглатывают эритроциты. В результате жизнедеятельности паразитов у человека появляется кровавый понос. Лечение балантидиоза затруднительно, т.к. при проникновении инфузорий в прямую кишку происходит их инцистирование, а цисты с фекалиями выводятся наружу [1, 17].

Другой вид – *Balantidium suis* – вызывает балантидиоз у свиней. Болезнь сопровождается колитом, анемией, поносом и прогрессирующим исхуданием животных. Кроме свиней, к данному возбудителю восприимчивы крысы, человекообразные обезьяны и человек. До настоящего времени нет четкого видового разграничения между *Balantidium coli u Balantidium suis*.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение объекта.

2. Рассмотреть постоянный препарат инфузории-туфельки. Отметить форму тела, наличие двух типов ядер.

3. Подготовить 3 временных препарата туфелек:

1) Небольшую каплю культуры поместить на предметное стекло, добавить красителя конго красный, размазать каплю по стеклу и оставить до полного высыхания. На большом увеличении (х40) рассмотреть строение пеликулы.

2) К капле культуры туфелек добавить растертый кармин, через 15-20 минут понаблюдать за поглощением пищи и циклозом пищеварительных вакуолей.

3) В каплю культуры на предметном стекле поместить несколько волокон ваты (для замедления движения инфузорий), закрыть покровным стеклом.

4. Зарисовать в альбоме строение инфузории-туфельки (рис.13).

5. Изучить процесс конъюгации инфузорий – уникальный тип полового процесса, не сопровождающийся увеличением числа особей.

6. Зарисовать схему конъюгации в альбоме, обозначить все основные стадии процесса (рис.14)

7. Записать в альбоме систематическое положение представителей ресничных простейших.

8. Зарисовать представителей ресничных простейших (рис.15).

Вид: *Paramecium caudatum*

Инфузория-туфелька (*Paramecium caudatum*) – вид инфузорий, одноклеточных организмов из группы альвеолят. Встречаются в пресных водах. Питается преимущественно бактериями и микроскопическими водорослями. Служит пищей для личинок, мелких рыбок, рачков.

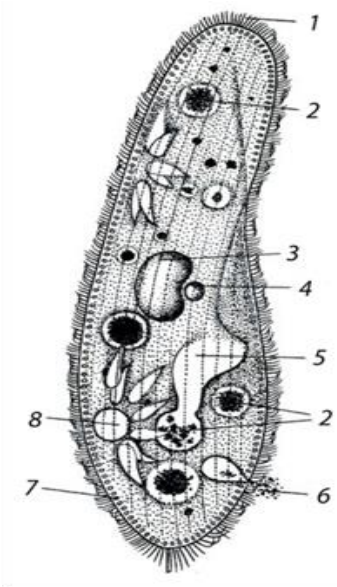


Рис. 13. Строение инфузории-туфельки. По Полянскому и Стрелкову (Догель, 2015) [1]
1 – реснички; 2 – пищеварительная вакуоль; 3 – макронуклеус; 4 – микронуклеус; 5 – глотка; 6 – порошица; 7 – трихоцисты; 8 – сократительная вакуоль

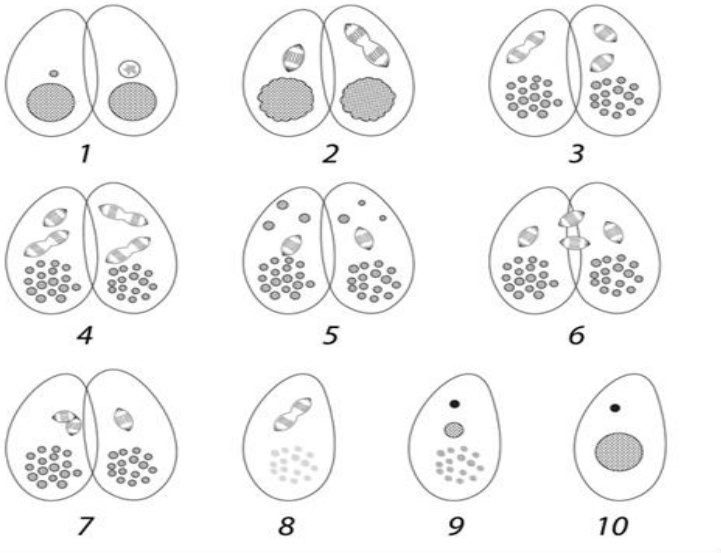
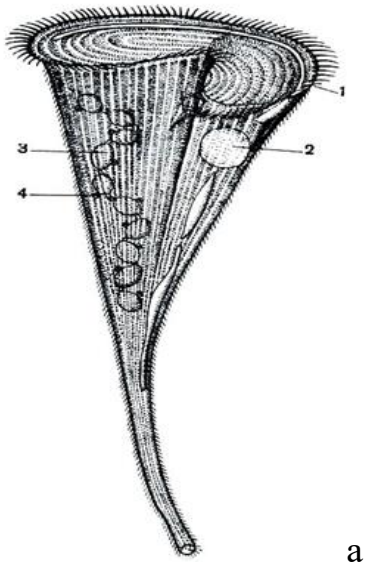


Рис. 14. Схема конъюгации инфузории-туфельки. По Греллю с изменениями (Догель, 2015) [1]
1 − две особи соединились брюшными сторонами, в каждой имеется один Mi и один Ma; 2 − Mi проделывает первое деление; 3 − в левой особи Mi заканчивает первое деление, в правой оба ядра, образовавшиеся в результате деления, приступили ко второму делению, Ma распался на фрагменты; 4 − в каждой особи второе деление Mi; 5 − из образовавшихся в каждой инфузории в результате двух делений Mi четырех ядер три дегенерируют, по одному приступают к третьему делению; 6 − из двух ядер, образовавшихся после 3-го деления Mi, одно переходит в партнера (мигрирующее ядро), другое остается на месте (стационарное ядро); 7 − мигрирующее и стационарное ядра сливаются (оплодотворение), образуя синкарион, на этой стадии

конъюгирующие особи расходятся; 8 − синкарион делится; 9 − из двух ядер, образовавшихся в результате деления синкариона, одно ядро начинает расти, превращаясь в Ma, другое дает Mi, старый Ma окончательно растворяется в цитоплазме; реконструкция ядерного аппарата закончилась, имеется один Ma и один Mi.

Вид: *Stentor sp.*

Трубачи, или стенторы (*Stentor*) – род простейших из класса ресничных инфузорий. Насчитывает около 20 видов. Распространены в морях и пресных водах. Длина 1 мм. Тело воронкообразное, расширенное на переднем конце, покрытое сросшимися ресничками. Способны резко сокращаться. Размножаются бесполым и половым путем. Питаются мелкими органическими остатками, бактериями, водорослями, простейшими. Могут регенерировать: из каждой части тела, в которой есть макронуклеус (крупное ядро), восстанавливается целый организм. Биологические мелиораторы. Свободно плавают, могут прикрепляться к субстрату [1, 12].



а

Рис. 15а. Инфузория трубач (*Stentor sp.*) в расправленном состоянии (Догель, 2015) [1]

1 − околоротовая (адоральная) зона мембранелл; 2 − сократительная вакуоля, состоящая из резервуара и двух приводящих каналов; 3 − четковидный макронуклеус; 4 – микронуклеусы

Вид: *Stylonichia sp.*

Стилохинии (*Stylonychia*) – род брюхоресничных инфузорий. Длина 50−300 мкм. В ядерном аппарате – 2 макронуклеуса, соединённые перемычкой, и несколько микронуклеусов. Свыше 15 видов. Преимущественно пресноводные формы. Они могут питаться как бактериями, так и водорослями или другими инфузориями [12].

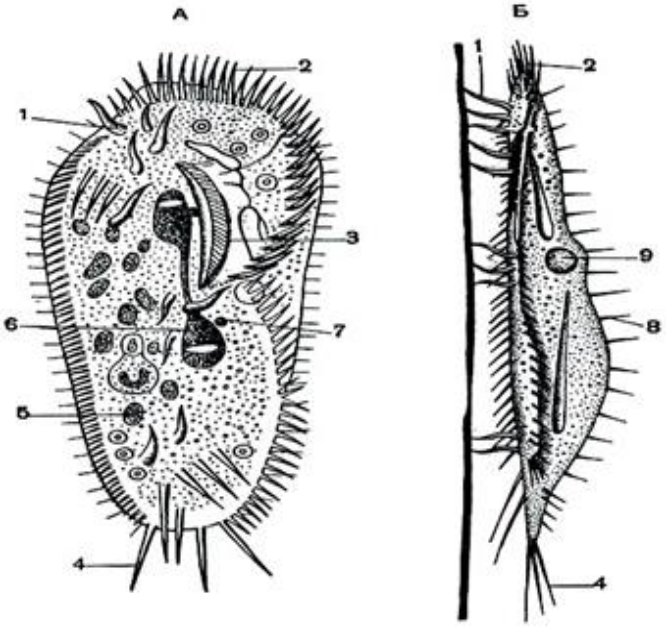
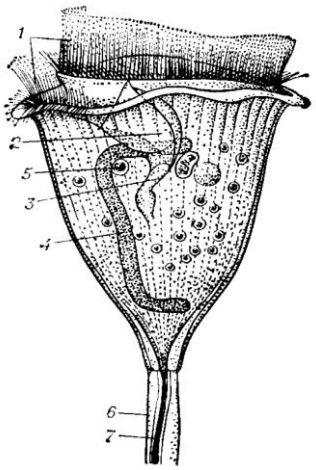


Рис. 15б. Брюхоресничная инфузория *Stylonichia sp.*
А – с брюшной стороны (по Ланге); Б – сбоку (по Бючли) (Догель, 2015) [1]
1 − брюшные цирры; 2 − мембранеллы адоральной зоны; 3 − перистом с околоротовыми ресничками и мембраной; 4 − хвостовые (каудальные) цирры; 5 − пищевые вакуоли; 6 − макронуклеус; 7 − микроклеус; 8 − спинные щетинки; 9 − сократительная вакуоль.

Вид: *Vorticella sp.*

Сувойки (*Vorticella*) – род инфузорий из семейства *Vorticellidae*. Одиночные или колониальные микроскопические формы до 0,23 мм в диаметре, ведущие неподвижный образ жизни, прикрепляясь с помощью длинной, сокращающийся ножки или стебелька к неподвижным предметам или к наружным покровам рачков и других животных. Тело имеет форму колокольчика, передний конец расширен наподобие воронки. Тело бесцветно или желтоватого, или зеленоватого цвета [3, 20].



в

Рис. 15в. Сувойка (*Vorticella*) (Догель, 2015) [1]
1– околоротовые ресничные ряды; 2−ундулирующая мембрана; 3 – рот; 4 – макронуклеус; 5 – микронуклеус; 6 – стебелек; 7 – мионема стебелька

Описание микропрепаратов

Микропрепарат: Инфузория-туфелька (Paramecium caudatum)

Под малым увеличением микроскопа хорошо заметна форма клетки туфельки. Ее поверхность покрыта ресничками равной длины. Снаружи находится пелликула, к ней прилегает слой палочковидных телец – трихоцист. На брюшной стороне ближе к передней части клетки заметна предротовая впадина (перистом). В эндоплазме в виде телец округлой формы располагаются пищеварительные вакуоли. Сбоку от перистома заметны макро- и микронуклеус.

Рисунки в альбоме: «Строение инфузории туфельки», «Схема процесса коньюгации», «Строение стентора», «Строение стилонихии», «Строение сувойки».

Вопросы для самоконтроля

1. Место, где клетки инфузории выбрасывают непереваренные частицы пищи.
2. Функция макронуклеуса инфузории.
3. Ядро, которым инфузории туфельки обмениваются в процессе конъюгации.
4. Основная функция сократительных вакуолей.
5. Функция трихоцисты.
6. Название полового процесса у инфузорий.
7. Биологический смысл процесса конъюгации.
8. Определение автогамии.
9. Органеллы движения характерные для инфузорий.
10. Оболочка, покрывающая инфузорию.

Ключевые термины

Аксоподия	Амебоидное движение
Апикальный комплекс	Палинтомия
Гамонт	Гамета
Дейтомерит	Жгутик
Органелла	Изогамия
Кинетопласт	Кинетосома
Коньюгация	Кортекс
Мембранелла	Мерозоит
Макронуклеус	Микронуклеус
Парамилл	Пелликула
Протисты	Псевдоподия
Сизигий	Стигма
Ундулирующая мембрана	Фагоцитоз
Циклоз	Цирры
Пиноцитоз	Шизогония
Шизонт	Ядерный дуализм
Синкарион	Трихоцисты
Спорозоит	Метаболирование
Оокинета	Коноид
Роптрии	Микронемы

Царство *METAZOA* – ЖИВОТНЫЕ

Основное отличие царства *Metazoa* от *Protista* – тело состоит из множества клеток, при этом клетка утратила самостоятельность, происходит дифференциация и специализация клеток с последующим объединением в ткани. Далее формируются органы, отвечающие за выполнение разнообразных функций в организме [1].

В настоящее время система *Metazoa* не до конца разработана, существует много мнений по структуре как царства в целом, так и отдельных типов. В настоящем пособии мы будем придерживаться наиболее устоявшейся схемы классификации.

Царство *METAZOA* [1, 2, 4, 6, 12].

Подцарство *Prometazoa*

тип *Placozoa* – пластинчатые животные

тип *Porifera – губки*

Подцарство *Eumetazoa – настоящие многоклеточные животные*

Раздел *Radiata (Diploblastica) – лучистые или двуслойные*

тип *Cnidaria = Coelenterata – книдарии*

тип *Ctenophora – гребневики*

Радел *Bilateria (Triploblastica) – Билатеральные или трехслойные*

Подраздел *Acoelomata – нецеломические (бесполостные и первичнополостные) Scolecida – низшие черви*

тип *Plathelminthes – плоские черви*

тип *Nematoda – круглые черви*

тип *Acanthocephala – скребни*

тип *Rotifera – коловратки*

тип *Cephalorhyncha – головохоботные*

тип *Nemertini – немертины*

Подраздел *Coelomata – целомические или вторичнополостные*

Надтип *Pogonophora – Погонофоры*

тип *Pogonophora*

Надтип *Chaetognatha – Щетинкочелюстные*

тип *Chaetognatha*

Надтип *Tentaculata – Щупальцевые*

тип *Tentaculata*

Надтип *Trochozoa – Членистые*

тип *Annelida – Кольчецы*

тип *Arthropoda – Членистоногие*

тип *Mollusca – Моллюски*

Надтип *Deuterostomia вторичноротые*

тип *Echinodermata – Иглокожие*

тип *Hemichordata – Полухордовые*

тип *Chordata – Хордовые*

НИЗШИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

ЗАНЯТИЕ 5
Тип *PORIFERA = SPONGIA* – Губки

Цель занятия: ознакомиться с особенностями строения губок.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику губок.
2. Рассмотреть морфологический обзор губок.
3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

Губки представляют собой примитивных многоклеточных животных, ведущих прикрепленный образ жизни. Клетки тела губок дифференцированы и имеют тенденцию к образованию тканей. Тело губок состоит из двух клеточных слоев: наружного, состоящего из плоских эпителиальных клеток, и внутреннего, состоящего из воротничковых клеток – хоаноцитов. Между наружным и внутренним слоями клеток располагается студенистое вещество – мезоглея, с различными клеточными элементами. У большинства губок имеется скелет, состоящий из отдельных элементов – спикул и органического вещества спонгина. Большей частью, губки являются морскими животными,

лишь небольшое количество видов приспособилось к жизни в пресной воде. [1, 8, 15]

Систематика [1, 4, 12].

Царство *Metazoa – животные*
Подцарство *Prometazoa – низшие многоклеточные*
Тип *Porifera = Spongia – Губки*
Надкласс *Cellularia*
Класс *Calcarea = Calcispongiae – известковые губки*
Род *Sycon – сиконы*
Вид *Sycon sp. – сикон*
Класс *Hexactinallida = Hyalospongia – стеклянные губки*
Род *Euplectella*
Вид *Euplectella aspergillum – корзинка Венеры*
Класс *Homoscleromorpha*
Род *Oscarella*
Вид *Oscarella sp.*
Класс *Demospongiae – обыкновенные губки*
Отряд Cornacuspongida – *кремнероговые губки*
Семейство Spongillidae – *бадяги*
Род *Spongilla – бадяги*
Вид *Spongilla lacustris – бадяга*

Морфологический обзор губок

Рассмотрим строение губок на примере пресноводной губки бадяги (*Spongilla lacustris*).

Бадяга не имеет определенной формы тела, хотя последняя изменяется в зависимости от места обитания. В прозрачных, слабопроточных озерах эта губка образует древовидные колонии, ветви которых могут вытягиваться более чем на 20 см. В ручьях и реках бадяга формирует плотные корковидные колонии, противостоящие течению воды. Цвет колоний желтовато-бурый или зеленоватый. Он зависит от наличия в цитоплазме клеток губки симбиотических организмов – одноклеточных зеленых водорослей зоохлорелл. Они попадают в тело губки с током воды, захватываются клетками и не сразу перевариваются, а некоторое время живут в клетках, используя их минеральные вещества и выделяемую в процессе дыхания углекислоту. Губки взамен получают кислород, выделяемый водорослями при фотосинтезе [1, 16].

Губка бадяга – колониальное животное, слагающееся из нескольких особей, число которых определяется по количеству наиболее крупных отверстий – устьев. Поверхность губки покрыта кожной мембраной с порами: более мелкими отверстиями. Под ней располагаются субдермальные (подкожные) полости, ведущие в сложную систему каналов, тянущихся к особым расширениям в мезоглее – жгутиковым камерам. Стенки камер выстланы воротничковыми клетками (хоаноцитами). Каждая воротничковая

клетка по морфологии напоминает одноименных жгутиконосцев. От жгутиковых камер идут каналы к спонгоцелю (центральному каналу), заканчивающегося устьем. Пространство между каналами и камерами заполнено мезоглеей с находящимися в ней скелетными элементами. Последние представлены одноосными кремниевыми иголочками – спикулами. Они собраны в ряды и склеены органическим веществом спонгином, по своей структуре напоминающего шелк [12].

Питаются бадяги взвешенными в воде органическими частицами, мелкими одноклеточными водорослями, поступающими с током воды. Губки извлекают из проходящей их тело воды органику и соединения кремния, которые они используют для построения спикул. Фильтрационная способность губок велика. Установлено, что бадяга размером 4–5 см за сутки очищает более 3 л воды. В этом заключается важная роль губок как биофильтраторов.

Размножаются бадяги бесполым и половым способами. Бесполое размножение происходит путем наружного почкования и ведет к образованию массивных колоний. Осенью, с понижением температуры, наблюдается внутреннее почкование. В мезоглее губки обособляется группа клеток, покрытая оболочкой – геммула. Материнская колония отмирает, а геммулы благополучно перезимовывают, давая весной новое поколение. Бадяга – раздельнополое животное. В мезоглее происходит развитие половых клеток. Оплодотворение происходит в женской колонии, куда с током воды заносятся сперматозоиды. В результате дробления зиготы образуется личинка, покрытая ресничками. Она покидает материнскую колонию и проплавав непродолжительное время, оседает на субстрат. Прикрепившись, личинка дает начало новой колонии губки. Это сопровождается погружением клеток наружного слоя личинки внутрь, где образуются воротничковые клетки [12, 15].

У губок наблюдается хорошо выраженная способность к регенерации. Если кусочек бадяги протереть через ситечко и получить взвесь клеток, то вскоре они соединятся между собой, образовав скопление, которое затем восстановится в молодую губку.

Бадяги могут наносить ущерб, поселяясь в водопроводных трубах и других гидротехнических сооружениях. Благодаря пористому строению своего тела губки являются хорошим убежищем для личинок некоторых насекомых, червей и ракообразных, формируя своеобразное сообщество. Высушенных бадяг используют в качестве мазей как народное средство при лечении ревматизма и ушибов. В косметической практике применяют маски из бадяги. Лечебное действие препаратов губки основано на механическом раздражении кожных покровов спикулами, которое сопровождается притоком крови к больному участку тела [1].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение объекта.

2. Изучить по учебным плакатам морфологические типы организации губок (типы водоносной системы губок). Зарисовать и отметить детали строения (рис.16).

3. Зарисовать общую схему строения стенки тела губки (рис.17).

4. Зарисовать в альбоме строение геммулы (рис.18).

Вид: Spongilla lacustris

Губки (*Porifera*) – тип водных (преимущественно морских) многоклеточных животных, ведущих прикреплённый образ жизни. Распространены по всему земному шару от прибрежной зоны и до почти максимальных глубин океана. Насчитывают около 8000 видов.

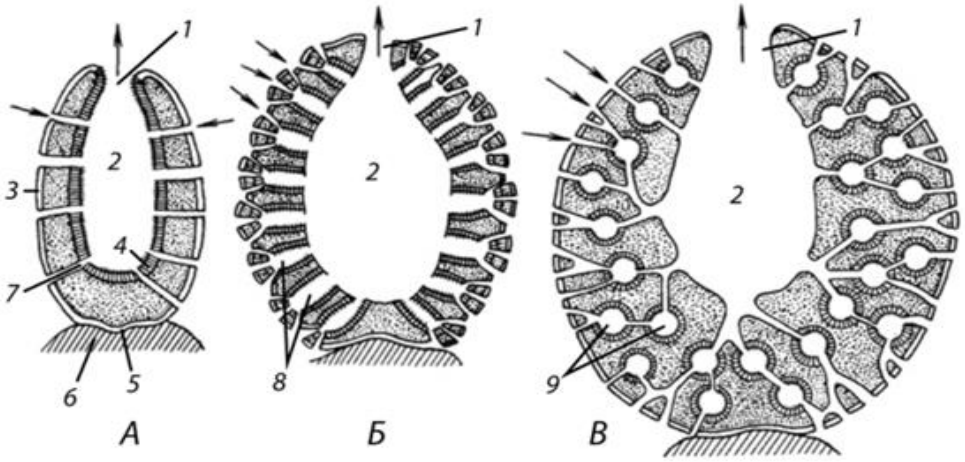


Рис. 16. Типы водоносной системы губок. По Гессе (Догель, 2015) [1]
А – аскоидный; Б – сикоидный; В – лейкоидный.
1 – выводное отверстие; 2 – центральная полость; 3 – наружный слой клеток – пинакоцитов; 4 – жгутиковые воротничковые клетки; 5 – базопинакодерма; 6 – подошва; 7 – поры; 8 – жгутиковые камеры; 9 – камеры со жгутиковыми воротниковыми клетками. Стрелки показывают направление токов воды

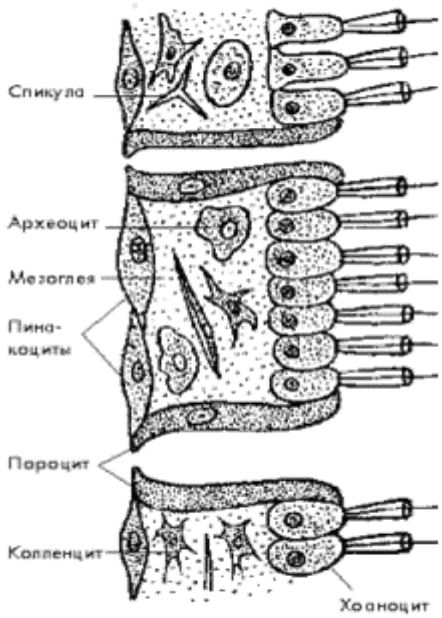


Рис.17. Строение стенки тела губки. По Штемпелю (Догель, 2015) [1]

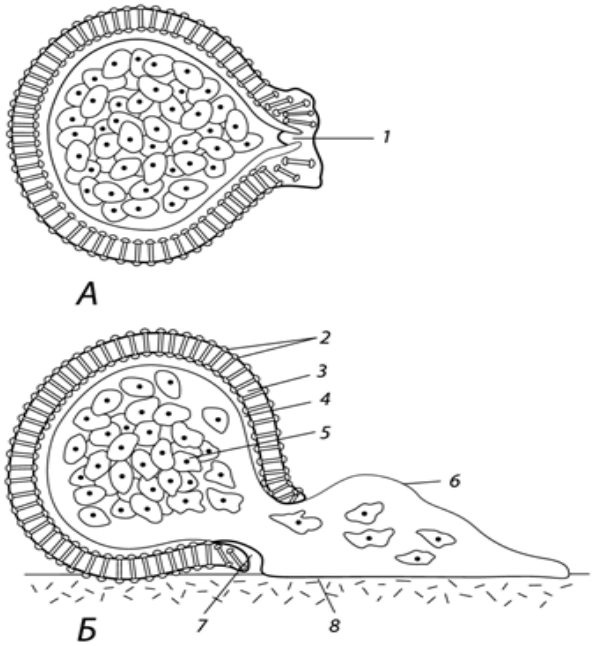


Рис. 18. Строение геммулы губки-бодяги
А – Вертикальный срез сформированной геммулы, Б – Прорастание геммулы.
По Барнсу и др., 2008.
1 – микропиле; 2 – спикулы; 3 – оболочка; 4 – спонгин; 5 – клеточная масса;
6 – защитная оболочка; 7 – микропиле; 8 – прикрепление к субстрату

Описание макро- и микропрепаратов

Макропрепарат: Губка бадяга (речная форма)

Тело губки серо-зеленого цвета в виде опухолеобразных наростов. Поверхность тела покрыта очень мелкими отверстиями – порами и более крупными – устьями.

Макропрепарат: Губка бадяга (озерная форма)

Отличается от речной формы разветвленностью колонии в виде пальцеобразных выростов.

Макропрепарат: Морская губка

Колония губки окрашена в красноватый цвет. Выросты короткие, толстые. Хорошо заметны поры и устья.

Микропрепарат: Спикулы губки бадяги

Под малым увеличением микроскопа видны скелетные элементы губки в виде слегка изогнутых или прямых одноосных иголочек, состоящих их кремния.

Рисунки в альбоме: «Морфологические типы организации губок», «Строение стенки тела губки», «Схема строения геммулы».

Вопросы для самоконтроля

1. Наиболее простой тип строения губок.
2. Перечислите скелетные клетки губок.
3. Клетки, выполняющие функцию фильтрации воды и фагоцитоза у губок.
4. Тип бесполого размножения характерный для пресноводной губки бадяги.
5. Клетки губок, находящиеся в студенистом веществе.
6. Функции геммулы губок.
7. В какой губке ток воды проходит следующий путь: поры – поровые каналы – жгутиковые камеры – выносящие каналы – атриальная полость – оскулум.
8. Вид бесполого размножения характерный для губок.
9. Строение оболочки геммулы губок.
10. Примеры губок, имеющих смешанный скелет.

Ключевые термины

Оскулум
Геммула
Амебоциты.
Спонгин
Пинакоциты
Хоаноциты
Археоциты
Паренхимула
Аскон
Сикон
Лейкон
Атриальная полость

ЗАНЯТИЕ 6
Тип *CNIDARIA = COELENTERATA* – Книдарии = Кишечнополостные
Подтип *Medusozoa* – медузоидные
Класс *Hydrozoa* – гидроидные

Цель занятия: ознакомиться с особенностями строения, жизненными функциями и циклом развития гидроидных полипов.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику кишечнополостных.
2. Рассмотреть морфологический обзор кишечнополостных.
3. Описать изученные макро и микропрепараты.

Общая характеристика кишечнополостных

Кишечнополостные – одна из наиболее древних групп архаичных беспозвоночных животных, представленная многочисленными ископаемыми и современными видами. Характерными особенностями являются:

1. Радиальная симметрия.
2. Двуслойность строения. Внешний слой – эктодерма и внутренний слой – энтодерма. Между ними находится прослойка межклеточного вещества, которое может быть представлено тонкой базальной мембраной или иметь вид студенистой массы, которое обозначается как мезоглея.
3. Наличие двух жизненных форм – полипов, ведущих прикрепленный образ жизни, и медуз, плавающих в толще воды.
4. Наличие гастральной (кишечной) полости у полипов и гастроваскулярной (желудочно-сосудистой) системы у медуз.
5. У всех представителей типа имеются стрекательные клетки. Это уникальный признак, не встречающийся больше ни у одной другой группы Metazoa.
6. Нервная система диффузного типа, то есть представлена рыхлой сетью нервных клеток, расположенных в эктодерме. У медуз также отмечена концентрация нервных элементов.
7. Выделительная, кровеносная и дыхательные системы отсутствуют.
8. Размножение половое и бесполое. Личинка – планула.
9. Для большинства характерны сложные жизненные циклы с чередованием бесполого полипоидного и полового медузоидного поколений. Феномен чередования полового и бесполого поколений называется метагенез.

Всего известно более 10000 видов кишечнополостных.

Систематика [1, 4, 12]

Тип *Cnidaria – Книдарии*

Подтип *Medusozoa – медузоидные*

Класс *Hydrozoa – гидроидные*

Подкласс *Hydroidea – гидроиды*
Отряд *Hydrida – гидры*
Семейство *Hydridae – гидры*
Род *Hydra – гидра*
Вид *Hydra vulgaris – гидра обыкновенная*
Отряд *Leptothecata – лептотекаты*
Семейство *Campanulariidae*
Род *Obelia – обелии*
Вид *Obelia geniculata – обелия*

Морфологический обзор
Класс Гидроидные (*Hydrozoa*)

Морфологический обзор класса проведем на примере двух представителей: пресноводного полипа гидры и морского колониального гидроидного полипа обелии.

Гидра – маленький пресноводный полип длиной 1 см, часто встречающийся в прудах и озерах, тихих заводях рек. Тело гидры имеет вид продолговатого мешочка, прикрепленного к субстрату своим основанием, или подошвой. На противоположном конце тела имеется возвышение - ротовой конус, в центре которого открывается ротовое отверстие. Ротовой конус окружен выростами - щупальцами, число которых обычно равно 6–12. Вся поверхность тела до краев ротового отверстия покрыта наружным клеточным слоем – эктодермой, состоящей из нескольких видов клеток. Из них большинство составляют цилиндрические или кубические эпителиальные клетки. Особенностью в их строении является то, что их основание, прилегающее к базальной мембране (по другим источникам, опорной пластинке), вытянуто по направлению кверху и книзу в длинный отросток. Цитоплазма внутри отростка дифференцируется в сократительные мышечные волоконца. Поэтому эти клетки называют эпителиально-мышечными. Отростки их формируют слой мышечных образований относительно продольной оси тела гидры. При их сокращении тело полипа сжимается и округляется. Между эпителиально-мышечными клетками находятся более мелкие промежуточные (интерстициальные) клетки, за счет которых образуются половые и стрекательные клетки. В состав эктодермы входят также нервные клетки звездчатой формы, соединяющиеся своими отростками между собой и формирующие нервную систему диффузного типа – наиболее простой тип нервной системы у животных организмов. Характерной чертой кишечнополостных является присутствие у них в эктодерме стрекательных клеток, служащих орудием нападения и защиты. Каждая такая клетка имеет стрекательную капсулу, заполненную ядовитой жидкостью. На одном конце капсулы ее стенка впячена внутрь в виде тонкого и полого отростка, закрученного в спираль, называемого стрекательной нитью. На наружной поверхности стрекательной клетки имеется чувствительный волосок – книдоциль, выдающийся наружу. При

прикосновении добычи или хищника книдоциль отклоняется, стрекательная клетка возбуждается и из стрекательной капсулы быстро выворачивается наружу стрекательная нить, расправляясь при этом, словно бич. Поверхность нити усажена загнутыми назад мелкими шипиками, а в ее основании располагаются более крупные шипы. Яд стрекательных клеток парализует мелких животных и отпугивает хищников. После выстреливания нити стрекательная клетка погибает, а на ее месте из интерстициальной клетки развивается новая стрекательная. Рассмотренные стрекательные клетки относятся к типу пенетрант. Более мелкие – вольвенты – имеют короткие нити, обвивающиеся вокруг различных выступов на теле добычи. Другие – глютинанты – приклеиваются к добыче длинными липкими нитями [6, 12].

Энтодерма выстилает всю гастральную (пищеварительную) полость тела гидры. Она также состоит из нескольких видов клеток. Основными клетками энтодермы являются эпителиально-мышечные пищеварительные клетки, мышечные отростки которых расположены поперечно касательно продольной оси тела животного. При их сокращении тело гидры сужается и удлиняется. Эпителиальная часть этих клеток свободно выступает в гастральную полость и имеет 1–3 жгута, а также обладает способностью образовывать псевдоподии. С их помощью захватываются мелкие пищевые частицы по типу фагоцитоза, т.е. пища переваривается внутриклеточно. В гастральную полость железистыми клетками выделяются ферменты, обуславливающие полостное пищеварение. Пищей гидр служат мелкие беспозвоночные животные (черви, дафнии, циклопы и др.), а также только что выклюнувшиеся мальки рыб [1, 9, 14].

Мезоглея у гидры представлена тонкой бесструктурной пластинкой – базальной мембраной (иначе опорной пластинкой), залегающей между эктодермой и энтодермой.

Размножаются гидры бесполым и половым способами. Бесполое размножение происходит путем почкования. Приблизительно на средней части тела гидры находится т.н. пояс почкования, где периодически вырастает одна или несколько почек, снабженные зачатками щупалец и ртом. Затем у основания почка перешнуровывается, падает на дно и начинает вести самостоятельную жизнь. С приближением осени гидра переходит к половому размножению. Среди гидр встречаются как гермафродитные, так и раздельнополые виды. Находящиеся в эктодерме интерстициальные клетки дают начало яйцеклеткам (без деления), или многократно делясь – сперматозоидам. В этих местах на теле гидры образуются характерные вздутия покровов. Яйцеклетки располагаются ближе к подошве, а сперматозоиды – ко рту. Последние попадают в воду, проникают к яйцеклетке и оплодотворяют ее. Зигота в теле гидры окружается плотной оболочкой, тогда как сама гидра с наступлением зимы погибает, а яйцо в таком состоянии сохраняется до весны и с наступлением благоприятных условий из него выходит молодая гидра [4].

Врагов у гидры мало, но некоторые ресничные черви и моллюски прудовики их поедают. Есть у гидры и специфические паразиты. Из саркодовых это амеба *Hydramoeba hydroxena*, поселяющаяся на теле гидры и питающаяся клетками ее эктодермы. Кругоресничная инфузория триходина (*Trichodina pediculus*), или «гидровая вошь», и брюхоресничная инфузория керона (*Kerona polyporum*) питаются стрекательными клетками гидр. Из ракообразных на гидрах поселяются маленькие ветвистоусые рачки анхистропусы (*Anchistropus*), которые прикрепляются к переднему концу гидры и ее щупальцам. Зараженные этими рачками, гидры вскоре погибают.

Для изучения ответных реакций живого организма на различные факторы гидр используют в качестве удобных объектов при проведении различных исследований. Опыты над гидрой позволили понять сложное явление регенерации у животных.

На примере гидры мы ознакомились со строением одиночного гидроидного полипа, но большинство из них является колониальными формами, состоящими из множества особей.

Обычный на литорали северных морей и Черного моря гидроид обелия (*Obelia sp.*) имеет вид миниатюрного деревца или кустика. Ствол ветвится, на ветвях сидят отдельные особи колонии – гидранты, по внешнему виду напоминающие гидр. Гастральные полости всех гидрантов сообщаются между собой так, что пища, захваченная одной особью, становится достоянием всей колонии. Эктодерма обелии имеет защитную органическую оболочку – теку, которая в виде колпачка окружает каждого гидранта и образует вокруг него гидротеку [1].

Колонии гидроидных полипов способны лишь к бесполому размножению путем почкования. Половые клетки образуются только у медузоидного поколения, ведущего свободный образ жизни. Как же происходит образование медуз? Вначале на определенных местах колонии появляются выросты, напоминающие гидрантов. Затем выросты вытягиваются и превращаются в полые столбики – бластостили, внутри которых почкуются зачатки медуз. Сформировавшиеся медузы отрываются от бластостиля и уплывают. Они растут и достигнув зрелости размножаются половым путем. Медузы раздельнополы. Яйца и сперма выбрасываются в воду, где и происходит оплодотворение. Из зиготы развивается личинка – планула, которая проплавав некоторое время в воде оседает на дно, прикрепляясь к нему передним концом тела. На задней (верхней) части планулы прорывается рот и формируется венчик щупалец. Так возникает первый полип. Затем он почкуется и дает начало развития колонии. На этом жизненный цикл гидроидного полипа заканчивается. Он состоит из правильного чередования двух поколений: полипоидного (ведет прикрепленный образ жизни и размножается только бесполым путем) и медузоидного (ведет свободный образ жизни и размножается только половым путем). Такое чередование поколений, размножающихся различными способами, называется метагенезом [12, 16].

Медуза обелия имеет вид упрощенного колокола, из внутренней части которого свисает вниз длинный ротовой стебелек с ротовым отверстием на конце. Рот ведет в гастральную полость, состоящую из центрального желудка и расходящихся от него к краям зонтика радиальных каналов, в числе равном или кратном четырем, и соединенных по краю зонтика общим кольцевым каналом. Желудок и радиальные каналы образуют т.н. гастроваскулярную (желудочно-сосудистую) систему. По свободному внутреннему краю зонтика тянется тонкая, кольцевидная перепонка, суживающая вход в полость колокола. Она называется парусом и является характерной особенностью гидроидных медуз. На краю зонтика располагаются щупальца в числе, также кратном четырем. Мезоглея у медуз развита хорошо и содержит до 97% воды, приобретая студенистый желеобразный вид, благодаря чему всё тело медузы почти прозрачно. Нервная система у медуз устроена сложнее, чем у полипов. По краю зонтика располагается скопление нервных клеток, образуя нервное кольцо. От него иннервируются особые органы чувств, находящиеся по краю зонтика в виде глазков и статоцистов. Глазки – небольшие участки эктодермы у основания щупалец, содержащие клетки двух типов. Одни из них высокие (чувствительные), другие (пигментные клетки) содержат бурые или черные зѐрна пигмента. Чередуясь друг с другом, эти клетки образуют подобие сетчатки глаза высших животных. Органы равновесия (статоцисты) располагаются по краю зонтика вблизи глазков. Статоцисты имеют вид пузырьков, выстланных изнутри эктодермальным эпителием и заполненных жидкостью. Одна из клеток пузырька впячивается внутрь в виде булавы, внутри которой заключена одна или несколько конкреций углекислой извести. Это статолит – слуховой камешек. Чувствительные эпителиальные клетки статоциста снабжены выростами – сенсорными волосками, направленными к вершине «булавы». Когда тело медузы изменяет положение, «булава» со статолитом под действием силы тяжести остается висеть отвесно и касается чувствительных волосков, передающих раздражение к эпителиально-мышечным клеткам, вызывая сокращение их мышечных волоконец. Существует версия, что статоцисты служат для ритмичной работы эпителиально-мышечных клеток. По своей функции статоцисты медуз более или менее идентичны работе полукружных каналов уха человека [12, 18].

Половые железы медуз располагаются под радиальными каналами, как у обелии, или на ротовом стебельке в виде скопления половых клеток.

Движение медуз происходит благодаря чередованию фаз сокращения и расслабления зонтика, т.е. реактивным способом путем выталкивания втягиваемой воды. Плывет медуза скачкообразно, двигаясь вперед выпуклой частью зонтика.

Медузы – хищники, питающиеся различными мелкими животными, которых они парализуют стрекательными клетками щупалец. Некоторые глубоководные медузы привлекают свою добычу благодаря способности к свечению (биолюминесценции).

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение объекта.

2. Рассмотреть на постоянном препарате внешнее строение гидры. Отметить форму тела и размеры. Найти подошву, щупальца, стебелек.

3. Зарисовать общий план строения гидры (рис.19).

4. Нарисовать схему продольного среза гидры и указать перечисленные элементы строения (рис.20).

5. Изучить организацию колониальных гидроидных полипов на примере обелии. Зарисовать жизненный цикл обелии (рис.21).

Вид: *Hydra sp.*

Гидры (*Hydra*) – род пресноводных сидячих кишечнополостных из класса гидроидных (*Hydrozoa*). Представители обитают в стоячих водоёмах и реках с медленным течением, прикрепляясь к водным растениям или грунту. Длина тела гидры составляет 1-20 мм, иногда несколько более. Это одиночный малоподвижный полип.

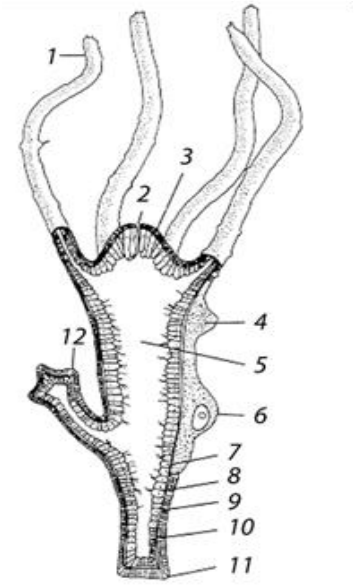


Рис. 19. Строение гидры. По Гестнеру (Догель, 2015) [1]
1 – щупальце; 2 – ротовое отверстие; 3 – стрекательная клетка; 4 – мужская гонада; 5 – кишечная полость; 6 – женская гонада; 7 – эктодерма; 8 – энтодерма; 9 – мезоглея; 10 – гастродермис; 11 – подошва; 1
2 – молодая почка

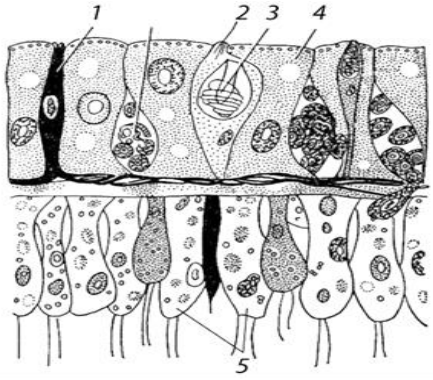


Рис.20. Продольный срез тела гидры. По Гестнеру (Догель, 1981) [9]
1 – нервная клетка; 2,3 – стрекательные клетки; 4 – эктодермальные эпителиально – мускульные клетки; 5 – железистые клетки

Вид: *Obelia geniculata*

Обелия (*Obelia*) – род гидроидных из семейства Campanulariidae.

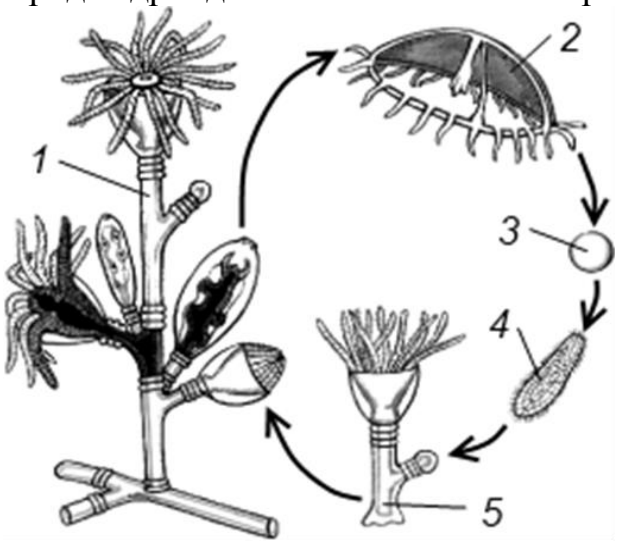


Рис.21. Жизненный цикл обелии (По Наумову)
1 – колония полипов; 2 – гидроидная медуза; 3 – яйцо; 4 – планула; 5 – молодой полип с почкой

Описание макро- и микропрепаратов

Микропрепарат: Гидра (Hydra)

Рассматривают на малом увеличении. Тело гидры вытянутое, около 5 мм длиной. На переднем конце находится рот, окруженный щупальцами. На заднем – подошва для прикрепления к субстрату. Щупальца покрыты мелкими бугорками – скоплениями стрекательных клеток [12].

Микропрепарат: Поперечный разрез гидры

На срезе виден наружный слой клеток – эктодерма, внутренний слой клеток – энтодерма. Между ними в виде тонкого темного кольца располагается опорная пластинка. В центре тела заметна гастральная полость.

Микропрепарат: Гидроид обелия (*Obelia*)

Веточка обелии несет отдельные особи колонии – гидранты, напоминающие гидр. Каждый гидрант окружен чашечкой (гидротекой). Через теку просвечивается гастральная полость, подходящая к каждой особи колонии.

Микропрепарат: Гидроидная медуза обелия

Медуза блюдцеобразной формы, по краю зонтика расположено большое количество коротких щупалец. В центре зонтика заметен желудок с отходящим от него ротовым хоботком. Под радиальными каналами находятся половые железы в числе четырех.

Макропрепарат: Колония гидроида обелия

На кусочке субстрата в виде пластинки заметна прикрепившаяся к ней колония гидроидного полипа обелия. Она имеет вид ветвистого кустика, стелющегося по субстрату. По бокам веточек заметны утолщения – отдельные особи колонии – гидранты.

Рисунки в альбоме: «Общий план строения гидры», «Клеточное строение стенки тела гидры», «Жизненный цикл гидроидного полипа обелии».

Вопросы для самоконтроля

1. Тип симметрии характерный для стрекающих.
2. Название вогнутой стороны медузы.
3. Личинка характерная для стрекающих.
4. Способ движения медузы.
5. Клетки входящие в состав энтодермы гидры.
6. Сократительная кольцевая складка эктодермы по краю зонтика гидроидной медузы.
7. Слой (экто– или энтодерме), в котором расположены гонады у представителей гидроидных.
8. Тип нервной системы характерный для гидры.
9. Место протекания процесса пищеварения у гидры.
10. Особи входящие в состав колонии Обела.

ЗАНЯТИЕ 7

Тип *CNIDARIA* = *COELENTERATA* – Книдарии = Кишечнополостные

Подтип *Medusozoa* – медузоидные

Класс *Scyphozoa* – Сцифоидные медузы

Подтип *Amedusozoa* – немедузоидные

Класс *Anthozoa* – Коралловые полипы

Цель занятия: ознакомиться с особенностями строения и жизненными функциями сцифоидных медуз и коралловых полипов.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику сцифоидных медуз и коралловых полипов.
2. Рассмотреть морфологический обзор сцифоидных медуз и коралловых полипов.
3. Описать изученные макропрепараты.

Общая характеристика

Кишечнополостные являются двухслойными животными с лучевой симметрией тела. Тело кишечнополостных состоит из эктодермы и энтодермы, между которыми располагается мезоглея или опорная пластинка. Эктодерма содержит стрекательные клетки (книдобласты), являющиеся

орудием защиты и нападения для кишечнополостных. Нервная система примитивного типа (диффузная), в виде отдельных нервных клеток или их скоплений, связанных между собой. Скелет наружный или внутренний, в большинстве случаев известковый, реже роговой. У некоторых представителей, например, медуз, отсутствует. Пищеварительная система представлена ротовым отверстием и гастральной полостью. Размножаются как бесполым, так и половым путем. Существуют свободноживущие и прикрепленные кишечнополостные. Подавляющее большинство кишечнополостных – морские животные, но небольшое число видов приспособилось к жизни в пресной воде, а отдельные ведут паразитический образ жизни [12, 16, 17].

Систематика [1, 4, 12]
Тип *Cnidaria – книдарии*
Подтип *Medusozoa – медузоидные*
Класс *Scyphozoa – сцифоидные*
Отряд *Semeostomea – дискомедузы*
Семейство Ulmaridae – ульмариды
Род *Aurelia – аурелии*
Вид *Aurelia aurita – аурелия ушастая*
Класс *Anthozoa – коралловые полипы*
Подкласс *Hexacorallia – шестилучевые кораллы*
Отряд *Actiniaria – актинии*
Род *Actinia – актинии*
Вид *Actinia equina - конская актиния*

Морфологический обзор
Класс Сцифоидные (*Scyphozoa)*

Рассмотрим строение сцифоидных медуз на примере аурелии ушастой (*Aurelia aurita*), обитающей в Балтийском, Баренцевом, Белом, Черном, Азовском, Японском, Охотском и Беринговом морях.

Тело медузы имеет вид упрощенного зонтика. На конце ротового стебелька помещается рот, имеющий четыре выроста – ротовые лопасти, служащие для захвата пищи. Рот ведет в энтодермальный желудок, находящийся в центре зонтика и образующий четыре неглубоких карманообразных выпячивания. В желудок вдаются четыре валика с гастральными нитями, что увеличивает его всасывающую поверхность. От желудка к краям зонтика отходит система гастроваскулярных каналов, представленная четырьмя сильно ветвящимися каналами первого порядка, четырьмя слабо ветвящимися каналами второго порядка и восемью неразветвленными каналами третьего порядка. Все эти каналы соединяются по краю зонтика в кольцевой канал [4, 6].

На краю зонтика располагаются тонкие щупальца, часть из которых превратилась в краевые тельца, или ропалии. Каждый ропалий содержит

один статоцист и несколько глазков различной степени сложности строения. У каждого ропалия находится скопление нервных клеток (ганглиев), равное восьми. Мезоглея у сцифоидных медуз, также, как и у гидроидных, хорошо развита.

В цикле развития сцифомедуз имеет место метагенез. Медузы раздельнополы. Половые железы у них образуются из энтодермы нижней части карманов желудка, а созревшие половые клетки выходят через рот в воду, где и происходит оплодотворение. Из зиготы формируется планула, которая оседает на дно и прикрепляется передним концом тела к субстрату. На задней (верхней) части тела прорывается рот, ведущий в гастральную полость и окруженный щупальцами. Эта стадия носит название сцифистомы. Она активно питается, заглатывая не только мелких планктонных животных, но и планулы своего вида (каннибализм). Сцифистомы могут размножаться бесполым способом путем почкования, образуя подобных себе полипов. Весной со сцифистомой происходят сильные изменения. Ее щупальца укорачиваются, на теле появляются кольцевидные перетяжки, образуя подобие стопки вложенных друг в друга тарелок. На этой стадии развития полип называется стробилой, а сам процесс ее образования - стробиляцией. Образовавшиеся при стробиляции дисковидные особи являются молодыми медузами (эфирами). Они постепенно, начиная с верхней, отрываются от стробила, переворачиваются выпуклой стороной кверху и переходят к плавающему образу жизни. Эти неполовозрелые медузы называются эфирами, превращающимися после созревания половых клеток во взрослые особи [4, 6].

Сравнивая циклы развития гидроидных и сцифоидных, необходимо отметить, что для первых типичным является полипоидное поколение, тогда как для вторых – медузоидное.

В водах Черного моря обитает еще один интересный представитель сцифоидных – медуза корнерот (*Rhizostoma pulmo*). Ее зонтик полусферической формы с закругленной вершиной. Цвет медузы беловатый, а по краю зонтика проходит яркая голубая, розовая или фиолетовая кайма. Щупалец у корнерота нет, но зато его ротовые лопасти развиты очень сильно. Их боковые стороны образуют многочисленные складки и срастаются между собой. Концы ротовых лопастей не имеют складок и заканчиваются восемью корневидными выростами, за что медуза и получила свое название. Питаются корнероты мелкими планктонными организмами, заглатывая их вместе с водой. Купальщикам следует остерегаться корнерота, т.к. неосторожное прикосновение к нему может вызвать сильный ожог [1].

Класс Коралловые полипы (*Anthozoa)*

Тело кораллового полипа имеет цилиндрическую форму и не подразделяется на туловище и ножку. У колониальных форм основание полипа погружено в общее тело колонии, а у одиночных полипов имеет подошву для прикрепления к субстрату. Щупальца внутри полые и в

зависимости от их количества класс коралловых полипов делят на два подкласса: Шестилучевые (*Hexacorallia*) и Восьмилучевые (*Octocorallia*). У первых число щупалец шесть или кратно шести, у вторых – восемь или кратно восьми. Между щупальцами располагается ротовой диск, в середине которого лежит ротовое отверстие в виде щели. Последнее ведет в сжатую с боков глотку, выстланную эктодермой. Вдоль глотки проходит желобок с ресничным эпителием, благодаря которому создается ток воды внутрь гастральной полости. Она разделена продольными перегородками (септами) на камеры. В септах есть отверстия, посредством которых камеры сообщаются между собой. В нижней части гастральной полости септы не срастаются между собой, а их свободные края утолщены и называются мезентериальными нитями. В них сосредоточены железистые клетки, выделяющие пищеварительные ферменты. Число септ и камер всегда соответствует числу щупалец. Мышечные клетки коралловых полипов формируют в мезоглее слой продольных (под эктодермой) и поперечных (под энтодермой) мышечных волокон. У шестилучевых кораллов мезоглея представлена тонкой опорной пластинкой, а у восьмилучевых кораллов мезоглея развита достаточно хорошо. У одиночных коралловых полипов скелет чаще отсутствует, тогда как колониальные формы имеют хорошо сформированный скелет из рогоподобного вещества или углекислого кальция [13, 18].

Коралловые полипы размножаются бесполым и половым способами. Одиночные мягкие актинии размножаются почкованием, реже – делением тела. Стадия медузы у коралловых полипов отсутствует.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Изучить морфологию сцифоидных медуз на примере *Aurelia aurita*. Зарисовать строение сцифоидной медузы (рис.22).
3. Изучить и зарисовать жизненный цикл *Aurelia aurita* (рис.23).
4. Изучить морфологию шестилучевых коралловых полипов на примере актинии *Actinia equina*.
5. Изучить анатомию шестилучевых кораллов на примере актинии *Actinia equina*.
6. Зарисовать продольный срез *Actinia equina* (рис.24).
7. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика кишечнополостных».

Вид: *Aurelia aurita*

Ушастая аурелия, или ушастая медуза (*Aurelia aurita*) – вид сцифоидных из отряда дискомедуз (*Semaeostomeae*). Населяет прибрежные воды морей умеренного и тропического поясов, в том числе – Чёрное и Средиземное моря. Аурелии ведут пелагический образ жизни, встречаются в поверхностных водах как у берега, так и вдали от него. Иногда медузы

формируют протяжённые плотные скопления. Основную пищу аурелий составляет мелкий зоопланктон. Этот вид медузы, имеющий чрезвычайно широкое распространение, до недавнего времени рассматривался как неопасный для человека. Однако отмечено несколько случаев довольно сильных ожогов от ушастой аурелии в Мексиканском заливе у восточного побережья Америки и Англии. В российских водах для купающегося человека эта медуза не опасна, но незащищённое тело может получить лёгкий, слабее крапивного, ожог стрекательными клетками [13].

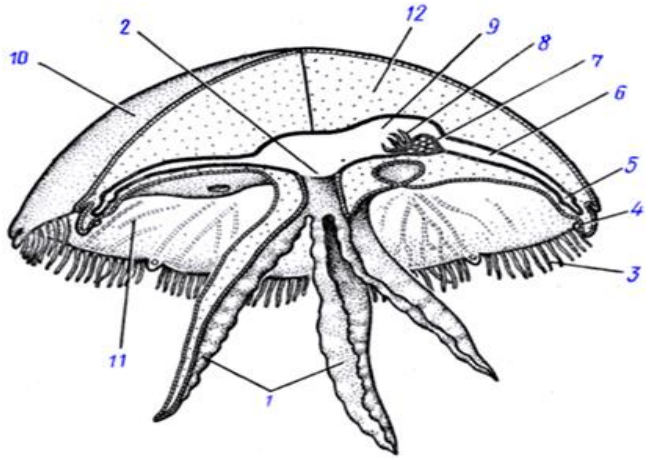


Рис. 22. Схема строения сцифоидной медузы (из Байера)
1 – ротовые лопасти, 2 – ротовое отверстие, 3 – щупальца, 4 – ропалий, 5 – кольцевой канал, 6 – радиальный канал, 7 – гонада, 8 – гастральные нити, 9 – желудок, 10 – эксумбрелла, 11 – субумбрелла, 12 – мезоглея. Эктодерма показана штриховкой, энтодерма – черным

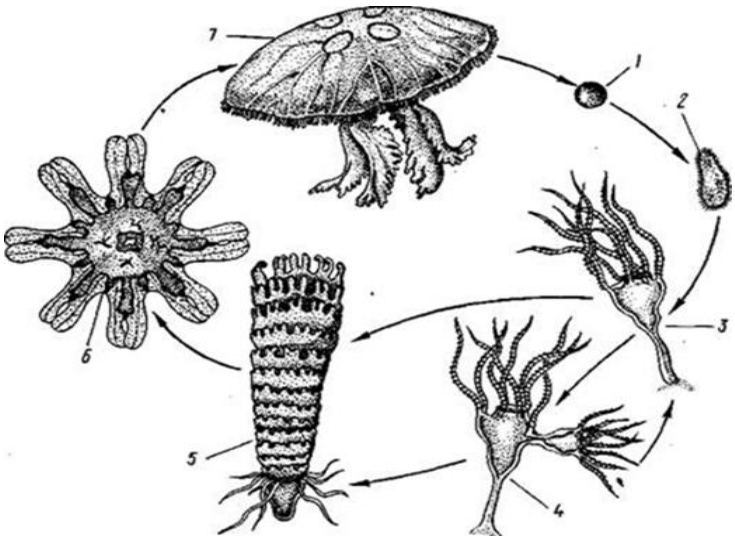


Рис.23. Цикл развития аурелии ушастой. По Байеру (Догель, 2015) [1]
1 – яйцо; 2–планула; 3–сцифистома; 4–сегментация сцифистомы; 5–стробила; 6–молодая медуза (эфира); 7–взрослая медуза

Вид: *Actinia equina*

Актинии, или морские анемоны (*Actiniaria*) – отряд морских стрекающих из класса коралловых полипов (*Anthozoa*). Представители лишены минерального скелета. Как правило, одиночные формы. Большинство актиний – сидячие организмы, обитающие на твёрдом морском грунте. Питаются различными мелкими беспозвоночными, иногда рыбами. У человека могут вызвать болезненные ожоги. Некоторые актинии живут в симбиозе с раками-отшельниками или другими беспозвоночными, а также с некоторыми видами рыб (например, с рыбами-клоунами). Распространены широко. Большинство обитает в тропических и субтропических водах [13].

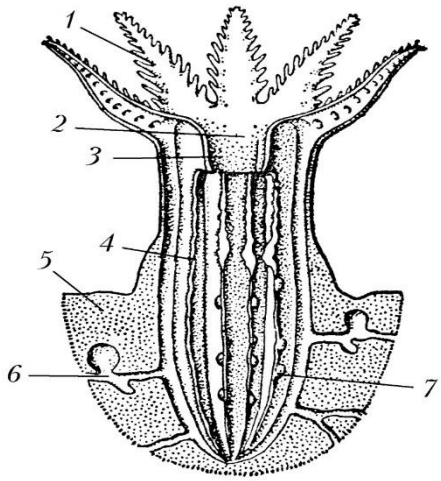


Рис.24. Строение актинии (продольный срез)
1 – щупальца; 2 – ротовое отверстие; 3 – глотка; 4 – септы; 5 – мезоглея; 6 – эндодермальные каналы; 7 – гонады

Описание макропрепаратов [12]

Макропрепарат: Сцифоидная медуза аурелия (Aurelia)

Зонтик медузы в виде диска, по его краю заметны нитевидные щупальца. Ротовое отверстие окружено четырьмя ротовыми лопастями с внутренней поверхности зонтика. Карманы желудка видны в центре в виде четырех подков, соединенных между собой своими концами. В стенке зонтика просвечиваются каналы гастроваскулярной системы.

Макропрепарат: Актиния (Actinia)

Тело актинии цилиндрическое, мускулистое. На его верхней части имеется венчик щупалец, в центре которого находится ротовое отверстие. На конце, противоположном ротовому, располагается подошва, с помощью которого актиния прикрепляется к грунту.

Макропрепарат: Скелеты коралловых полипов

Скелеты известковые, древовидной или грибовидной формы. Чашечки отдельных полипов имеют скелетные перегородки неодинаковой длины. Скелеты построены из углекислой извести и имеют высокую прочность.

Рисунки в альбоме: «Строение сцифоидной медузы», «Цикл развития сцифоидной медузы», «Строение актинии (продольный срез)».

Вопросы для самоконтроля

1. Преобладающее поколение в цикле сцифоидных медуз.
2. Количество септ у 6- и 8- лучевых кораллов.
3. Стадия развития сцифомедуз, предшествующая взрослой фазе.
4. Определение сцифистомы сцифоидных.
5. Расположение гонад у кораллов.
6. Видоизмененные укороченные щупальца медузы, несущие органы чувств.
7. Определение стробиляции.
8. Определение септ кораллов.
9. Строение ропалий сцифоидных.
10. Механизм движения сцифомедуз.

Ключевые термины

Ропалий
Сифоноглиф
Мезентериальные нити
Гидроскелет
Эфира
Гидротека
Энтодерма
Гонофор
Гаструла
Гонады
Гастральная полость
Мезоглея
Статолит
Склеросепта
Планула
Статоцист
Бластула
Перидерма
Паренхимула
Пенетранты
Почкование
Гонотека

Царство METAZOA
Раздел *BILATERIA (Triblastica)*
Подраздел *ACOELOMATA* – Нецеломические
***SCOLECIDA* – Низшие черви**

ЗАНЯТИЕ 8
Тип *PLATHELMINTHES* – Плоские черви
Класс *Turbellaria* – Ресничные черви
Класс *Trematoda* – Сосальщики

Цель занятия: изучить строение и развитие свободноживущих плоских червей на примере молочно-белой планарии *(Dendrocoelum lacteum)* и кошачьей двуустки (*Opisthorchis felineus).*

Задачи:

1. Рассмотреть общую характеристику и систематику ресничных червей и сосальщиков.
2. Ознакомиться с морфологическим обзором ресничных червей и сосальщиков.
3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

Плоские черви – животные с билатеральной (двусторонней) симметрией тела. Тело плоских червей имеет трехслойное строение и состоит из: эктодермы, мезодермы и энтодермы; сжато в спинно-брюшном направлении. Кожно-мускульный мешок покрывает тело плоских червей и имеет различное строение у представителей данного типа животных. Полость тела отсутствует, а пространство между органами заполнено паренхимой из соединительной ткани. Пищеварительная система состоит из 2-х отделов: передней и средней кишки, заканчивающейся слепо. У некоторых форм, ведущих паразитический образ жизни, пищеварительная система редуцирована. Нервная система представлена парным мозговым ганглием и отходящими от него кзади главными нервными стволами, соединяющихся поперечными комиссурами. Наиболее развиты два боковых (брюшных) нервных ствола. Дыхательная и кровеносная системы отсутствуют. Выделительная система представлена протонефридиями – особыми канальцами, начинающимися в паренхиме звездчатыми клетками и открывающиеся наружу выделительным отверстием. В половом отношении плоские черви гермафродиты, лишь единичные виды раздельнополые. Половая система имеет сложное строение. Оплодотворение чаще внутреннее. Развитие, особенно паразитических видов, сложное, протекающее со сменой хозяев.

Систематика [1, 4, 12]
Тип *Plathelminthes – Плоские черви*
Класс *Turbellaria – Ресничные черви*
Отряд *Tricladida – Трехветвистокишечные*
Род *Dendrocoelium – планарии*
Вид *Dendrocoelium lacteum – молочная планария*
Класс *Trematoda – дигенетические сосальщики*
Подкласс *Prosostomidea*
Отряд *Fasciolida – фасциолиды*
Подотряд *Fasciolata*
Семейство Fasciolidae
Род *Fasciola – фасциолы*
Виды *Fasciola hepatica – печѐночный сосальщик*
Семейство Dicrocoeliidae
Род *Dicrocoelium*
Вид *Dicrocoelium lanceatum – ланцетовидный сосальщик*
Подотряд *Heterophyata*
Семейство *Opistorchiidae –описторхиевые*
Род *Opisthorchis – двуустки*
Вид *Opisthorchis felineus – кошачья двуустка*

Морфологический обзор
Класс Ресничные, или Турбеллярии (Turbellaria)

Известно около 5000 видов турбеллярий, обитающих в морях, пресных водах и влажной почве.

Рассмотрим морфологию ресничных червей на примере типичного представителя – молочной планарии (*Dendrocoelium lacteum*).

Своё название она получила за цвет тела, достигая в длину до 3 см. Головная часть тела как-бы срезана, задняя – заострена. Спереди расположена пара глаз в виде чёрных точек, а по бокам - выросты в виде лопастей, под которыми с брюшной стороны находится присасывательная ямка, выполняющая роль органа фиксации червя. На середине брюшной стороны тела имеются два отверстия: ротовое и половое. Последнее несколько смещено кзади. На спинной стороне открываются 8 пар выделительных отверстий [1, 9].

Днём планарии сидят под различными подводными предметами: камнями, гниющими листьями растений, корягами. С наступлением ночи планарии разбредаются в поисках добычи. Передвигаясь, эти животные могут удлинять и сокращать тело, некоторые могут и плавать. Типичный способ передвижения планарии – это скольжение по субстрату, напоминающее ползание улиток, но более быстрое. Все планарии хищники и главными компонентами их рациона являются мелкие ракообразные, черви, личинки насекомых [1, 9].

Покровы тела молочной планарии представлены кожно-мускульным мешком. Роль кожи здесь играет однослойный ресничный эпителий. Его клетки имеют цилиндрическую форму и на своей поверхности несут реснички, представляющие собой выросты протоплазмы клеток. Синхронные колебания ресничек облегчают передвижение турбеллярий. Среди эпителиальных клеток располагаются особые образования палочковидной формы – рабдиты. Функции рабдит полностью не выяснены. Известно, что они могут выбрасываться наружу, и разбухая в воде, покрывают тело червя слизью. Клетки эпителия располагаются на базальной мембране, отделяющей его от слоя мышц. Под базальной мембраной находится слой поперечных мышечных волокон. Под ним – слой косых (диагональных) мышечных волокон и продольные мышцы, развитые наилучшим образом. Кроме того, всю толщу тела пронизывают спиннобрюшные (дорсовентральные) мышечные пучки. Вся мускулатура представлена гладкой мышечной тканью.

Таким образом, мерцательный эпителий, базальная мембрана и слои мышц формируют кожно-мускульный мешок, в котором помещаются все внутренние органы животного [12, 15].

Внутреннее пространство между стенками мешка заполнено паренхимой, состоящей из клеток соединительной ткани. От каждой паренхиматозной клетки тянется несколько отростков, переплетающихся между таковыми соседних клеток, формируя своеобразную сетчатую структуру синцитиального типа. В паренхиматозных клетках образуются рабдиты, накапливаются запасные питательные вещества, за счёт этих клеток происходят регенеративные процессы.

На брюшной стороне тела ближе к задней его части располагается ротовое отверстие, снабжённое запирательными мышцами. Рот ведёт в расширенную полость, где размещается глотка, способная вытягиваться наподобие хоботка из рта и захватывать добычу. Глотка продолжается в кишечник, имеющий ветвистую структуру (отсюда название отряда). Одна из ветвей кишечника направлена к головной части тела, а две других – к задней. Каждая ветвь делится на вторичные, третичные, четвертичные и т.д. разветвления, что могократно увеличивает всасывательную поверхность кишки. Клетки эпителия кишечника колбообразной формы, обладают способностью захватывать пищевые частицы и переваривать их (т.н. пищеварительный фагоцитоз). Непереваренные продукты выделяются в полость кишечника, откуда сильными сократительными движениями мышц удаляются наружу через ротовое отверстие [12, 15].

Дыхательная система у молочной планарии отсутствует. Дыхание осуществляется диффузно через покровы тела.

Нервная система состоит из парных головных нервных ганглиев и отходящих от них нервных стволов. Головные ганглии, соединяясь между собой формируют т.н. «головной мозг». От него вперёд отходят короткие разветвлённые головные нервы. Назад от головных ганглиев тянутся два наиболее развитых брюшных нервных ствола и менее развитые спинные.

Брюшные стволы соединяются между собой посредством поперечных кольцеобразных перетяжек (комиссур), охватывающих при этом и спинные нервные стволы. Такой тип нервной системы получил название лестничной, или ортогона. Кроме того, от брюшных стволов отходят многочисленные боковые нервные тяжи [13].

Органы чувств представлены парой глаз и головными лопастями. Осязательным чувством обладает вся кожа, а также головные лопасти. Химические раздражения воспринимаются длинными неподвижными ресничками, разбросанными по всему телу планарии. К ресничкам подходят чувствительные отростки нервных клеток. Органами зрения являются глаза, состоящие из пигментного бокала, в полость которого вдаётся светочувствительная часть рецепторов. От них отходят нервные волокна, идущие к «мозгу». Пигментный бокал обращён своей вогнутой стороной к поверхности тела, поэтому свет вначале проходит через рецепторы, а затем уже через их светочувствительные части. Такие глаза называются обращёнными, или инвертированными [13].

Выделительная система представлена протонефридиями (от греч. «протос»- простой, первичный и «нефрос»- почка). Начинаются они особыми (пламенными) клетками, от которых отходят выделительные канальцы (по одному от каждой клетки). Внутри клетки, в начальную часть канальца вдаётся пучок ресничек, при движении напоминающий игру пламени. Через истончённую клеточную стенку продукты диссимиляции поступают в каналец с током жидкости, возбуждаемой движениями пучка ресничек. Затем продукты выделения поступают в главные выделительные каналы, образованные путём слияния канальцев, открывающиеся наружу выделительными отверстиями. Протонефридии имеют эктодермальное происхождение, а их функция заключается больше в регуляции осмотического давления, чем в выделении - продуктов обмена веществ. Этим объясняется отсутствие протонефридий у морских турбеллярий, продукты выделения которых удаляются особыми клетками – амёбоцитами, которые выходят наружу через покровы тела [17].

В половом отношении молочная планария гермафродит. Мужская половая система состоит из 200–300 пузырьковидных семенников, расположенных ближе к бокам тела. Выносящие канальцы семенников впадают в семяпроводы, сливающиеся в семенной пузырь. В его нижней части начинается семяизвергательный канал, проходящий через совокупительный орган – циррус и открывающийся на его конце. Циррус помещён в особом вместилище - сумке цирруса, или кармане цирруса. Женская половая система состоит из двух яичников, их выводных протоков и придаточных желез. От яичников, расположенных вблизи головной части тела, отходят длинные яйцеводы, соединяющиеся в непарном влагалище. Последнее открывается наружу у сумки цирруса половой клоакой. Кроме того, имеется копулятивная сумка, служащая для наполнения спермой партнёра при перекрёстном оплодотворении. Некоторые турбеллярии, в том

числе, и молочная планария, способны к бесполому размножению путём деления тела на метамерные части [18].

Оплодотворение у планарии внутреннее. При перекрёстном оплодотворении каждый партнёр вводит свой циррус в копулятивную сумку другого, из которой сперма поступает в половую клоаку, где происходит оплодотворение яиц. Комплект таких яиц покрывается секретом желточных клеток, который затвердевает и образует кокон, прикрепляемый червём к подводным предметам. Кокон имеет округлую форму и содержит от 5 до 42 яиц [1].

Развитие у пресноводных и наземных форм прямое, без метаморфоза. У морских турбеллярий из яйца выходит мюллеровская личинка, обладающая на ранних этапах развития радиальной симметрией. Затем личинка оседает на дно и превращается в типичного червя.

Класс Дигенетические сосальщики, или Трематоды (*Trematoda*)

Класс полностью состоит из паразитов беспозвоночных и позвоночных животных, насчитывая около 9000 видов.

В длину сосальщики достигают от нескольких миллиметров до 1,5 метра (эти последние найдены у акул). Форма тела чаще листовидная или лентовидная. На переднем конце тела с вентральной стороны имеется ротовая присоска в виде мускулистого валика округлой формы. Вторая присоска – брюшная – есть у большинства трематод и располагается ближе к средней части тела червя. Присоски – это органы фиксации трематод в теле хозяина. На дне ротовой присоски открывается рот, но первоначально считали, что обе присоски ведут в рот, почему и возникло неправильное название этих животных – двуустки (*Distoma*) [12, 17].

Покровы трематод носят название тегумента. Верхний слой эпителия не имеет ресничек, клеточных оболочек и ядер, но содержит большое количество митохондрий и плотные образования – кутикулярные шипики, являющиеся дополнительными органами фиксации. Эпителий располагается на базальной мембране, пронизанной цитоплазматическими тяжами, соединяющими его со слоем погружённого эпителия. Клетки последнего имеют чёткие границы и содержат ядра. Под базальной мембраной находится слой кольцевых и продольных мышц. Паренхима, заполняющая пространство между внутренними органами в кожно-мускульном мешке, устроена аналогично таковой ресничных червей [1].

Пищеварительная система трематод представлена ротовым отверстием, которое находится на дне ротовой присоски. Далее следует мускулистая глотка, продолжающаяся в узкий пищевод. Он переходит в двуветвистую слепозаканчивающуюся среднюю кишку, тянущуюся по бокам тела. У некоторых трематод средняя кишка имеет боковые выпячивания, что увеличивает её всасывательную поверхность [1].

Нервная система дигенетических сосальщиков состоит из парного мозгового ганглия, от которого отходят нервные тяжи. К задней части тела

тянется три пары нервных стволов: брюшные, спинные и боковые, соединяющиеся между собой поперечными комиссурами. Поэтому нервная система трематод, также, как и турбеллярий, лестничного типа. Из всех нервных тяжей наилучшим образом развиты брюшные. Органы чувств представлены кожными рецепторами и небольшими глазками. Последние функционируют только у личинок трематод [12, 17].

Выделительная система протонефридиального типа и состоит из пары главных выделительных каналов, ветвящихся на боковые канальцы, которые заканчиваются звёздчатыми клетками (артроцитами) с пучками мерцательных ресничек. Главные каналы в задней части тела соединяются, образуя мочевой пузырь (не у всех трематод), который открывается наружу отверстием выделительной системы [1].

Половая система трематод имеет сложное строение. В подавляющем большинстве сосальщики являются гермафродитами, лишь единичные виды раздельнополы. Мужская половая система представлена двумя округлыми, лопастными или древовидно разветвлѐнными семенниками с отходящими от них семяпроводами. Последние сливаются и образуют семяизвергательный канал. Он проходит через совокупительный орган (циррус) и открывается на его конце. Как и у турбеллярий, циррус трематод размещается в совокупительной сумке и способен выпячиваться наружу из мужского полового отверстия. Женская половая система состоит из непарного яичника, в котором формируются яйца, и из желточников, где образуются богатые питательными веществами желточные клетки. Проток яичника – яйцевод и протоки желточников впадают в небольшой резервуар – оотип. В нём происходит оплодотворение яиц, которые затем окружаются желточными клетками, поступающими по желточным протокам. В оотип открывается семяприёмник, где хранится сперма, полученная от других особей при перекрёстном оплодотворении. В стенке оотипа находятся скопления скорлуповых желез – телец Мелиса, которые выделяют для оплодотворённых яиц вещества, формирующие вокруг них плотные оболочки. В таком виде яйца из оотипа поступают в длинный проток - матку. Она открывается наружу женским половым отверстием рядом с таковым копулятивного органа. Накапливающиеся в оотипе трематод избытки спермы и желточных клеток выбрасываются во внешнюю среду через короткий проток – лауреров канал, открывающийся на спинной стороне тела червя [12].

У многих видов, в яйцах, находящихся в матке, начинается эмбриональное развитие личинок, поэтому во внешнюю среду попадает яйцо с уже сформировавшейся личинкой. Это выгодно в том отношении, что развивающиеся личинки выходят уже вполне готовые к самостоятельной жизни.

Оплодотворение у сосальщиков перекрёстное, гораздо реже отмечается самооплодотворение. Представители семейства *Schistosomatidae*, паразитирующие в кровеносной системе млекопитающих, являются

раздельнополыми. Более крупный самец носит самку в особом «кармане», который образован складками краёв его тела [12].

Необходимую для жизнедеятельности энергию трематоды получают в результате расщепления откладываемого в их тканях гликогена, составляющего иногда до 65% от массы тела.

Жизненный цикл сосальщиков сложен, так как связан со сменой хозяев и чередованием личиночных стадий развития самих паразитов. Для удобства рассмотрим основные понятия, характеризующие циклы развития сосальщиков [12].

Марита – половозрелый гельминт.

Мирацидий – первая личиночная стадия большинства трематод.

Спороциста – вторая личиночная стадия трематод, способная к партеногенетическому размножению.

Редия – третья личиночная стадия трематод, способная к партеногенетическому размножению.

Церкария – четвертая личиночная стадия трематод.

Адолескарий (метацеркарий) – пятая личиночная стадия трематод, способная вызвать заболевание при попадании в тело окончательного хозяина (т.н. инвазионная личинка). Адолескарий превращается в мариту.

Окончательный хозяин, или дефинитивный – организм, в теле которого паразит становится половозрелым и способен вызвать тяжёлое заболевание.

Промежуточный хозяин – организм, в теле которого паразит проходит одну или несколько личиночных стадий развития.

Дополнительный хозяин – второй промежуточный хозяин.

Облигатный, или обязательный хозяин – организм, в котором паразит находит наилучшие условия для своего развития.

Факультативный хозяин – организм, в котором паразит может обитать, но к которому он не приспособлен.

Резервуарный хозяин – организм, в теле которого паразит не получает дальнейшего развития, а лишь накапливается на инвазионной стадии.

Рассмотрим циклы развития трёх трематод: печёночного, ланцетовидного и кошачего сосальщиков.

Печёночный сосальщик (*Fasciola hepatica*) паразитирует в желчных протоках печени мелкого и крупного рогатого скота, лошадей, свиней, верблюдов, диких млекопитающих, а также человека. Фасциолы продуцируют огромное количество яиц, которые с желчью попадают в двенадцатипёрстную кишку, а затем с фекалиями – во внешнюю среду. Для дальнейшего развития личинок необходимо наличие кислорода, оптимальной температуры (15–30 ^{0}C), влажности и света. В том случае, если яйца фасциолы не попадут в воду, личинки погибают. При благоприятных условиях через две недели из яйца выходит мирацидий – микроскопическая личинка, покрытая ресничками. Проплавав некоторое время в воде и найдя промежуточного хозяина – брюхоногого пресноводного моллюска малого прудовика (*Lymnaea truncatula*), мирацидий внедряется в его тело и

мигрирует в печень. Там он сбрасывает реснички и превращается в следующую личиночную стадию – спороцисту. Она имеет мешковидную форму и содержит внутри зародышевые клетки, из которых затем, партеногенетически, развивается следующее поколение личинок – редии. Они имеют вытянутую форму тела и одну ротовую присоску. Внутри редий путём партеногенеза формируются церкарии. Они имеют ротовую и брюшную присоски, пищевод и кишечник. По бокам тела располагаются цистогенные (выделяющие цисту) железы. Церкарии снабжены хвостовым придатком, часто превышающим длину самой личинки в 2 раза. Из моллюска церкарии выходят в воду, свободно плавают, затем прикрепляются к подходящему субстрату (прибрежные растения, поверхностная плёнка воды) и инцистируются. При этом тело церкария округляется, а хвостовой отросток отпадает. Эта стадия называется адолескарий и является инвазионной. Дефинитивные хозяева заражаются при водопое, поедании прибрежной растительности, свежего сена, где имеются адолескарии. В кишечнике окончательного хозяина оболочки цисты адолескария растворяются и последние внедряются в стенку кишечника, попадают в кровеносные сосуды и заносятся в печень, где внедряются в её паренхиму и превращаются в молодых фасциол. Через 35–40 дней они проникают из паренхимы печени в желчные протоки и становятся половозрелыми. Заболевание, которое вызывают фасциолы, называется фасциолёз [1, 6, 9, 16].

Ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*) паразитирует в желчных протоках печени и желчном пузыре более чем у 70 видов домашних и диких млекопитающих, преимущественно у жвачных. Встречаются дикроцелиумы и у человека. Яйца паразита с уже развитыми мирацидиями попадают во внешнюю среду, где их заглатывают различные виды наземных брюхоногих моллюсков. В кишечнике последних из яйца выходит мирацидий, проникает в печень, где превращается в материнскую спороцисту. Она путём партеногенетического размножения даёт множество дочерних спороцист, в которых, в свою очередь, формируются церкарии. Они заносятся с кровью в дыхательную полость моллюска, где обволакиваются слизью и выталкиваются наружу. Во внешней среде слизистые комочки с церкариями поедаются различными видами муравьёв (выступают в роли дополнительных хозяев). Из кишечника муравья церкарии проникают в полость его тела, теряют хвост, инцистируются и превращаются в метацеркариев. Дефинитивные хозяева заражаются во время пастьбы, проглатывая вместе с травой инвазированных метацеркариями муравьёв. После переваривания муравьёв юные паразиты проникают в печень животного и через три месяца становятся половозрелыми. Заболевание, вызываемое ланцетовидным сосальщиком, называется дикроцелиоз [4, 6].

Кошачий сосальщик (*Opisthorchis felineus*) паразитирует в желчных протоках печени, желчном пузыре, в протоках поджелудочной железы у собак, кошек, пушных зверей, реже – у свиней и человека. Во внешнюю среду попадают яйца паразита со сформировавшимися мирацидиями.

Промежуточным хозяином описторхиса является пресноводный брюхоногий моллюск битиния Личи (*Bithynia leachi*), который заглатывает яйца с мирацидиями. Последние в теле моллюска превращаются в спороцисты. Через 1 месяц спороциста партеногенетически образует редии, а они – церкарии. Церкарии выходят из тела моллюска в воду и плавают у дна водоёма, где нападают на дополнительных хозяев – карповых рыб. Церкарии проникают в мышечную и соединительную ткани рыб, инцистируются и превращаются в метацеркариев. Через 6 недель они становятся инвазионными. Дефинитивные хозяева заражаются при поедании сырой, мороженой или вяленой рыбы, инвазированной метацеркариями. Заболевание, вызываемое кошачьим сосальщиком, называется описторхоз. Болезнь встречается в Европе, но главный район её распространения – бассейны рек Оби и Иртыша, где принято употреблять в пищу мороженую или слабо просоленную рыбу. Губительно на метацеркариев действует горячее копчение, варка и засолка рыбы, последняя продолжительностью 3-4 суток. Мороженую рыбу следует употреблять после выдержки не менее 3-4 недель при температуре не выше –12 ^{0}C [12].

Все заболевания, вызываемые дигенетическими сосальщиками, называют трематодозами. Они являются предметом изучения ветеринарной и медицинской гельминтологии.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение объектов.
2. Изучить морфологию ресничных червей на примере молочно-белой планарии *Dendrocoelum lacteum.*
3. Изучить анатомию ресничных червей на примере молочно-белой планарии *Dendrocoelum lacteum*.
4. Зарисовать в альбоме схему строения молочно-белой планарии *Dendrocoelum lacteum* (рис.25).
5. Изучить по рисункам строение протонефридиев и зарисовать в альбоме (рис.26).
6. Изучить строение сосальщиков на примере кошачьей двуустки. Зарисовать и обозначить детали строения *Opisthorchis felineus* (рис.27).
7. Зарисовать цикл развития кошачьей двуустки, обозначить все личиночные стадии, указать промежуточных и основных хозяев (рис.28).

Вид: *Dendrocoelum lacteum*

Ресничный червь, или турбеллярия (*Turbellaria*) относится к царству животных, типу плоских червей, насчитывающему более 3500 видов. Большинство из них свободноживущие, но некоторые виды являются паразитами, обитающими в теле хозяина. Размеры особей колеблются в зависимости от среды обитания и особенностей питания. Одних червей можно рассмотреть только под микроскопом, другие достигают в длину более 40 см. Червей можно встретить в соленых и пресных водоемах, в

увлажненной почве, под камнями, у берегов рек и озер. Некоторые живут на поверхности земли, другие под ней. Малочисленные виды обитают на поверхности тела хозяина, являясь паразитами, но не причиняя ему особого вреда. Наиболее многочисленными и эффектными представителями класса являются планарии [1, 9].

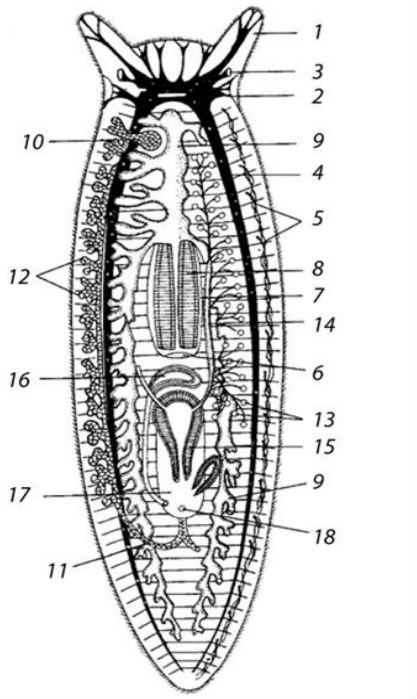


Рис. 25. Строение планарии. По Граффу (Догель, 2015) [1]
1 – щупальце; 2 – мозг; 3 – глаз; 4 – желточники; 5 – ветви кишечника; 6 – рот; 7 – глоточный карман; 8 – глотка; 9 – продольный нервный ствол; 10 – выделительная пора; 11 – совокупительный орган; 12 – половое отверстие; 13 – яйцевод;14 – яичник; 15 – желточники; 16 – половая клоака; 17 – копулятивная сумка; 18 – семяпровод

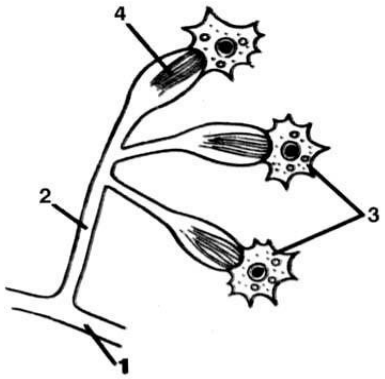


Рис.26. Протонефридий турбелярий
1 – главный выделительный канал; 2 – разветвления канальцев; 3 – звездчатые клетки; 4 – мерцательное пламя

Вид: *Opisthorchis felineus*

Opisthorchis felineus, или кошачья двуустка – трематода-паразит, который заражает печень млекопитающих. Иногда кошачью двуустку (*Opistorchis felineus*) также называют кошачьим печеночным или сибирским сосальщиком. *Opisthorchis felineus* распространена на территории Испании, Италии, Албании, Греции, Франции, Македонии, Швейцарии, Германии, Польши, России, Турции и на Кавказе. Предполагается, что 1,5 млн человек в России заражены паразитом. Жители Сибири заражаются путём употребления сырой, слегка соленой и мороженой рыбы. Вызывает заболевание описторхоз. [1, 9].

У людей, при опистохозе может поражаться печень, поджелудочная железа и желчный пузырь. Если не лечить его на ранних стадиях, описторхоз может вызвать цирроз печени, повышает риск рака печени, но может протекать бессимптомно у детей.

Две недели после того, как черви попадают в организм человека, паразиты заражают желчевыводящие пути. Симптомы инфекции включают лихорадку, общее ощущение усталости, кожную сыпь и желудочно-кишечные расстройства. Тяжёлая анемия и повреждение печени могут также привести к нетрудоспособности инфицированного человека за 1–2 месяца.

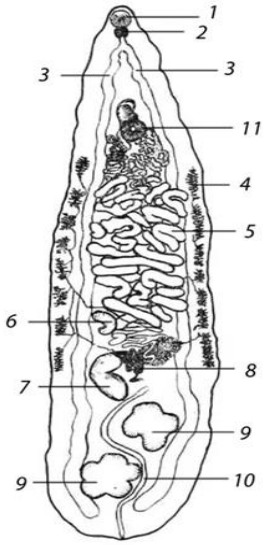


Рис.27. Строение кошачьей двуустки. По Брауну (Догель, 2015) [1]
1 – ротовая присоска; 2 – глотка; 3 – кишечник; 4 – желточники; 5 – матка; 6 – желточные протоки; 7 – семяприемник; 8 – яичник; 9 – семенники; 10 – экскреторный канал; 11 – брюшная присоска

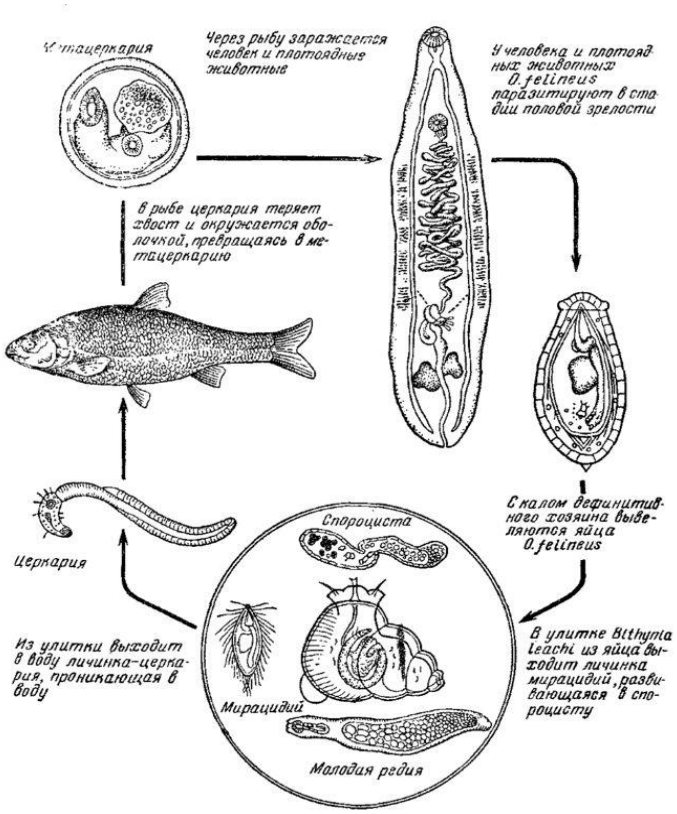


Рис.28. Жизненный цикл кошачьей двуустки (из открытых интернет - источников)

Описание макро- и микропрепаратов [1, 4, 12]

Макропрепарат: Печёночный сосальщик (Fasciola hepatica)

Фасциола имеет удлинённо-листовидную форму тела длиной до 3 см. Передний конец тела паразита конусовидный, на его вершине располагается ротовая присоска. Брюшная присоска больше ротовой и смещена кзади. Цвет тела фасциолы бледный, грязно-серый.

Микропрепарат: Молочно-белая планария (Dendrocoelum lacteum)

Тело червя длиной до 2–2,5 см, сжатое в спинно-брюшном направлении. Ротовое отверстие находится на брюшной стороне, ведет в мускулистую глотку, которая видна в виде темного пятна в центре тела планарии. От глотки отходят три ветви средней кишки. На переднем конце тела заметны глаза в виде двух черных точек.

Микропрепарат: Печеночный сосальщик (Фасциола)

Ротовая присоска находится на вершине конусообразного выступа. За ней следуют рот, глотка, переходящая в короткий пищевод. Он делится на две кишечные ветви, которые тянутся к задней части тела. Боковые поля паразита заняты гроздьями желточников, образующих сплошную кайму, особенно широкую в задней части. На границе передней и средней трети тела в виде тоненьких коричневого или чёрного цвета нитей заметны желточные протоки, сливающиеся в желточный резервуар (в виде темного пятнышка). В задней части расположены два разветвлённых семенника. Впереди брюшной

присоски заметен совокупительный орган – циррус. Ниже брюшной присоски видна петлевидно извитая матка, заполненная большим количеством яиц. Позади матки слева или справа (от ориентации препарата) расположен яичник, по форме напоминающий олений рог. От него отходит яйцевод, впадающий в оотип. Он лежит впереди желточного резервуара и имеет вид размытого пятна.

Микропрепарат: Кошачий сосальщик (Opisthorchis felineus)

Строение пищеварительной системы аналогично вышеописанному виду. В задней части тела между ветвями средней кишки лежат два лопастных семенника. Позади брюшной присоски (видна не на всех препаратах) находится извитой семявыносящий канал, а впереди её – сумка цирруса. Впереди семенников лежат небольшой яичник и несколько больший семяприёмник. Средняя часть тела заполнена петлевидной маткой с яйцами. Параллельно матки по краям тела заметны желточники. Между семенниками проходит S-образно изогнутый канал выделительной системы.

Микропрепарат: Редии и церкарии

Редия имеет удлиненную форму, её полость заполнена церкариями. Тело церкария отчётливо поделено на передний отдел овальной формы и хвостовой придаток. У отдельных церкариев заметны ротовая и брюшная присоски.

Рисунки в альбоме: «Строение планарии», «Строение протонефридия турбеллярий», «Строение кошачьей двуустки», «Цикл развития кошачьей двуустки».

Вопросы для самоконтроля

1. Второй промежуточный хозяин кошачьей двуустки.
2. Путь внедрения церкарии двуустки в окончательного хозяина.
3. Строение яйца сосальщиков.
4. Смысл партеногенетического развития в жизненном цикле сосальщиков.
5. Районы, где наблюдается наибольшее заражение кошачьей двуусткой и с чем это связано.
6. Определение адолексария трематод.
7. Путь церкария кровяной двуустки в теле человека после его внедрения.
8. Строение редии печеночного сосальщика.
9. Путь заражения окончательным хозяином ланцетовидной двуустки.
10. Сосальщики являющиеся наиболее опасными для человека.

ЗАНЯТИЕ 9
Тип *PLATHELMINTHES* – Плоские черви
Класс *Cestoda* – Цестоды, или ленточные черви

Цель занятия: изучить морфологию и жизненные циклы ленточных червей.

Задачи:

1. Ознакомиться с общей характеристикой и систематикой ленточных червей.
2. Рассмотреть морфологический обзор ленточных червей.
3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика ленточных червей

Ленточные черви являются эндопаразитами преимущественно позвоночных животных и человека. Имеют плоское, лентовидное тело, состоящее из члеников, число которой может колебаться от 3 до нескольких тысяч. Органами фиксации ленточных червей служат присоски, присасывательные щели и хоботки с крючьями. Пищеварительная, дыхательная и кровеносная системы отсутствуют. Все ленточные черви являются гермафродитами. Развитие ленточных червей чаще протекает в организмах окончательных и промежуточных хозяев, значительно реже один организм выступает в роли и окончательного и промежуточного хозяина [1].

Систематика [1, 4, 12]

Тип *Plathelminthes – плоские черви*
Класс *Cestoda – ленточные черви*
Отряд *Cyclophyllidea – цепни*
Семейство *Taeniidae*
Род *Taenia – цепни*
Виды *Taenia solium – свиной цепень*
Род *Taeniarhynchus*
Вид *Taeniarhynchus saginatus – бычий цепень*
Отряд *Pseudophyllidea – Лентецы*
Семейство *Diphyllobotriidae – дифиловотриевые*
Род *Diphyllobothrium – лентецы*
Виды *Diphyllobothrium latum – лентец широкий*

Морфологический обзор ленточных червей

Ленточные черви, или Цестоды (*Cestoda*) получили своё название за форму тела, напоминающего ленту. В половозрелом состоянии все цестоды паразитируют в пищеварительном тракте позвоночных животных. Наиболее характерная черта цестод–утрата ими пищеварительной системы. Поселяясь в организме животных и человека, ленточные черви вызывают заболевания, называемые цестодозы. Видовой разнообразие около 6000 видов.

Тело ленточных червей состоит из головки (сколекса), шейки и собственно тела, или стробила. На сколексе располагаются органы прикрепления – присоски, венчик хитинизированных крючьев, хоботки, ботрии (присасывательные щели) и ботридии (щели с перегородками). Для каждого вида цестод характерен свой прикрепительный аппарат, что является важнейшим признаком при систематическом определении. При помощи органов фиксации ленточные черви удерживаются на внутренней стенке кишечника окончательного хозяина. Шейка – несегментированный участок тела позади сколекса, является зоной роста, формируя стробила. Последнее состоит из отдельных фрагментов – члеников, или проглоттид. Длина тела ленточных червей достигает от нескольких мм до десятков метров, а число члеников стробила состовляет от 2–5 до нескольких сотен и тысяч [4, 14].

Тело цестод покрыто типичным кожно-мускульным мешком, сходным по строению с трематодами. На поверхности наружного цитоплазматического слоя имеется бесчисленное количество волосковидных выростов (микротрихий). Они выполняют функцию фиксации и служат для всасывания пищеварительных ферментов хозяина. Под базальной мембраной располагается кольцевой и продольный слои гладких мышечных волокон. У многих цестод имеются и спинно-брюшные мышечные пучки. Пространство между внутренними органами заполнено паренхимой, состоящей из клеток соединительной ткани [4].

Нервная система ленточных червей представлена парным головным ганглием с отходящими от него вперёд и назад продольными нервными стволами (5 пар). Наиболее развита пара брюшных стволов, проходящих вблизи каналов выделительной системы. Продольные стволы соединяются между собой поперечными комиссурами (типичная система ортогона).

Выделительная система протонефридиального типа. Она состоит из множества рассеяных в паренхиме мерцательных клеток, с отходящими от них выделительными канальцами. Они впадают в четыре главных продольных канала, соединяющихся между собой перемычками в каждом членике стробила. Продольные каналы открываются на конце последнего членика. [16].

Половая система цестод гермафродитная и напоминает таковую сосальщиков. В члениках верхней части стробила половые органы не развиты (незрелые членики). В члениках средней части формируются мужская и женская половые системы, поэтому эти членики называются гермафродитными. В задней части стробила находятся зрелые членики с сильно разросшейся маткой, заполненной яйцами, и атрофировавшимися остальными органами половой системы. В отдельном членике стробилы развивается по одному комплекту мужских и женских половых органов. У некоторых цестод (мониезии, тизаниезии и др.) в одном членике находятся два и более комплекта половых органов. В гермафродитных члениках вначале развивается мужская половая система, а затем женская. Мужская половая система состоит из семенников (от одного до нескольких сотен). От

каждого семенника отходят семявыносящие канальцы, сливающиеся в общий семяизвергательный канал, который проходит через совокупительный орган (циррус) и открывается мужским половым отверстием. Перед циррусом семяизвергательный канал образует особые расширения – семенные пузырьки, где накапливается сперма. Циррус и семенные пузырьки заключены в особую мышечную сумку – бурсу цирруса. Женская половая система устроена более сложно. В задней части членика находится яичник, от которого отходит яйцевод, переходящий во влагалище, которое открывается женским половым отверстием рядом с мужским в особом впячивании покровов – половой клоаке. В проксимальной части влагалище расширяется и образует семяприёмник. Из яичника в яйцевод поступают яйцеклетки, из семяприёмника – сперматозоиды. После оплодотворения зиготы поступают по яйцеводу в оотип, куда впадает желточный проток и проток скорлуповых желез (тельца Мелиса). Желточники продуцируют питательные вещества, а скорлуповые железы – секрет, образующий оболочку яиц. Из оотипа сформировавшиеся яйца попадают в матку. У цепней матка закрытого типа, т.е. не имеет выводного отверстия и во внешнюю среду попадают зрелые членики, заполненные яйцами. У лентецов матка открытого типа, т.е. она открывается выводным отверстием на брюшной стороне членика, а во внешнюю среду поступают только яйца [12].

Наиболее крупные цестоды образуют в течение своей жизни колоссальное количество яиц. Так, бычий цепень за 20 лет жизни производит около 11 млрд. яиц.

Оплодотворение у ленточных червей происходит как перекрёстно, так и путём самооплодотворения, причём совокупительный орган одного членика вводится во влагалище другого, или, изгибаясь, во влагалище того же самого членика.

Большинство цестод развивается со сменой хозяев, причём у одних групп в цикле развития происходит смена двух хозяев (промежуточного и окончательного), у других – трёх (промежуточного, дополнительного и окончательного).

Бычий, или невооружённый цепень (*Taeniarhynchus saginatus*) в половозрелом состоянии паразитирует в кишечнике человека. Промежуточным хозяином для бычьего цепня является крупный рогатый скот. Паразит распространён во всех странах мира. Длина взрослого червя может достигать 4–10 м при ширине около 1 см. Сколекс с четырьмя присосками, без крючьев. В зрелых члениках матка имеет 15–38 боковых ответвлений, в одном членике содержится около 175 тыс. яиц. Из организма человека с фекалиями зрелые членики попадают во внешнюю среду. Покинувшие кишечник человека членики могут самостоятельно передвигаться и рассеивать яйца. За сутки больной человек выделяет до 28 члеников, содержащих около 5 млн. яиц. Продолжительность жизни бычьего цепня составляет около 10 лет. Крупный рогатый скот заражается, заглатывая вместе с травой яйца паразита. Внутри яйца находится личинка онкосфера с

шестью крючьями. В кишечнике животного онкосфера выходит из яйца и вбуравливается в стенку кишечника, проникая в капилляры. Затем током крови она заносится в мышцы и др. органы, где превращается в следующую личиночную стадию – цистицерк. Он имеет вид пузырька размером с горошину. Внутри него находится сколекс, ввёрнутый внутрь наподобие пальца перчатки. Заражение человека происходит при употреблении сырой и термически плохо обработанной говядины с цистицерками. У человека, страдающего тениаринхозом, проявляются такие симптомы, как тошнота, боли в животе, неустойчивый стул, рвота, бессонница, головокружения, припадки, сходные с эпилептическими. Борьба с тениаринхозом заключается в выявлении и лечении больных людей, проведении ветеринарно-санитарной экспертизы туш убойных животных. Эти мероприятия направлены на разрыв цикла развития между окончательным и промежуточным хозяевами [12, 17].

Свиной, или вооружённый цепень (*Taenia solium*) отличается от бычьего цепня меньшей длиной тела (2–8 м), строением сколекса (4 присоски и венчик с крючьями) и зрелого членика (7–12 боковых ответвлений матки). Дефинитивным хозяином для свиного цепня является человек, а промежуточным – домашние и дикие свиньи. Последние заражаются при поедании корма, в котором находятся яйца паразита. Цистицерки свиного цепня по строению сходны с цистицерками бычьего, локализуются в мышцах промежуточных хозяев. Человек заражается при употреблении в пищу свинины с финнами. При рвоте у больного человека яйца свиного цепня попадают в желудок и тонкий кишечник, где вышедшие из яиц онкосферы гематогенным путём заносятся в мышцы и дают начало цистицеркам. Таким образом, у человека развивается заболевание цистицеркоз на фоне тениоза. Тяжесть цистицеркоза зависит от места локализации финн. Наиболее тяжёлые случаи отмечаются при локализации цистицерков в мозгу. Мероприятия для борьбы с тениозом и цистицеркозом аналогичны, как и при тениаринхозе [1].

Семейство лентецов (*Diphyllobotriidae*) включает паразитов животных и человека, наибольшую опасность среди которых представляет лентец широкий (*Diphyllobothrium latum*). Распространён этот гельминт в северной части Евразии, Сибири, Северной Америки. Половозрелый паразит может достигать длины 15 м и более. Ширина зрелых члеников больше длины, в каждом членике имеется только один комплект половых органов. Матка компактная, в виде розетки. Паразитируя в кишечнике человека, собак, кошек и других хищных млекопитающих, лентец выделяет яйца, которые с фекалиями попадают во внешнюю среду. Для дальнейшего развития яйца должны попасть в воду, где в них формируется личинка корацидий. Она покидает яйцо через открывшуюся крышечку и плавает в воде с помощью ресничек. Корацидий заглатывается веслоногими рачками циклопами или диаптомусами, являющимися промежуточными хозяевами. В теле веслоногого рачка корацидий превращается в следующую личинку – процеркоида. Заражённых рачков проглатывают рыбы – дополнительные

хозяева. Чаще всего это щуки, окуни, лососи, сиги и хариусы. Из желудка рыбы процеркоид проникает в полость её тела, мышцы и превращается в плероцеркоид. Он имеет удлинённое тело (0,5–1 см), беловатого цвета, зародышевые ботрии. Заражение человека и животных происходит при употреблении в пищу сырой, мороженой или плохо термически обработанной рыбы с плероцеркоидами. Через 5–6 недель лентец широкий достигает половой зрелости. Симптомами дифиллоботриоза у человека являются: тошнота, боли в области живота, нарушение аппетита и перистальтики кишечника, головные боли, слабость, раздражительность. Чаще дифиллоботриозом болеют рыбаки и рабочие рыбокомбинатов, употребляющие в пищу сырую рыбу. В Беларуси отмечаются единичные случаи заболевания человека дифиллоботриозом [4].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение объектов.
2. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа готовый препарат сколекса.
3. Рассмотреть под бинокуляром строение зрелого членика бычьего цепня.
4. Рассмотреть под бинокуляром строение зрелого членика у свиного солитера и широкого лентеца.
5. Зарисовать строение сколекса ленточных червей (рис.29).
6. Зарисовать головки сколексов ленточных червей (рис.30).
7. Зарисовать строение гермафродитного членика бычьего цепня (рис.31).
8. Изучить цикл развития свиного цепня по схеме. Зарисовать цикл развития, отметить промежуточного и окончательного хозяина (рис. 32).

Вид: *Taeniarhynchus saginatus*

Ленточные черви (лентецы, цестоды) (*Cestoda*) – класс паразитических плоских червей. Представители этого полностью утратили пищеварительную систему. Некоторые виды – опасные паразиты человека и животных; вызываемые ими заболевания носят название цестодозы.

Бычий (невооружённый) цепень (солитёр) (*Taeniarhynchus saginatus*) – вид паразитических ленточных червей семейства Тениды. Поражает крупный рогатый скот (личиночная стадия) и человека (ленточная стадия), вызывая у последнего тениаринхоз.

Локализуется бычий цепень в тонком кишечнике. Размеры цепня могут превышать 6 метров. Паразитирует цепень в кишечных структурах, поскольку основу его питания составляют пищеварительные соки.

Вид: *Taenia solium*

Свиной цепень, или свиной солитёр, или вооружённый цепень (*Taenia solium*) – вид паразитических ленточных червей. В качестве промежуточных хозяев использует свиней, собак, зайцев, кроликов, верблюдов и человека. Окончательный хозяин – только человек. В зависимости от стадии жизненного цикла, на которой происходит заражение, свиной цепень вызывает у хозяина тениоз (в организме хозяина находится взрослая особь паразита) или цистицеркоз (в организме хозяина находится личиночная стадия финна-цистицерк). Можно заразится при поедании мяса.



Рис.29. Строение сколекса, незрелого и зрелого членика ленточных червей

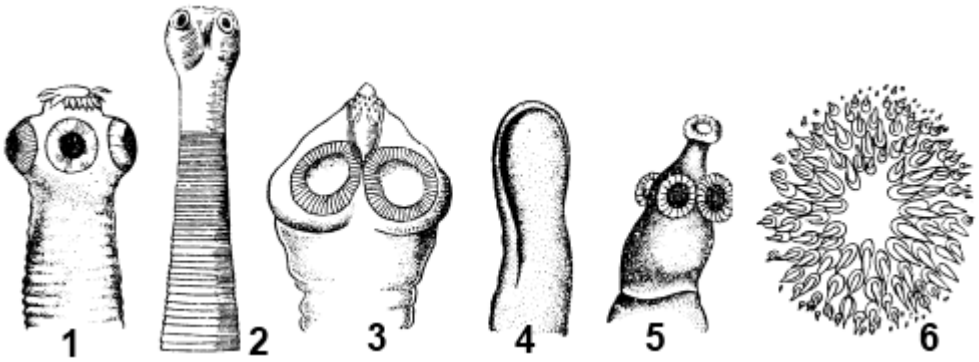


Рис.30. Типы сколексов ленточных червей
1 – свиной цепень; 2 – бычий цепень; 3 – кошачий цепень; 4 – широкий лентец; 5 – эхинококк; 6 – крючья хоботка кошачьего цепня (сверху)

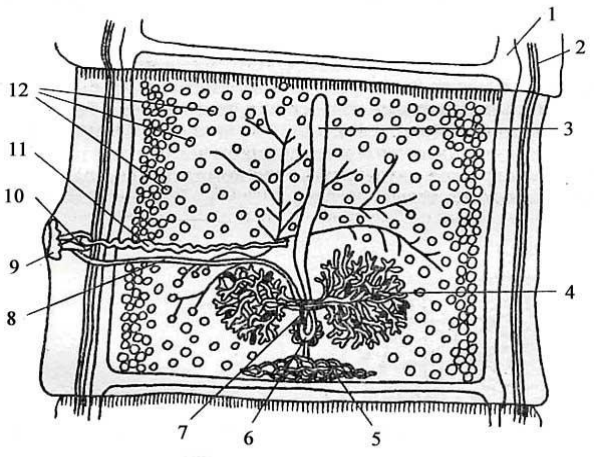


Рис. 31. Строение гермафродитного членика бычьего цепня. По Полянскому (Догель, 2015) [1]
1 – каналы выделительной системы; 2 – нервный ствол; 3 – матка; 4 – яичник; 5 – желточник; 6 – тельце Мелиса; 7 – семяприёмник; 8 – влагалище; 9 – половая клоака; 10 – циррус; 11 – семявыносящий канал; 12 – семенники

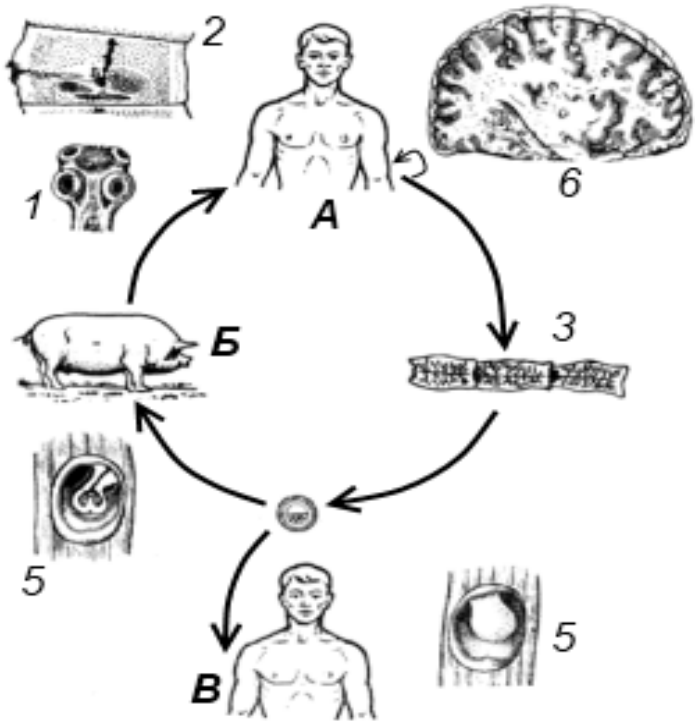


Рис.32. Схема жизненного цикла свиного цепня
А – окончательный хозяин – человек, Б – промежуточный хозяин – свинья, В – промежуточный хозяин – человек:
1 – сколекс, 2 – гермафродитный членник, 3 – зрелые членники, 4 – яйцо, 5– цистицерк (финна) в организме промежуточного хозяина, 6 – множественный цистицеркоз головного мозга человека

Описание макро- и микропрепаратов [12]

Макропрепарат: Цепень

Тело цепня в виде ленты, состоящей из отдельных члеников. Длина проглоттид равна или больше ширины. Сколекс маленький, округлой формы. За ним располагается короткий несегментированный участок – шейка.

Микропрепарат: Невооружённый сколекс

Сколекс округлой формы, снабжён четырьмя мускулистыми присосками. От сколекса начинается шейка – узкая нерасчлененная часть тела цестоды.

Микропрепарат: Вооружённый сколекс

Кроме четырёх присосок, на верхней части сколекса находится венчик хитинизированных крючьев.

Микропрепарат: Гермафродитный членик цепня

В нижней части членика расположены компактные желточники. Над ними находится двухлопастной непарный яичник. В центральной части проглоттиды заметна трубчатая матка. Семенники разбросаны в паренхиме в виде небольших круглых телец. К половой клоаке тянуться семяизвергательный канал (вверху) и влагалище (внизу). Терминальная часть семяизвергательного канала проходит через сумку цирруса (на препарате видна как овальное образование тёмного цвета).

Микропрепарат: Зрелый членик цепня

Длина членика превышает ширину. Всю центральную часть занимает древовидно разветвлённая матка, заполненная большим количеством яиц. Проглоттиды свиного цепня имеют 7-12 ответвлений матки с каждой стороны, а бычьего – 15-38 ответвлений.

Микропрепарат: Зрелый членик лентеца широкого

Ширина членика превышает длину. Матка петлистая, располагается в центральной части в виде розетки.

Микропрепарат: Цистицерк свиного цепня

Из вскрытой финны наружу вывернут сколекс с шейкой. Сколекс с присосками, шейка складчатая.

Рисунки в альбоме: «Строение сколексов ленточных червей», «Головки сколексов ленточных червей», «Строение гермафродитного членика бычьего цепня», «Цикл развития свиного цепня».

Вопросы для самоконтроля

1. Расположение зоны роста ленточных червей.
2. Примеры цикла развития лентецов с двумя промежуточными хозяевами.
3. Промежуточный хозяин эхинококка.
4. Личинка, выходящая из яйца ленточных червей.
5. Место, где происходит оплодотворение яиц у ленточных червей.
6. Способ заражения человека бычьим и свиным цепнями.

7. Отличие строения тегумента ленточных червей от тегумента сосальщиков.

8. Тип финны характерный для широкого лентеца.

9. Название члеников ленточного червя.

10. Группы мышц, входящие в состав кожно-мускульного мешка ленточных червей.

ЗАНЯТИЕ 10
Тип *NEMATODA* – Круглые черви
Класс *Nematoda* – круглые черви, или нематоды

Цель занятия: ознакомиться с основными чертами организации и развития нематод на примере аскариды и трихины.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику первичнополостных червей.

2. Рассмотреть морфологический обзор первичнополостных червей.

3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

Тело не разделено на сегменты. Появляется первичная полость тела, отграниченная с одной стороны мышцами, а с другой – внутренними органами. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Выделительная система либо отсутствует, либо представлена протонефридиальными железами или шейными. Нервная система устроена по типу ортогона, органы чувств весьма специфичны. Пищеварительная система состоит из 3-х отделов: передней, средней и задней кишки, заканчивающейся анальным отверстием. В половом отношении большинство круглых червей раздельнополы. Развитие паразитических видов происходит как с участием промежуточных хозяев (биогельминты), так и без них (геогельминты) [1].

Систематика [12]

Тип *Nematoda – Первичнополостные*
Класс *Nematoda – круглые черви, или нематоды*
Подкласс *Rhabditia*
Отряд *Ascaridida – аскариды*
Семейство *Ascarididae*
Род *Ascaris – аскарида*
Вид *Ascaris lumbricoides – аскарида человеческая*
Класс *Dorylaimea*
Подкласс *Trichocephalia*
Отряд *Trichocephalida*
Семейство *Trichinellidae*

Род *Trichinella – трихинелла*
Вид *Trichinella spiralis – трихинелла спиралис*

Морфологический обзор нематод

Известно более 12 000 видов нематод, обитающих в морях, пресных водах, почве и живых организмах. Длина тела круглых червей варьирует от 80 мкм до 8 метров.

Рассмотрим внешнее и внутреннее строение тела нематод на примере лошадиной аскариды.

Лошадиная аскарида (*Parascaris equorum*) ведет паразитический образ жизни в тонком кишечнике лошади, питаясь продуктами расщепления питательных веществ. Этот гельминт достигает длины до 37–40 см. Самки длинее самцов, хвостовой конец у последних загнут на брюшную сторону.

Тело аскариды веретеновидной формы, круглое на поперечном разрезе. Передняя и задняя части тела сужены. Снаружи тело покрыто кутикулой, напоминающей по составу коллаген, и, поэтому, очень эластичной. Образование кутикулы происходит в результате деятельности клеток гиподермы (видоизменённый однослойный эпителий). Кутикула состоит из нескольких слоёв клеток, причём нижний слой имеет волокнистое синцитиальное строение. Под гиподермой лежит базальная мембрана - неклеточная структура, отграничивающая эпителиальный слой от мышечного. Вдоль тела у большинства нематод проходят 4 продольные линии: две по бокам и по одной на спинной и брюшной сторонах. На внутренней поверхности гиподерма образует утолщения в виде 4-х валиков, соответствующих продольным линиям. В боковых валиках гиподермы проходят каналы выделительной системы, а в спинном и брюшном – главные нервные стволы [12].

Под базальной мембраной залегает слой продольных мышц. Каждая мышечная клетка состоит из плазматического отростка, саркоплазматического мешка (собственно тело клетки) и сократимой части. Валиками гиподермы мышечный слой разбит на 4 продольные ленты. Плазматические отростки мышечных клеток направлены либо в сторону спинного, либо брюшного валика гиподермы. Поэтому принято считать, что мышечный слой делится на спинные и брюшные мышцы-антагонисты. При сокращении спинных мышц происходит расслабление брюшных, и наоборот. Тело аскариды при этом изгибается в дорсовентральном направлении. Из последовательности таких движений и складывается передвижение этих животных во внутренних органах хозяина. Кутикула, гиподерма и слой продольных мышц составляют кожно-мускульный мешок нематод. Внутри него образуется первичная полость тела, где располагаются органы пищеварительной и половой систем. Полость тела круглых червей называется первичной, т.к. сформировалась путём редукции паренхимы. Внутри первичная полость заполнена жидким содержимым. Полостная жидкость содержит органические кислоты (масляную, валериановую,

капроновую и др.), образующиеся в результате анаэробного расщепления гликогена. Первичнополостная жидкость создаёт в теле аскариды избыточное давление и если по каким-то причинам внутри тела хозяина происходит разрыв стенки тела аскариды, то вылившаяся полостная жидкость гельминта вызывает мучительные боли [12].

Пищеварительная система аскариды состоит из передней, средней и задней кишки. Передняя кишка начинается ртом, находящимся на переднем конце тела и окружённым тремя губами. Рот ведёт в глотку, выстланную кутикулой (эктодермального происхождения). Глотка переходит в передний отдел средней кишки, часто называемый пищеводом, в стенках которого лежат пищеводные железы. У некоторых нематод, например, остриц, задняя часть пищевода образует колбообразное расширение – бульбус, являющийся систематическим признаком подотряда оксиурат (остриц). Средняя кишка выстлана цилиндрическим эпителием с ворсинками на внутренней поверхности. В протоплазме клеток эпителия кишечника откладываются запасные питательные вещества в виде зёрен гликогена. Содержание последнего в высушенном состоянии достигает 32%. Задняя кишка, как и передняя, выстлана изнутри кутикулой и заканчивается анальным отверстием, куда у самцов открывается и отверстие половой системы [12].

Дыхательная система отсутствует. Дыхание осуществляется анаэробным путём за счёт расщепления питательных веществ. Некоторые авторы приводят данные о наличии у аскарид дыхательного пигмента, подобного на гемоглобин млекопитающих.

Нервная система состоит из окологлоточного нервного кольца и отходящих от него нервных стволов. Нервное кольцо окружает переднюю часть пищевода и отдаёт кпереди 6 коротких нервных стволов и кзади 6 длинных нервных стволов, из которых спинной и брюшной наиболее развиты и проходят в валиках гиподермы. Оба ствола соединяются между собой в виде полуколец многочисленными перемычками – комиссурами.

Органы чувств нематод развиты слабо. Вокруг рта, а у самцов на заднем конце тела располагаются осязательные бугорки и щетинки. По бокам головного конца тела лежат амфиды – органы химического чувства.

Выделительная система весьма своеобразного строения. В боковых валиках гиподермы проходят выделительные каналы, начинающиеся слепо в задней части тела и сливающиеся в срединный непарный канал, который открывается выводным протоком позади губ. По гистологическим данным, эти каналы представляют собой одну гигантскую клетку (т.н. шейную железу) с ядром, лежащим на уровне передней части пищевода. Ядро этой клетки носит название синкариона. На боковых валиках гиподермы лежат две пары фагоцитарных клеток. Из полостной жидкости эти клетки поглощают продукты распада и инородные тела. Нерастворимые частицы, накапливаются в фагоцитарных клетках и никуда не удаляются из них на протяжении всей жизни аскариды [12].

В половом отношении большинство нематод раздельнополы. Половая система самки лошадиной аскариды состоит из тонких, нитевидных парных яичников, которые, расширяясь, переходят в яйцеводы, где происходит формирование яиц. Яйцеводы без видимых границ переходят в парную матку, стволы которой сливаясь, образуют непарное влагалище, открывающееся половым отверстием на брюшной стороне тела. У самца имеется единственный нитевидный семенник, переходящий без резких границ в канал большего диаметра – семяпровод. Под кишечником он направляется кзади и образует семенной пузырь, где накапливается сперма. Пузырь сужается в тонкую мускулистую трубку - семяизвергательный канал, впадающий в заднюю кишку. Туда же открывается парная совокупительная сумка (половая бурса), в которой помещаются две кутикулярные иглы, или спикулы. Они высовываются через анальное отверстие наружу и служат в качестве вспомогательных органов при совокуплении. У многих самцов нематод боковые части хвоста расширены и утолщены в виде крыльев, внутри которых находятся органы осязания в виде ребровидных утолщений, или папилл. Крылья, как и спикулы, облегчают фиксацию самца в районе полового отверстия самки при спаривании [12].

Выделенные во внешнюю среду яйца параскарид при благоприятных условиях (температуре 18–20 ^{0}С и влажности не менее 60%) становятся инвазионными в течение 7–14 дней. Из яиц в кишечнике лошади выходят личинки, куда яйца попадают вместе с кормом или водой. Через слизистую оболочку кишечника личинки проникают в кровеносные сосуды и заносятся током крови в лѐгкие. В легочных альвеолах личинки растут, линяют и мигрируют в бронхи. Это вызывает раздражение дыхательных путей и рефлекторный кашель. Вместе с мокротой личинки параскарид попадают в ротовую полость и заглатываются. В кишечнике они развиваются до половозрелой стадии и приступают к размножению. Срок развития параскарид до половой зрелости составляет около 2–2,5 месяцев. В цикле развития лошадиной аскариды отсутствует промежуточный хозяин, поэтому её относят к группе геогельминтов. Аналогичным образом происходит развитие человеческой и свиной аскарид [1].

Цикл развития лошадиной аскариды был рассмотрен выше, поэтому остановимся на циклах развития следующих паразитических нематод: человеческой аскарид, детской острицы, трихинеллы.

Человеческая аскарида (*Ascaris lumbricoides*) вызывает аскаридоз человека, паразитируя в тонком отделе кишечника. Цикл развития человеческой аскариды во многом аналогичен таковому свиной аскариды. Наиболее тяжело аскаридоз протекает у детей, известны случаи непроходимости кишечника из-за наличия в нём большого количества паразитов. Профилактика аскаридоза сводится к соблюдению гигиенических правил, а лечение – к применению лекарственных препаратов (антгельминтиков), наименее токсичным из которых является пиперазин [1].

Детская острица (*Enterobius vermicularis*) достигает длины до 1 см. Задний конец тела паразита заострен. Паразитирует в толстом отделе кишечника человека, чаще у детей. Заболевание, вызываемое детской острицей, называется энтеробиоз. В вечернее и ночное время самки остриц выходят через анальное отверстие и откладывают яйца на кожу в области промежности, что вызывает зуд. Ребёнок расчёсывает зудящие места руками и яйца остриц попадают в подногтевые пространства, а оттуда – в ротовую полость, и далее, в кишечник. Там личинки выходят из яиц, достигают половой зрелости и размножаются. Острицы вызывают воспаление слизистой оболочки толстого отдела кишечника и могут явиться причиной аппендицита. Питаются они содержимым кишечника. Переносчиками яиц остриц могут служить мухи, тараканы и другие насекомые [1].

Трихинелла (*Trichinella spiralis*) вызывает заболевание диких и домашних животных, а также человека, под названием трихинеллёз. Сами нематоды очень мелкие, до 1,6–4 мм длиной, самки крупнее самцов. Особенностью биологии трихинелл является то, что они живородящие, развиваются только в организме хозяев без выхода во внешнюю среду. При этом, одно животное может выступать одновременно в роли промежуточного и дефинитивного хозяина. Заражение трихинеллёзом происходит при поедании трихинеллёзного мяса, в котором содержатся живые личинки паразита. После попадания в кишечник они становятся половозрелыми через 30–48 часов. Самки трихинелл внедряются в слизистую оболочку кишечника, оплодотворяются самцами, которые после этого погибают, и через четверо суток рождают живых личинок. Они гематогенным путём заносятся в поперечнополосатые мышцы, где растут, спирально закручиваясь. Примерно через месяц вокруг личинок образуются соединительнотканные капсулы, которые подвергаются обызвествлению через 6–16 месяцев. В сердечной поперечнополосатой мышечной ткани личинки трихинелл не развиваются. Инкапсулированные личинки в мышцах могут сохранять жизнеспособность более 25 лет. Заражение человека трихинеллами происходит при употреблении в пищу трихинеллёзного мяса свиней и диких животных. Плотоядные и грызуны являются природным резервуаром трихинеллёза. В качестве профилактики этого опасного заболевания необходимо проводить ветеринарно-санитарную экспертизу туш свиней и диких животных. При содержании свиней следить, чтобы они не поедали дохлых крыс, мышей и боенские отходы. Заражённые трихинеллами туши животных необходимо уничтожать путём автоклавирования или сжигания [12].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Зарисовать вскрытую аскариду и обозначить внутренние органы (рис. 33).
3. Зарисовать поперечный срез самки аскариды (рис. 34).

4. Изучить жизненный цикл аскариды. Зарисовать схему жизненного цикла (рис. 35).

5. Изучить и зарисовать структуру зараженного мяса трихинеллами (рис. 36).

Вид: *Ascaris lumbricoides*

Аскариды (*Ascarididae*) – семейство крупных паразитических круглых червей. Червь живет от 10 до 24 месяцев, после чего он, частично разложившись, выходит с каловыми массами. Наиболее часто поражают органы желудочно-кишечного тракта, вызывают аскаридозы человека и животных. Излюбленным местом обитания взрослых особей является тонкая кишка. Аскариды – раздельнополые черви. Самка человеческой аскариды за сутки производит на свет более 200 тысяч яиц.

Аскариды могут вызывать повреждение стенки тонкого кишечника, непроходимость кишечника, перфоративный перитонит, бронхит, очаговые пневмонии, кровохарканье, заболевания печени и поджелудочной железы. Аскариды свободно продвигаются по ходу желудочно-кишечного тракта, поэтому могут заползти в органы дыхательной системы, вызвав тем самым удушье. Существует вероятность проникновения червей в лобные пазухи, мочеполовые органы, слезно-носовой канал, евстахиеву трубу, среднее ухо, наружный слуховой проход, околопочечную клетчатку и червеобразный отросток. Заразиться можно, съев немытые овощи или фрукты [12].

Выделения паразита способны вызывать аллергическую реакцию, которая может проявляться в виде бронхиальной астмы и кожной сыпи. Постоянное нахождение паразитов в кишечнике приводит к воспалению стенки кишечника.

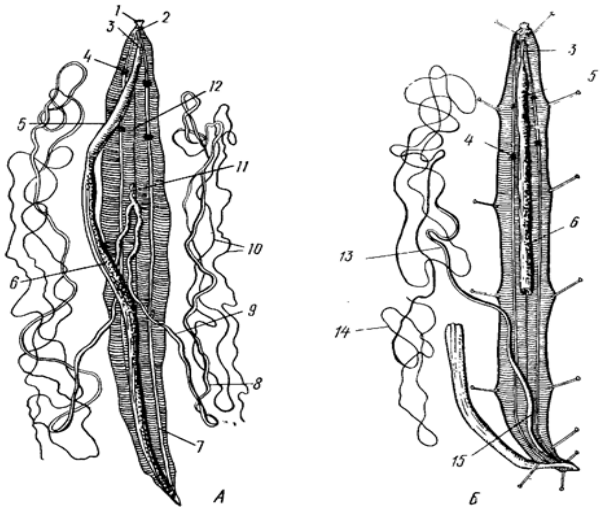


Рис. 33. Строение человеческой аскариды. По Стрелкову (Догель, 2015) [1]
А – самка; Б – самец (по Стрелкову):
1 – губы, 2 – нервное кольцо, 3 – глотка, 4 – фагоцитарные клетки,
5 – «пищевод» (передник отдел средней кишки), 6 – средняя кишка,
7 – боковая линия, 8 – яйцевод, 9 – матка, 10 – яичник, 11 – влагалище,

12 – брюшной валик гиподермы, 13 – семяпровод, 14 – семенник, 15 – семяизвергательный канал

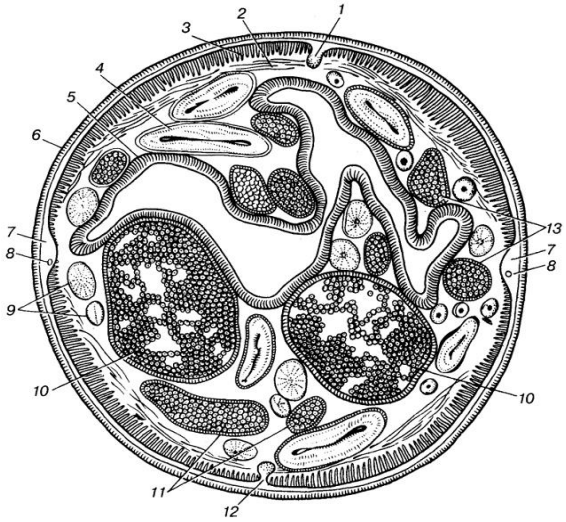


Рис. 34. Аскарида (самка). Поперечный срез. По Чебышеву, 2012.
1 – спинной валик гиподермы; 2 – плазматические отростки мышечных клеток; 3 – мышечные клетки; 4 – яичник в продольном разрезе; 5 – стенка кишечника; 6 – кутикула; 7 – боковой валик гиподермы; 8 – канал выделительной системы; 9 – поперечный срез яичника; 10 – матка; 11 – яйцевод в продольном разрезе; 12 – брюшной валик гиподермы; 13 –яйцеводы, перерезанные поперек

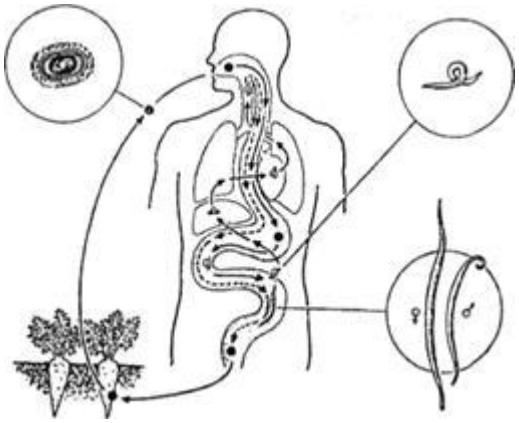


Рис. 35. Схема жизненного цикла аскариды (из открытых интернет-источников)

Порядок вскрытия аскариды.

Вскрытие проводится обязательно под слоем воды, чтобы избежать разбрызгивания едкой полостной жидкости.

1. Аскариду помещают в препаровальную ванночку спинной стороной вверх и заливают водой. Спинная сторона определяется у самок по положению полового отверстия на вентральной (нижней) стороне тела, у самцов по загнутому на вентральную сторону заднего конца тела.

2. Передний и задний концы аскариды прикрепляются ко дну ванночки булавками.

3. Проводится продольный разрез аскариды кончиком препаровальной иглы. Края разреза закрепляются булавками на дне ванночки.

4. Препаровальной иглой осторожно распутываются петли половой системы.

В случае отсутствия аскарид для вскрытия, проводится изучение нематод из кишечника таракана, для чего делается временный препарат содержимого кишечника таракана и изучается с использованием микроскопа.

Вид: *Trichinella spiralis*

Паразит трихинелла спиралис (*Trichinella spiralis*) – червь класса нематод, живущий в организме позвоночных плотоядных животных – является патогенным для человека. Заболевание, вызываемое данным гельминтом, называется трихинеллезом.

В роли хозяев выступают плотоядные млекопитающие, в том числе – человек. Первая личиночная стадия паразитирует в поперечнополосатой мускулатуре, три последующих личиночных стадии и взрослые особи – в просвете тонкого кишечника.

Характерно место локализации трихинеллы: жевательные поперечнополосатые мышцы головы; глазодвигательные мышцы глазницы и глазничной поверхности верхней челюсти; диафрагмальные мышцы, скелетные мышцы плеча, шеи и поясничной области.

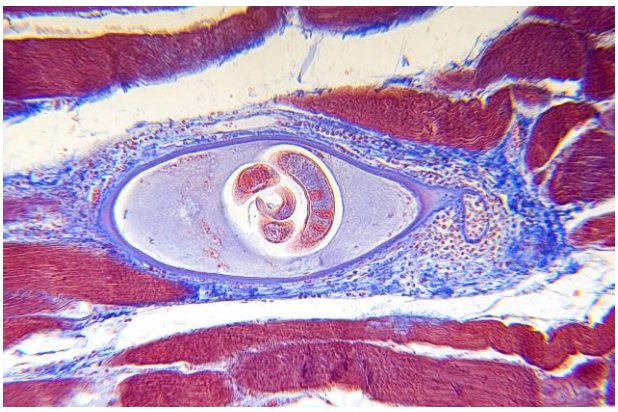


Рис 36. Зараженное мясо трихинеллами (из открытых интернет-источников)

Описание макро- и микропрепаратов [12]

Макропрепарат: Лошадиная аскарида (Parascaris equorum)

Нематоды белого цвета, с упругим веретенообразным телом. Самец до 28 см длины, самка – до 37 см. У самца хвостовой конец загнут. Рот окружен тремя большими губами, на краях которых располагаются зубчики.

Микропрепарат: Поперечный срез аскариды

Самый верхний слой тела аскариды – кутикула, под ней находится более узкий и непрозрачный слой гиподермы, которая образует 4 валика. В центре среза, ближе к спинной стороне тела лежит кишечник, под ним – два ствола

матки, заполненные яйцами. Многочисленные срезы яичников имеют вид разрезанных поперёк апельсинов. Яйцеводы крупнее по диаметру яичников и не имеют дольчатой структуры. В боковых валиках гиподермы видны маленькие отверстия – каналы выделительной системы. Саркоплазматические отростки мышечных клеток далеко вдаются в полость тела.

Микропрепарат: Острица детская (*Enterobius vermicularis*)

Нематода веретеновидной формы, на переднем конце тела заметна узкая ротовая капсула, переходящая в пищевод. В его задней части видно расширение – бульбус, снабжённый внутри жевательными пластинками.

Микропрепарат: Личинки трихинелл в мышечной ткани

Среди волокон поперечнополосатой мышечной ткани заметны капсулы с личинками трихинелл. Большая часть личинок спиралеобразно закручена.

Рисунки в альбоме: «Внутреннее строение аскариды», «Поперечный срез самки аскариды», «Схема жизненного цикла человеческой аскариды».

Вопросы для самоконтроля

1. Особенность строения мышечных клеток нематод.
2. Тип дыхания свойственный аскариде.
3. Круг кровообращения, по которому преимущественно мигрирует самка аскариды.
4. Каналы какой системы органов расположены в боковых валиках гиподермы нематод.
5. Определение полового диморфизма.
6. Органы, из которых состоит передний отдел кишечника аскариды.
7. С чем связано отсутствие регенерации у круглых червей.
8. Орган человека, в котором паразитирует взрослая аскарида.
9. Путь заражения человека аскаридой.
10. Примеры паразитических нематод человека и животных.

Ключевые термины

Редии	Протонефридий
Проглоттида	Партеногенез
Оотип	Онкосфера
Мирацидий	Метацеркарий
Марита	Кутикула
Гиподерма	Адолескария
Биогельминты	Геогельминты
Сколекс	Ботрии
Процеркоид	Тегумент
Плероцеркоид	Спороциста
Циррус	Корацидий

ЗАНЯТИЕ 11
Подраздел *Spiralia (Protostomia)* – Целомические, вторичнополостные
Надтип *TROCHOZOA* – Трохофорные (Членистые)
Тип *ANNELIDA* – Кольчецы
Подтип *Aclitellata* – Беспоясковые
Подтип *Clitellata* – Поясковые

Цель занятия: ознакомиться с основными чертами морфологии кольчецов на примере нереиды и дождевых червей.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику кольчецов.
2. Рассмотреть морфологический обзор кольчецов.
3. Описать изученные макро-и микропрепараты.

Общая характеристика

Кольчатые черви претерпели значительные изменения прогрессивного характера по сравнению с низшими червями. Главной особенностью кольчатых червей, позволившей включить этих животных в подраздел *Coelomata*, является появление вторичной полости тела – целома. У кольчецов имеется ряд других особенностей, часть из которых наблюдается как у *Trochozoa*, так и других представителей *Coelomata*. Тело кольчатых червей удлиненное, состоит из сегментов, по форме напоминающих кольца. Большинству кольчатых червей присуще совпадение границ наружной и внутренней сегментации. Кожно-мускульный мешок состоит из кутикулы, гиподермального эпителия, кольцевой и продольной мускулатуры и внутренней выстилки полости тела (целотелия). Характерной особенностью морфологии аннелид является наличие у них вторичной полости тела (целома). Нервная система представлена надглоточным ганглием, окологлоточным кольцом и брюшной нервной цепочкой. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки, заканчивающейся анальным отверстием. Кровеносная система замкнутая, роль сердца выполняет один или несколько кровеносных сосудов. Дыхание осуществляется всей поверхностью тела или жабрами. Выделительная система протонефридиального типа. Среди кольчатых червей встречаются раздельнополые животные и гермафродиты. У морских кольчецов развитие с метаморфозом по схеме: яйцо – личинка трохофора – взрослый червь [1, 4, 9].

Систематика [1, 2, 4]

Тип *Annelida – кольчатые черви*
Подтип *Aclitellata – беспоясковые*
Класс *Polychaeta – многощетинковые кольчецы*
Отряд *Phillodocida – филодоцида*
Семейство *Nereididae – нереиды*

Род *Nereis – нереида*
Вид *Nereis pelagica – нереида пелагическая*
Подтип *Clitellata – поясковые*
Класс *Oligochaeta – малощетинковые*
Отряд *Haplotaxida – хаплотаксиды*
Семейство *Lumbricidae – дождевые черви*
Род *Lumbricus – дождевой червь*
Вид *Lumbricus terrestris – землянной червь*
Класс *Hirudinea – пиявки*
Отряд *Arhynchobdellida – челюстные пиявки*
Семейство *Hirudinidae – гирудиниды*
Род *Hirudo – пиявка*
Вид *Hirudo medicinalis – медицинская пиявка*

Морфологический обзор
Класс Многощетинковые (*Polychaeta)*

Известно около 10000 видов полихет, обитающих в морях, пресных водах и почве. Большинство из них являются свободноживущими, реже ведут прикреплённый и паразитический образы жизни [1, 2].

Тело многощетинковых червей веретеновидной формы, слегка сжато в спинно-брюшном направлении. Наружная сегментация хорошо выражена, количество сегментов колеблется от 5 до 800. В связи с этим различают малосегментные и многосегментные формы кольчатых червей. Передняя часть тела (простомиум) и задняя – (пигидиум) являются особыми, неметамерными образованиями. Сегменты тела равноценны как по внешнему, так и по внутреннему строению [2].

Простомиум несёт пару щупиков, или пальп, пару щупалец (антенн) и усиков (цирр). По бокам тела находятся парные боковые выросты – параподии, служащие для передвижения животного по дну. Они состоят из спинной и брюшной лопастей, от основания которых отходят спинной и брюшной усики, выполняющие осязательную и обонятельную функции. Каждая из лопастей имеет пучки щетинок, образованных хитиноподобным веществом. Пучки щетинок соединяются между собой более крупными опорными щетинками, которые прикрепляются к мышечным пучкам. У сидячих полихет параподии редуцированы или видоизменены в жабры [2].

Тело многощетинковых покрыто тонкой кутикулой, выделяемой однослойным кожным эпителием, некоторые полихеты выделяют на поверхности тела раковинку или трубочку. Мышечная система многощетинковых представлена наружными кольцевыми и внутренними продольными слоями мышц. Внутренняя поверхность продольных мышечных волокон выстлана однослойным перитонеальным эпителием, граничащим с целомом, или вторичной полостью тела. Целом заполнен водянистой жидкостью с амебоидными клетками, которые выполняют фагоцитарную функцию [2, 14].

Пищеварительная система представлена ртом, глоткой с выпячивающимися хитинизированными челюстями (передняя кишка), средней и задней кишкой.

Дыхание полихет осуществляется всей поверхностью тела или через жабры.

Кровеносная система состоит из спинного и брюшного сосудов, соединёнными между собой кольцевыми сосудами, капиллярами и лакунами. Кровеносная система замкнутая, движение крови происходит благодаря сокращению стенок спинного сосуда. У некоторых полихет кровь красного цвета из-за наличия в ней железосодержащего пигмента, близкого по составу к гемоглобину млекопитающих [1].

Выделительная система состоит из метанефридиев, расположенных попарно в сегментах тела. Каждый метанефридий состоит из железистого метанефридиального тела, пронизанного извитым метанефридиальным каналом. Канал этот начинается вне тела метанефридия в целомической полости воронкой, или нефростомом. Воронка суживается в канал, который пронизывает стенку следующего сегмента и входит в тело метанефридия. Внутри него передняя часть тела метанефридиального канала несёт реснички, которые согласованно работают и гонят жидкость по направлению к выделительному отверстию, или нефропору [1].

Нервная система состоит из мозговых ганглиев (чаще двух), парных окологлоточных нервных колец (коннективов) и парного брюшного нервного ствола. В каждом сегменте тела располагается по паре ганглиев, от которых отходят нервные окончания. Органами чувств являются эпителиальные сенсорные клетки, антенны, пальпы, усики параподий, статоцисты и глаза.

В половом отношении большинство полихет раздельнополы. Половой диморфизм выражен не всегда. Размножаются полихеты как половым, так и бесполым путём. Последний способ размножения происходит путём почкования и стробиляции. Для многощетинковых червей характерна явно выраженная регенерация (восстановление утраченных частей тела). Развитие полихет проходит по схеме: яйцо – личинка трохофора – метатрохофора – взрослый червь [4, 16].

Размеры многощетинковых колеблются от 1 мм до 3-х метров (*Eunice sp.*). Черви рода палоло в странах Индонезии употребляются в пищу, служат прекрасной наживкой для ловли рыбы, полихеты являются основными пищевыми объектами для осетровых рыб и крабов.

Класс Малощетинковые (*Oligochaeta)*

Малощетинковые черви, или олигохеты, характеризуются отсутствием пальп, параподий и жабр. В половом отношении гермафродиты. В пресных водах и почве обитает около 5000 видов малощетинковых.

Тело олигохет сильно вытянуто в длину, цилиндрическое. Размеры составляют от 0,5 до 3 метров (*Megascolides australis*).

На передней части тела находится небольшая подвижная лопасть – простомиум, без глаз, антенн и пальп. Каждый сегмент тела, кроме первого, снабжён маленькими щетинками. Анальное отверстие открывается на заднем сегменте *Oligochaeta* пигидиуме [2].

Снаружи тело олигохет покрыто кутикулой, под которой располагается гиподермальный эпителий со слизистыми и железистыми клетками, особенно сильно развитыми вблизи пояска Oligochaeta утолщения покровов с 30-го, 31-го или 32-го сегмента. Мышечная система представлена наружными кольцевыми и внутренними продольными волокнами, покрытыми целомическим эпителием (целотелием) и граничащих с целомом.

Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. Передняя кишка включает рот, глотку, пищевод, утолщение задней части пищевода – зоб и мышечный желудок. У дождевых червей в пищевод открываются протоки известковых желез, которые выделяют известь для нейтрализации гуминовых кислот, содержащихся в почве и растительном материале. Дорсальная часть средней кишки образует внутренней выпячивание – тифлозоль, по форме напоминающее листок клевера на поперечном срезе червя. Благодаря этому образованию увеличивается всасывательная поверхность кишечника. Поверхность средней кишки покрыта налётом желтоватого цвета. Это скопление хлорагогенных клеток, которые обладают фагоцитозом и накапливают нерастворимые продукты метаболизма, образуя т.н. бурые тела, удаляемые через спинные поры [2].

Кровеносная система устроена аналогично таковой полихет. Кроме пульсирующего спинного сосуда, движение крови поддерживается сокращениями нескольких кольцевых сосудов в передней части тела червя. В коже кровеносные сосуды образуют густую сеть капилляров, что значительно облегчает дыхание животных [2, 9].

Выделительная система представлена сегментно расположенными метанефридиями. Они находятся в каждом сегменте тела, причём воронки метанефридиев открываются в полость одного сегмента, а выводные протоки прободают диссепименты и проходят через следующий сегмент, отрываясь наружу на боковых частях тела червя. Кроме того, поверхность средней кишки покрывают хлорагогенные клетки, обладающие способностью фагоцитировать оформленные продукты метаболизма. Эти клетки с накопленными включениями образуют т.н. бурые тела, выводящиеся через непарные спинные поры [2, 9].

Нервная система олигохет состоит из парных надглоточных ганглиев, окологлоточных нервных колец и брюшной нервной цепочки. Органы чувств представлены светочувствительными клетками, разбросанными по поверхности кожи.

В половом отношении малощетинковые черви гермафродиты. В 10-ом и 11-ом сегментах залегают две пары семенников, лежащие в семенных капсулах и прикрытые тремя парами семенных мешков. Сперматозоиды поступают вначале в капсулы, затем в семенные мешки, где созревают и

заносятся обратно в семенные капсулы. От последних начинаются мерцательные воронки семявыносящих канальцев, сливающиеся в семяпроводы, которые открываются на брюшной стороне тела 15-го сегмента. В 13-ом сегменте находится пара яичников с ворончатыми яйцеводами, которые открываются в 14-ом сегменте. На брюшной стороне 9-го и 10-го сегментов располагаются кожные впячивания – две пары семяприёмников, где происходит накопление семенной жидкости. С 32-го по 37-й сегменты на поверхности тела червя заметно утолщение или поясок, содержащий слизистые железы, секрет которых идёт на образование яйцевого кокона и белковой жидкости, служащей питательным веществом для развивающихся зародышей. Оплодотворение перекрёстное, т.е. одна особь выполняет роль самки, а другая – самца. В области пояска выделяется слизь, куда откладываются яйца. Образовавшаяся слизистая муфта сползает через передний конец тела червя, проходя в области спермоприёмников. Они выдавливают находящуюся в них сперму в слизь яйцевого кокона, где и происходит оплодотворение яиц. Яйцевой кокон сбрасывается червём, его края спадаются и слегка отвердевают. В яйцах развиваются зародыши, превращающиеся затем в молодых червей и переходящих к обитанию в почве. Иногда у дождевых червей отмечается бесполое размножение путѐм деления тела на две части – архитомия. В последующем недостающие части тела регенерируют [1, 9].

В пресноводных водоёмах с высоким содержанием органических веществ обитают олигохеты трубочники (*Tubifex tubifex*), зарывающиеся передней частью тела в ил, а заднюю выставляющие над его поверхностью. Название животного связано с его способностью строить домик в виде трубочки. Задняя часть тубифекса постоянно волнообразно колеблется, обеспечивая достаточным количеством кислорода. Биомасса трубочников в отдельных случаях достигает до нескольких миллионов на 1м^2. Трубочники служат неплохим кормом для аквариумных и прудовых рыб, но являются промежуточными хозяевами для круглых червей рода филометроидес, вызывающих заболевание у карпов [1].

Энхитреус или горшечный червь (*Enchytraeus albidus*) специально разводится для выкармливания молоди рыб.

Класс Пиявки (*Hirudinea*)

Пиявки имеют голое без выростов тело, сжатое в дорсовентральном направлении. Это преимущественно пресноводные животные, ведущие паразитический образ жизни. Отдельные виды пиявок приспособились к жизни в солоноватой и морской воде, существуют наземные пиявки, обитающие во влажных тропических лесах. В настоящее время известно более 500 видов пиявок [4].

Тело пиявок сегментировано, но наружная сегментация часто не соответствует внутренней (истинной). Обычно на один внутренний сегмент

приходится 3–5 наружных. Для пиявок характерно наличие передней, окружающей рот, и задней, более крупной присосок [4].

Кожно-мускульный мешок представлен плотной кутикулой, под которой располагается эпителий со слизистыми и пигментными клетками. Мышцы состоят из слоя кольцевых и сильно развитых продольных мышечных волокон. Внутреннее пространство между органами заполнено паренхимой, между клетками которой встречаются пучки спинно – брюшных мышц [4].

Пищеварительная система пиявок состоит из лежащего на дне передней присоски рта, открывающегося в ротовую полость, глотки, пищевода, средней и задней кишки. У хоботных пиявок глотка образует мускулистую трубку – хоботок, способную выпячиваться из рта при нападении на добычу. У челюстных пиявок на стенках ротовой полости имеются три мускулистых валика: один спинной и два боковых. По краям каждого валика сидит ряд хитинизированных зубчиков, совокупность которых образует челюсть. При нападении пиявка с помощью челюсти прорезает кожу хозяина и из образовавшейся ранки сосёт кровь животного. В глотку открываются слюнные железы, выделяющие белковое вещество гирудин, обладающее свойствами препятствовать свёртыванию крови. Поэтому ранки, сделанные пиявками, сильно кровоточат. В кишечнике пиявки кровь может сохраняться в течение нескольких месяцев. Глотка продолжается в узкий и короткий пищевод, открывающийся в просвет средней кишки, часто называемой желудком. У медицинской пиявки он образует 10–11 пар боковых выпячиваний или карманов. Последняя пара карманов желудка особенно крупная и доходит до задней части тела. Основания последних мешков открываются в узкую заднюю кишку, заканчивающуюся анальным отверстием над задней присоской [4, 17].

Нервная система пиявок представлена надглоточным и подглоточным ганглиями, брюшной нервной цепочкой. Она состоит из 20 ганглиев, каждый из которых соответствует истинному сегменту тела. На передней части пиявки с дорсальной стороны расположены 1–5 пар простых глаз и бокаловидные органы (последние выполняют роль хеморецепторов) [2].

Дыхание у морских пиявок осуществляется при помощи жабр, у пресноводных и наземных – через кожные покровы.

Настоящая кровеносная система у пиявок вследствие утраты целома отсутствует. Её функции выполняет система лакун, представляющих собой остатки вторичной полости тела. Лакуны соединяются между собой анастомозами. Различают спинную, брюшную и боковые лакуны. Внутри брюшной лакуны располагается брюшная нервная цепочка. Сокращения стенок лакун способствуют циркуляции целомической жидкости. У некоторых пиявок в ней содержится гемоглобин и амёбоидные клетки, обладающие способностью фагоцитоза [18].

Выделительная система пиявок метанефридиального типа.

В половом отношении пиявки – гермафродиты. Мужские половые органы представлены метамерно расположенными семенниками, от которых

отходят короткие семявыносящие канальцы, сливающиеся затем в семяпроводы. Последние открываются в семенные пузыри, из которых сперма поступает семяизвергательные каналы, а из них – в канал совокупительного органа. У некоторых пиявок нет совокупительного органа, и сперма выделяется наружу в сперматофоре – пакете сперматозоидов, склеенных особым секретом. Сперматофор прикрепляется к брюшку пиявки-партнёра вблизи женского полового отверстия. У других форм сперматофор может целиком вводиться во влагалище или прикрепляться к коже. Женские половые органы представлены одной парой яичников, короткими яйцеводами и влагалищем, лежащим позади мужского полового отверстия на брюшной стороне. Оплодотворённые яйца откладываются в кокон, образующийся, как и у дождевых червей, в результате выделения слизистого секрета железами пояска. Коконы пиявки прикрепляют к различным подводным предметам. Некоторые носят кокон на брюхе [17].

Развитие пиявок характеризуется отсутствием у них свободноплавающей личинки. В яйцах развиваются личинки, плавающие в жидкости кокона с помощью ресничного аппарата. После метаморфоза личинки превращаются в молодых пиявок и выходят из кокона [4].

В медицине пиявок использовали с глубокой древности. Для этих целей применяют различные виды челюстных пиявок, но наибольшее значение имеет медицинская пиявка. В 1840 г. в водоёмах Франции было отловлено более 25 миллионов пиявок, употребляя их практически от всех болезней. В настоящее время пиявок используют только при лечении гипертонии и тромбофлебитов [2].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Рассмотреть внешнее строение нереиды. Зарисовать переднюю часть тела нереиды, указав перечисленные органы (рис. 37).
3. Изучить строение параподии. Найти ното- и невроподии, щетинки, усики. Зарисовать (рис. 38).
4. Рассмотреть внешнее строение дождевого червя. Найти отдельные сегменты, поясок, передний конец тела.
5. Зарисовать внутреннее строение дождевого червя (рис. 39).
6. Изучить и зарисовать поперечный срез дождевого червя (рис.40).
7. Рассмотреть влажные препараты разных видов пиявок – близкой к олигохетам специализированной группы аннелид. Отметить отличия во внешнем строении. Изучить строение ротового отдела у челюстных и хоботных пиявок. На препаратах рассмотреть особенности внутреннего строения пиявок (рис. 41).

Вид: *Nereis pelagica*

Многощетинковые черви, или полихеты – класс кольчатых червей. Наиболее известные представители – пескожил и нереида. Подавляющее большинство представителей – обитатели морских вод. Обитают в прибрежной зоне морей, часто образуя плотные поселения на литорали и в сублиторали. Служат пищей для рыб и хищных беспозвоночных. На литоральных поселениях нереид во время отлива интенсивно кормятся чайки [4].

Нереиды (*Nereis pelagica*) ведут придонный образ жизни, могут зарываться в ил, могут плавать над поверхностью дна. Хищники. В связи с подвижным образом жизни имеют хорошо развитые мускулатуру и органы чувств.

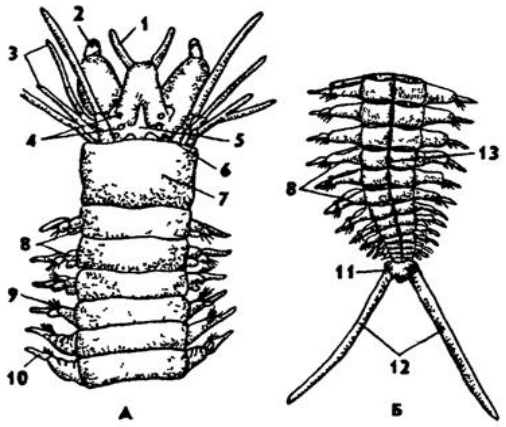


Рис. 37. Внешнее строение нереиды. А – передний конец, Б – задний конец. По Иванову (Догель, 2015) [1]
1 – антенны, 2 – пальпы 3 – перистомальные усики, 4 – глаза, 5 – простомиум, 6 – обонятельная ямка, 7 – перистомиум, 8 – параподии, 9 – щетинки, 10 – спинной усик, 11 – пигидий, 12 – хвостовые придатки, 13 – сегмент

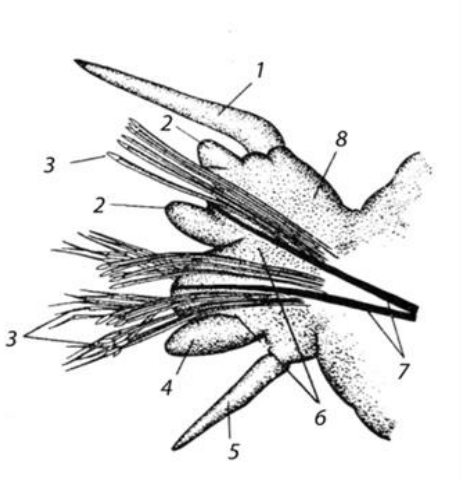


Рис. 38. Строение параподии нереиды. По Иванову (Догель, 2015) [1]
1 – спинной усик, 2 – лопасти нотоподия, 3 – щетинки, 4 – лопасти невроподия, 5 – брюшной усик, 6 – невроподий, 7 – ацикула, 8 – нотоподий

Вид: *Lumbricus terrestris*

Земляные или дождевые черви (*Lumbricina*) – подотряд малощетинковых червей из отряда *Haplotaxida*. Обитают на всех континентах, кроме Антарктиды.

Земляные черви создают норки в почве (глубиной не менее 60–80 см, крупные виды – до 8 м), способствуя её аэрации, увлажнению и перемешиванию. Черви продвигаются через почву, расталкивая частицы или заглатывая их. Во время дождя земляные черви выходят на поверхность, так как они имеют кожное дыхание и начинают страдать от недостатка кислорода в переувлажненной почве [1].

Также дождевые черви являются промежуточными хозяевами лёгочных гельминтов свиней и некоторых паразитов птиц.

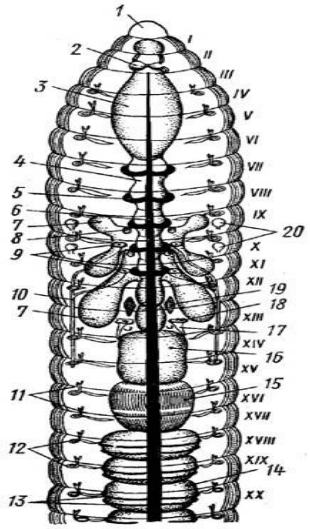


Рис. 39. Анатомия дождевого червя обыкновенного *Lumbricus terrestris* (по Вурмбаху):
1 – простомиум, 2 – нервные ганглии, 3 – глотка, 4 – пищевод, 5 – боковые сердца, 6 – спинной кровеносный сосуд, 7 – семенные мешки, 8 – семенники, 9 – семенные воронки, 10 – семяпровод, 11 – диссепименты, 12 – метанефридии, 13 – кольцевые сосуды, 14 – средняя кишка, 15 – мускулистый желудок, 16 – зоб, 17 – яйцевод, 18 – яйцевые воронки, 19 – яичник, 20 – семяприемник.
Римскими цифрами обозначены сегменты тела

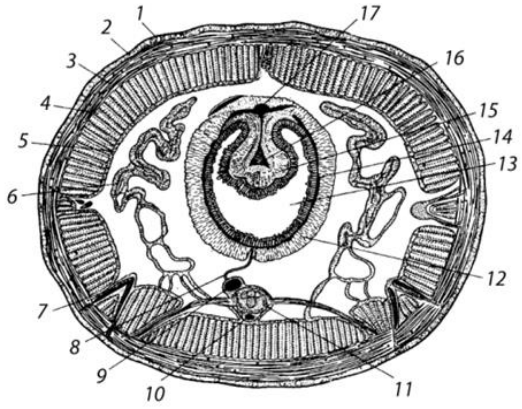


Рис.40. Поперечный срез дождевого червя. По Петрушевскому (Догель, 2015) [1]
1 – кутикула; 2 – эпителий; 3 – кольцевая мускулатура; 4 –продольная мускулатура; 5 – целомический эпителий; 6 – метанефридии; 7 – щетинки; 8 – мезентерий; 9 – брюшной кровеносный сосуд; 10 – брюшная нервная цепочка; 11–хлоро; 12 – хлорагогенная ткань; 13 – полость кишки; 14 – кишечник; 15 – тифлозоль; 16 – сосуд тифлозоля; 17 – спинной кровеносный сосуд

Порядок вскрытия дождевого червя

1. Перед усыплением червя, проводят описание внешней морфологии (количество сегментов, длина, толщина, характер головной лопасти, цвет тела и т.д.).

2. Червь усыпляется в 10% спирте, и после прекращения движений помещается в препаровальную ванночку.

3. Вскрытие проводится со спинной (более тёмной) стороны тела.

4. Булавками прикрепляются передний и задний концы тела ко дну ванночки, также тело закрепляется булавкой позади пояска.

5. Ножницами или лезвием бритвы делается продольный разрез покровов в передней трети тела (до пояска) по середине спинной стороны. Делая разрез необходимо правильно рассчитать силы с тем, чтобы не повредить кишечник и, тем более, брюшную стенку тела.

6. Края разреза закрепляются булавками на дне ванночки.

7. Для лучшего расправления внутренних органов вскрытого червя заливают водой.

8. Проведя осмотр спинного кровеносного сосуда и кишечника, отвести последний в сторону и рассмотреть полову и нервную системы.

Вид: *Hirudo medicinalis*

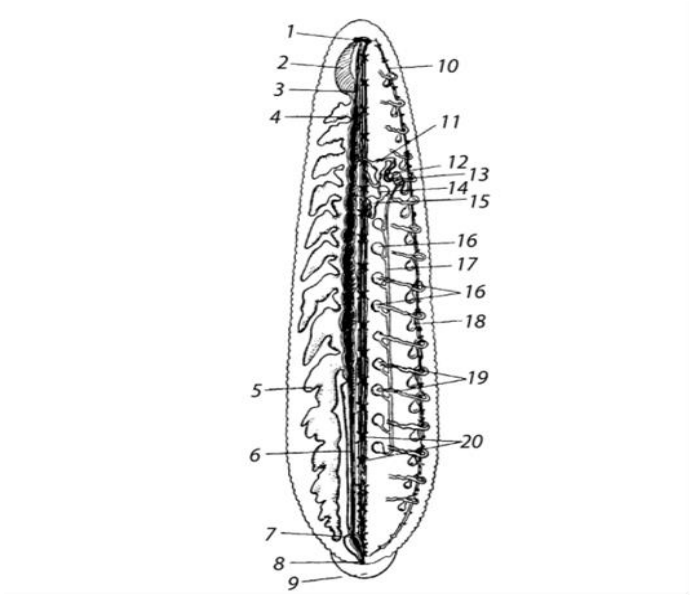


Рис. 41. Внутреннее строение пиявки. По Вурмбаху (Догель, 2015) [1]
1 – церебральные ганглии, 2 – глотка, 3 – пищевод, 4 – желудок, 5 – задний вырост желудка, 6 – средняя кишка, 7 – задняя кишка, 8 – анальное отверстие, 9 – задняя присоска, 10 – боковая лакуна, 11 – предстательная железа, 12 – пенис, 13 – придаток семенника, 14 – яйцевой мешок с яичником,15 – влагалище, 16 – семенные мешки, 17 – семяпровод, 18 – мочевой пузырь, 19 – метанефридии, 20 – ганглии брюшной нервной цепочки

Описание макро- и микропрепаратов [2]

Макропрепарат: Морской червь нереис (Nereis)

Тело червя веретенообразной формы, слегка сжато в спинно-брюшном направлении и разделено на сегменты (метамеры). Головной отдел состоит из простомиума (головной лопасти) и перистомиума (слившиеся 1-й и 2-й сегменты). На простомиуме заметны небольшие щупальца, крупные пальпы, а по бокам – длинные тонкие усики, или цирры. У основания головной лопасти на спинной поверхности лежат глаза в виде двух черных точек. С брюшной поверхности заметно ротовое отверстие, вывернувшаяся глотка с парой хитинизированных тёмноокрашенных челюстей. Туловищные сегменты по бокам несут выросты тела – параподии. Последний (хвостовой) сегмент тела называется пигидиум и снабжён парой анальных усиков. Естественная окраска нереиса различна, в зависимости от цвета дна, но преобладают бурые тона.

Макропрепарат: Медицинская пиявка (Hirudo medicinalis)

Тело пиявки вытянуто в длину, уплощено в спинно-брюшном направлении, состоит из узких кольцевидных сегментов. Окраска тела оливково-зелёная с продольными линиями желтовато-красных точек. Брюшная поверхность тела светлая, зеленовато-жёлтого цвета. На один внутренний сегмент приходится 5–6 наружных. Головной конец тела

снабжён небольшой передней присоской, в глубине которой располагается ротовое отверстие. Хвостовой конец тела заканчивается задней, более крупной присоской.

Макропрепарат: Пищеварительная система медицинской пиявки

На дне передней присоски располагается ротовое отверстие, ведущее в ротовую полость и далее в глотку. Пищевод узкий и короткий, открывается в среднюю кишку. Она образует многочисленные боковые выросты - карманы. Всего имеется 11 пар карманов, из которых последняя пара доходит до задней части тела пиявки. Задняя кишка узкая, расположена посреди 11-й пары карманов, заканчивается анальным отверстием, открывающимся на спинной поверхности у основания задней присоски.

Макропрепарат: Внутреннее строение дождевого червя

В первом сегменте тела червя открывается рот, глотка объёмистая, округлой формы. Пищевод цилиндрический, его окружают кольцевые кровеносные сосуды чёрного цвета. По бокам от пищевода заметны небольшие семенники в семенных капсулах, позади них – вытянутые семенные мешки. Далее пищевод образует расширение – зоб, переходящий в мышечный желудок. От него начинается средняя кишка. На её дорсальной поверхности в виде пунктирной линии тёмного цвета располагается спинной кровеносный сосуд. Метанефридии слабо заметны, беловатые, нитевидной формы.

Макропрепарат: Нервная система дождевого червя

На спинной поверхности глотки в передней её части заметен округлой формы надглоточный ганглий, связанный с подглоточным окологлоточным нервным кольцом. Подглоточный нервный узел (на препарате не виден) продолжается в брюшную нервную цепочку, образующую утолщения – сегментные ганглии. От последних отходят тонкие нитевидные нервные тяжи, иннервирующие органы и ткани сегментов.

Микропрепарат: Параподия нереиды

Под малым увеличением микроскопа рассмотрите параподию нереиды. Это вырост тела червя, состоящий из спинной лопасти (верхняя часть параподии) и брюшной (нижняя часть параподии). Каждая лопасть снабжена выростами – усиками и пучками щетинок. Последние дистальными частями соединяются с крупными, тёмного цвета, опорными щетинками, прикрепляющимися к мышечным волокнам.

Микропрепарат: Поперечный разрез дождевого червя

Под малым увеличением микроскопа рассмотрите поперечный срез дождевого червя. Снаружи тело червя покрыто тонкой кутикулой, под которой располагается однослойный покровный эпителий, слой кольцевых и продольных мышц. Последний со стороны вторичной полости тела выстлан тонким слоем целомического, или перитонеального эпителия. Слой продольных мышц разбит на несколько участков, между которыми находятся углубления – щетинконосные мешочки. Опорные щетинки чёрного цвета в виде лежащей на боку или перевернутой буквы V. В центральной части среза

заметен кишечник, дорсальная стенка которого имеет впячивание в виде листка клевера – тифлозоль. Стенка кишечника состоит из двух слоёв клеток: наружного (хлорагогенного) и внутреннего (железистого). В дорсальной части стенки кишечника находится спинной кровеносный сосуд, а брюшной соединяется с вентральной частью кишки тонким слоем соединительной ткани – мезентерием (брыжейкой). В целоме видны метанефридии в виде удлиненных извитых трубок неправильной формы. Вблизи от брюшного кровеносного сосуда располагается нервная цепочка с отходящими от неё нервными стволами.

Микропрепарат: Поперечный разрез медицинской пиявки

На малом увеличении микроскопа рассмотрите срез пиявки. Снаружи тело червя покрыто кутикулой, под которой располагается однослойный эпителий, слой кольцевых, диагональных и продольных мышц. Пространство между внутренними органами заполнено паренхимой из рыхлой соединительной ткани. В центральной части среза находится средняя кишка и её боковые карманы. Сверху и снизу кишечника заметны спинная и брюшная лакуны, а сбоку – боковые лакуны, выполняющие функцию кровеносных сосудов. Внутри брюшной лакуны находится брюшная нервная цепочка. В слое паренхимы в виде тяжей проходят дорсовентральные пучки мышечных волокон.

Рисунки в альбоме: «Внешнее строение нереиды», «Строение параподий нереиды», «Внутреннее строение дождевого червя», «Поперечный срез дождевого червя», «Внутреннее строение пиявки».

9. Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика червей».

Системы органов	Плоские черви	Круглые черви	Кольчатые черви
Основная среда обитания			
Полость тела			
Симметрия			
Покровы тела			
Пищеварительная система			
Нервная система			
Выделительная система			
Кровеносная			

система			
Половая система			
Органы чувств			
Дыхательная система			
Представители			

Вопросы для самоконтроля

1. Функции целома паразитических червей.
2. Строение параподии нереиды.
3. Органы переднего отдела кишечника дождевого червя.
4. Функция кровеносной системы кольчатых червей.
5. Строение кожно-мускульного мешка дождевого червя.
6. Название мелких щетинок, расположенных на параподиях полихет.
7. Функция нефромиксий.
8. Название личинок полихет.
9. Органы чувств, расположенные на головном отделе полихет.
10. Типы мышц характерные для кольчатых червей.

Ключевые термины

Ацикула
Хеты
Гетерономность
Трохофора
Невроподий
Пальпы
Перистомиум
Пигидий
Нефромиксий
Метанефридии
Параподии
Нотоподий
Целом
Мезентерий
Мезодерма
Простомиум
Метатрохофора
Метамерия

ЗАНЯТИЕ 12
Тип *MOLLUSCA* – Моллюски
Подтип *Conchifera* – Раковинные
Надкласс *Cyrtosoma* – Короткотелые раковинные моллюски
Класс *Gastropoda* – Брюхоногие моллюски
Надкласс *Diasoma* – Длиннотелые раковинные моллюски
Класс *Bivalvia* – двустворчатые

Цель занятия: освоить методы определения и вскрытия моллюсков.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику брюхоногих и пластинчатожаберных моллюсков.
2. Рассмотреть морфологический обзор брюхоногих и пластинчатожаберных моллюсков.
3. Описать изученые макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

Моллюски билатеральные, вторичнополостные, в основном несегментированные животные. Часто билатеральная симметрия сменяется асимметрией. У представителей низших моллюсков наблюдается метамерность в строении внутренних органов (остаточная сегментация). Моллюски весьма разнообразный и многочисленный тип, уступающий по численности только Arthropoda. Организация моллюсков подчиняется общим принципам характерным для типа в целом, в тоже время, в разных классах имеются свои особенности строения [1].

1. Моллюски – двусторонне симметричные или асимметричные беспозвоночные животные.
2. Тело большинства моллюсков не разделено на сегменты, состоит из головы, туловища и ноги.
3. Для моллюсков характерна твёрдая минеральная раковина, часто покрывающая всё тело. У головоногих моллюсков раковина развита слабо, а некоторые брюхоногие вообще не имеют раковины.
4. Нервная система моллюсков представлена окологлоточным нервным кольцом и четырьмя отходящими от него нервными стволами. Различные представители типа имеют некоторые отличия в строении нервной системы.
5. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. В глотке брюхоногих моллюсков располагается радула, служащая для соскабливания пищи с поверхности субстрата. В желудок открывается пищеварительная железа, часто называемая печенью.
6. Кровеносная система представлена сердцем, кровеносными сосудами и специальными полостями – лакунами, или синусами. У большинства форм сердце состоит из одного желудочка и двух предсердий.
7. Органами дыхания водных моллюсков являются парные внешние жабры, а у наземных – лёгкое.

8. Целом у взрослых моллюсков сохраняется в виде околосердечной сумки и полости половой железы.

9. Органами выделения служат почки, начинающиеся из околосердечной сумки и открывающиеся в мантийную полость.

10. Развитие моллюсков напоминает аналогичный процесс у кольчатых червей, что говорит о их филогенетическом родстве.

11.Большинство моллюсков являются свободноживущими водными, реже наземными животными, некоторые ведут паразитический образ жизни.

Систематика [1, 2, 4, 6]

Тип *Mollusca – моллюски*
Подтип *Conchifera – раковинные*
Класс *Gastropoda – брюхоногие моллюски*
Подкласс *Heterobranchia – легочные*
Отряд *Stylommatophora – стебельчатоглазые*
Семейство *Helicidae – гелициды*
Род *Helix – улитки*
Вид *Helix pomatia – улитка виноградная*
Семейство *Agriolimacidae* – агролимациды
Род *Deroceras – слизень*
Вид *Deroceras agreste – слизень полевой*
Класс *Bivalvia – двустворчатые моллюски*
Надотряд *Настоящие пластинчатожаберные (Autobranchia)*
Отряд *Unionida – Униониды*
Семейство *Unionidae – перловицевые*
Род *Anodonta – беззубки*
Вид *Anodonta cygnea – беззубка обыкновенная*
Род *Unio – перловицы*
Вид *Unio pictorum – перловица*

Морфологический обзор
Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda)

Это самый богатый по количеству видов (около 115 тыс. видов) класс моллюсков. Сюда относятся морские, реже пресноводные и наземные формы. Некоторые брюхоногие известны как паразиты других беспозвоночных [1].

Тело брюхоногих моллюсков состоит из головы, ноги и туловища. Голова чётко обособлена, туловище образует вырост в виде внутренностного мешка, где располагаются все внутренние органы. Нога представляет собой утолщённую и разросшуюся брюшную стенку туловища [1].

На голове находятся 1-2 пары щупалец, пара простых глаз, а с нижней части – ротовое отверстие. Нижняя часть ноги уплощена и называется подошвой, опираясь на которую, моллюск скользит по субстрату. Туловище чаще спиральнозакручено и находится внутри раковины. С внутренней

стороны между раковиной и туловищем прилежит складка кожи - мантия, свободно свисающая на бока. Пространство между стенками мантии и туловища формирует т.н. мантийную полость. Здесь лежат органы дыхания, открываются выделительное, анальное и половые отверстия, слизистые железы, органы химического чувства. Все эти органы, лежащие в мантийной полости, называют мантийным комплексом органов. Только некоторые моллюски сохраняют метамерное расположение внутренних органов и являются двусторонне симметричными [1].

Мантия постоянно выделяет наружу ионы кальция, которые под влиянием сложных биохимических превращений образуют раковину моллюсков. Брюхоногие обладают спиральнозакрученной раковиной, хотя некоторые из них имеют раковину в виде конуса, колпачка, либо утратили её вовсе. Вершина раковины слепо замкнута, а противоположный расширенный конец – устье, служит для выхода ноги и головы животного. Раковина делает обороты, налегающие, либо неналегающие друг на друга. Обороты раковины могут быть закручены в одной плоскости, как у катушки, или в виде конуса, башенки. Ось, вокруг которой идут обороты называется столбиком. Раковина состоит из нескольких слоёв. Наружный слой называют периостракум. Он образован из конхиолина - белкового вещества. Средний слой (остракум) образован пластинками карбоната кальция ($CaCO_3$), лежащими перпендикулярно по отношению к поверхности раковины. У некоторых брюхоногих имеется внутренний слой (гипостракум), состоящий из тончайших пластиночек карбоната кальция, которые ориентированы параллельно поверхности раковины. Световые лучи неравномерно отражаются от поверхности гипостракума, что даёт характерный перламутровый блеск внутреннему слою раковины. По цвету раковины моллюсков весьма различны: одни совершенно блеклые и невзрачные, другие имеют всевозможные узоры в виде полос, пятен, зигзагов и т.д. [2, 16].

Пищеварительная система молюсков представлена ртом, находящимся на нижней части головы. Рот ведёт в обширную ротовую полость, задняя часть которой называется иногда глоткой. На дне ротовой полости располагается особый орган – тёрка или радула. Она имеет вид ленты с расположенной на ней рядами зубчиков. Благодаря особым мышцам, тѐрка может двигаться в ротовой полости, а также выходить за её пределы. Это приспособление служит для соскабливания пищи с поверхности субстрата, мякоти листьев растений. В передней части глотки лежат хитиноидные пластинки, формирующие челюсть. В глотку открываются протоки одной пары слюнных желез. У некоторых хищных моллюсков секрет этих желез содержит до 4% серной кислоты, что помогает им разрушать покровы своей жертвы. Глотка переходит в длинный пищевод, образующий расширение - зоб. Начальная часть средней кишки представлена мешковидным желудком, в который открываются протоки пищеварительной железы, именуемой “печенью”. Последняя способна к фагоцитозу пищевых частиц, отложению

жира и гликогена. От желудка берёт начало тонкая кишка, делающая одну или несколько петель, затем она поворачивается вперед и переходит в заднюю кишку, заканчивающуюся анальным отверстием [2, 14].

Большинство водных брюхоногих моллюсков дышит жабрами (ктенидиями). Это парные органы, расположенные по бокам от анального отверстия в мантийной полости. Они имеют вид вытянутых двоякоперистых придатков. Каждый ктенидий состоит из осевого сволика и двух рядов лепестков. Органы химического чувства – осфрадии, располагаются в основании жабр. У переднежаберных брюхоногих ктенидии лежат в передней части мантийной полости, а у заднежаберных смещены назад. У многих моллюсков из двух ктенидиев остаѐтся только один, тогда как другой редуцируется. Некоторые гастроподы полностью лишены жабр, а их функции выполняют выросты мантии или кожа. Наземные брюхоногие моллюски и отдельные пресноводные обладают легочным дыханием. У них обособляется участок мантийной полости, т.н. лёгкое, открывающееся наружу самостоятельным отверстием. В стенке лёгкого кровеносные сосуды разветвляются на многочисленные капилляры [4, 17].

Кровеносная система брюхоногих моллюсков состоит из сердца, венозных лакун и сосудов. Сердце имеет желудочек, одно или два предсердия. Сердце располагается над задней кишкой и окружено перикардием (околосердечной сумкой), представляющего собой участок целома. От желудочка берёт начало аорта, разветвляющаяся на головной и внутренний стволы. Первый из них несёт кровь к голове, а второй - к внутренним органам туловища и ноге, разветвляясь на множество капилляров. Из них насыщенная углекислым газом кровь поступает в венозные лакуны, откуда заносится к органам дыхания, где происходит газообмен, а оттуда по кровеносным сосудам изливается в предсердия. Кровь большинства гастропод бесцветна и содержит марганец, выполняющий ту же роль, что и железо в крови позвоночных животных [4].

Нервная система состоит из пяти пар ганглиев:

1. Над глоткой располагаются церебральные ганглии, соединённые между собой комиссурой.

2. В ноге находятся педальные ганглии, соединённые комиссурой и связанные продольными нервными стволами (коннективами) с церебральными ганглиями.

3. В области органов дыхания размещаются плевральные ганглии, соединяющиеся коннективами с церебральными и педальными нервными узлами.

4. Над задней кишкой располагаются висцеральные ганглии. Они соединены комиссурой и связаны коннективами с остальными ганглиями.

5. В нижней части внутренностного мешка находятся париетальные ганглии.

Некоторые брюхоногие моллюски имеют также хорошо развитые глоточные ганглии.

Функцию органов осязания выполняют края мантии и расположенные на голове щупальца. У основания ктенидиев и головных щупалец находятся осфрадии – органы химического чувства. Возле педальных ганглиев лежат органы равновесия – статоцисты. Органами зрения являются просто устроенные глаза.

Выделительная система представлена почками, из которых чаще сохраняется только левая. Одним концом почка сообщается с перикардием, а другим открывается в мантийную полость выделительным отверстием [2].

Половая система брюхоногих моллюсков имеет сложное строение. Половая железа всегда одна – семенник или яичник. У гермафродитных видов имеется гермафродитная железа. У самцов от семенника отходит семяпровод, открывающийся вблизи передней части тела выростом – совокупительным органом. У самок яйцевод может образовывать расширение – семяприёмник. У виноградной улитки от гермафродитной железы отходит общий проток, куда открывается канал белковой железы, формируя яйцевод. Далее от общего протока ответвляется семяпровод, переходящий в мускулистый совокупительный орган. Яйцевод расширяется и переходит в матку, которая открывается самостоятельным отверстием вблизи мужского полового отверстия, формируя половую клоаку. Конечная часть матки называется влагалищем, образует расширение - семяприёмник, рядом с которым располагается мешок с иглой из углекислой извести, которая при копуляции вонзается в кожу партнёра и служит для его раздражения. Гермафродитные виды брюхоногих моллюсков размножаются с помощью перекрёстного оплодотворения [2, 16].

Развитие водных гастропод проходит по схеме: яйцо – личинка трохофора – личинка велигер (парусник) – взрослая особь. У наземных и водных легочных брюхоногих моллюсков из яйца выходит миниатюрная копия взрослой особи [2].

Класс Двустворчатые моллюски (*Bivalvia)*

Эти животные имеют раковину, состоящую из двух створок и прикрывающую их тело с боков. Головы нет, а ктенидии превратились в пластинчатые жабры. Тело состоит из туловища и ноги. В передней части туловища находится ротовое отверстие, в задней – анальное. Между ними располагается нога, хотя у некотрых моллюсков она рудиментирована. На нижней поверхности ноги у мидий, дрейссен, устриц и других двустворчатых моллюсков в особом впячивании открывается проток биссусовой железы, которая выделяет нити особого секрета, затвердевающего в воде. При помощи биссусовых нитей эти моллюски прикрепляются к подводным предметам и совершенно неспособны к передвижению в связи с редукцией ноги [1].

Тело двустворчатых моллюсков покрыто мантией, которая свешивается с боков в виде двух мантийных складок. Пространство между мантией и телом называется мантийной полостью, где размещаются нога и жабры. На

спинной стороне тела мантийные складки соединяются, а по краю створок раковины заканчиваются свободно. Иногда свободные края мантии снабжены щупальцами и примитивными глазами, как, например, у гребешков. В области задней части раковины края мантии срастаются и образуют два трубковидных выроста – сифоны. По одному из них вода с пищевыми частицами поступает внутрь мантийной полости – вводной сифон, а по-другому, удаляется из тела моллюска – выводной сифон. Как правило, верхнее отверстие ведёт в выводной сифон, а нижнее – в вводной. У моллюсков, обитающих в илистых грунтах, длина сифонов нередко превышает длину тела самих животных [1].

Створки раковины выделяются наружным эпителием мантийных складок. У таких моллюсков как устрицы, одна из створок плотно прирастает к субстрату, у корабельного червя обе створки сильно рудиментированы. На спинной стороне створки раковины соединяются между собой лигаментом и замком. Лигамент состоит из эластического вещества и соединяет створки в виде небольшой поперечной ленты. Замок – соединение створок при помощи отростков спинного края раковины (зубов). Замки могут быть равнозубыми и разнозубыми, в зависимости от количества и величины зубов. Некоторые моллюски, например, беззубка, вовсе не имеют замка. Захлопывание и открытие створок осуществляется благодаря специальным мускулам-замыкателям, располагающихся поперек тела между створками. Эти мышцы образуют один или два плотных мышечных пучка, места прикрепления которых можно определить по специфическим отпечаткам на внутреннем слое раковины [2].

Раковина двустворчатых моллюсков имеет трёхслойное строение. Наружный слой раковины (периостракум) образован органическим веществом конхиолином. Под ним располагается ризматический, или фарфоровидный слой (остракум), состоящий из призмочек карбоната кальция, ориентированных перпендикулярно поверхности створок. Внутренний слой раковины называют перламутровым (гипостракум), сформированным чередованием пластиночек извести с прослойками конхиолина. Блеск этого слоя объясняется интерференцией световых лучей при прохождении через него. Подстилается перламутровый слой эпителием мантии, который и выделяет раковину [2].

Пищеварительная система двустворчатых моллюсков представлена передней, средней и задней кишкой. Рот располагается над основанием ноги в передней части тела и имеет по бокам одну или две пары ротовых лопастей. Они покрыты ресничками, благодаря колебаниям которых осуществляется приток воды в мантийную полость. Редукция головы повлекла утрату таких органов пищеварительной системы, как глотка, радула, челюстей и слюнных желез. Рот открывается в короткий пищевод, переходящий в желудок. Вокруг желудка располагается пищеварительная железа, т.н. печень. Внутри желудка на его брюшной стороне помещается кристаллический стебелёк в виде прозрачной студенистой палочки. Он выделяет ферменты, обеспечивающие

химическую обработку поступающих в желудок пищевых частиц. Средняя кишка начинается от желудка и продолжается в основании ноги, делая там несколько петлеобразных изгибов и направляется к задней части туловища, где переходит в заднюю кишку, пронизывающую насквозь желудочек сердца. Пищеварительная система заканчивается анальным отверстием, которое открывается над задним мускулом-замыкателем [4].

Органами дыхания у двустворчатых моллюсков являются жабры, располагающиеся по бокам ноги и состоящие каждая из двух полужабр: наружной и внутренней. Каждая полужабра образована жаберными нитями, которые связаны между собой соединительнотканными перекладинами [4].

Кровеносная система незамкнутая. Сердце находится на спинной стороне и состоит из желудочка, сквозь который проходит кишка, и двух предсердий. Последние связаны с желудочком особыми отверстиями с клапанами, регулирующими приток крови. Снаружи сердце покрыто перикардием (околосердечной сумкой), представляющим собой остаток целома. Кровь из желудочка сердца по кровеносным сосудам поступает в лакуны паренхимы тела, отдаёт кислород и движется в жаберные артерии, где окисляется и по жаберным венам течёт к предсердиям [2].

Нервная система состоит из трёх пар ганглиев. Из-за редукции головы церебральные ганглии слились с плевральными и образовали цереброплевральные, соединяющиеся над глоткой тонкой комиссурой. В ноге находится пара педальных ганглиев, которые соединены с цереброплевральными ганглиями двумя длинными коннективами. Ещё более длинные коннективы идут от цереброплевральных ганглиев к паре висцеральных (туловищных) ганглиев, лежащих под задним мускулом-замыкателем. Эта пара ганглиев, кроме внутренних органов иннервирует также осфрадии и жабры [2].

Органы чувств у двустворчатых моллюсков развиты слабо. У основания жабр находятся органы химического чувства – осфрадии, а рядом с педальными ганглиями – два статоциста (органы равновесия). Головные щупальца и глаза у большинства двустворчатых моллюсков отсутствуют. Иногда органы зрения вторично возникают по всему свободному краю мантии, как у гребешков, или по оторочке сифонов, как у сердцевидок. Осязательные клетки рассеяны в эпителии ротовых лопастей, папиллах вводного сифона и мантии [1].

Органами выделения является пара почек, лежащих по бокам перикардия. Иногда их называют боянусовыми органами (по фамилии профессора Виленского университета, впервые описавшего их в начале XIX века). С одной стороны почки открываются ресничной воронкой в перикардий, а с другой – в мантийную полость [1].

В половом отношении среди двустворчатых моллюсков встречаются как гермафродиты, так и раздельнополые животные. Гонады образованы участком целомического эпителия и иногда разделяются на отдельные мешочки – фолликулы. У одних моллюсков гонады соединены своими

выводными каналами с протоками почек, у других открываются самостоятельными половыми отверстиями в мантийную полость. Беззубки раздельнополы, но по внешнему виду отличить самца от самки невозможно. Парная половая железа лежит в верхней части ноги между петлями кишечника и открывается в мантийную полость [2].

Оплодотворение яйцеклеток происходит в мантийной полости моллюска. Из яйца развивается личинка трохофора, превращающаяся в следующую личиночную стадию – парусника, или велигера. Такая личинка имеет вырост тела – парус, служащий для плавания в толще воды. У велигера появляются створки раковины, зачаток ноги, мантия, ганглии, желудок, печень и т.д., но органами выделения являются протонефридии, что говорит о дальнем родстве моллюсков с их червеобразными предками. После некоторого периода планктонной жизни велигер оседает на дно, теряет парус и постепенно превращается в молодого моллюска [1, 17].

Однако у перловиц и беззубок стадия велигера выпадает и развитие происходит иначе. После оплодотворения в жабрах взрослого моллюска из зиготы развиваются личинки глохидии, которые через выводной сифон поступают наружу, где плавают, быстро раскрывая и захлопывая створки. Каждая створка раковинки глохидия на свободном крае снабжена острыми зубцами. От зачаточной ноги свешивается клейкая биссусовая нить, возможно, помогающая личинке моллюска при фиксации. Захлопывание створок осуществляется благодаря наличию непарного мускула-замыкателя. Дальнейшее развитие глохидия происходит только в том случае, если ему удастся встретить рыбу или малька. С помощью биссусовой нити глохидии приклеиваются к плавникам или жабрам рыб и вонзают в них шипы своих створок. На месте внедрения глохидиев развивается специфическая воспалительная рекция. Некоторое время (1–2 месяца) глохидии ведут паразитический образ жизни, питаясь кровью и лимфой рыб. По мере роста глохидии обретают новую раковину с двумя мускулами-замыкателями. Нога видоизменяется, а биссусовая железа исчезает. Выросший маленький моллюск прорывает стенку опухоли, падает на дно и начинает вести свободный образ жизни. Таким образом рыбы способствуют расселению беззубок и перловиц [4, 14].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Рассмотреть внешнее строение виноградной улитки. Обратить внимание на форму и окраску раковины. Найти голову, ногу и внутренностный мешок с раковиной. Зарисовать (рис. 42).
3. По влажным препаратам изучить внутреннее строение виноградной улитки. Зарисовать внутреннее строение виноградной улитки и обозначить внутренние органы (рис. 43).

4. Рассмотреть внешнее строение беззубки. Изучить строение раковины беззубки, найти линии роста, форму створок, конхиолиновый и перламутровый слой, обратить внимание на отсутствие замка.

5. По влажному препарату вскрытой беззубки изучить внутреннее строение. Зарисовать и отметить внутренние органы (рис. 44).

Вид: *Helix pomatia*

Брюхоногие, или гастроподы, или улитки (*Gastropoda*, от др.-греч. Γαστήρ - брюхо и πούς - нога), - самый многочисленный класс в составе типа моллюсков (*Mollusca*), который включает около 110 тыс. видов, в России – 1620 видов. Первично гастроподы – обитатели моря, однако многие из них перешли к жизни в пресной воде и на суше [2].

Виногра́дная ули́тка (*Helix pomatia*) – наземный брюхоногий моллюск отряда лёгочных улиток семейства гелицид. Крупнейшая улитка Европы.

Считается, что родиной виноградной улитки являются Центральная и Юго-Восточная Европа.

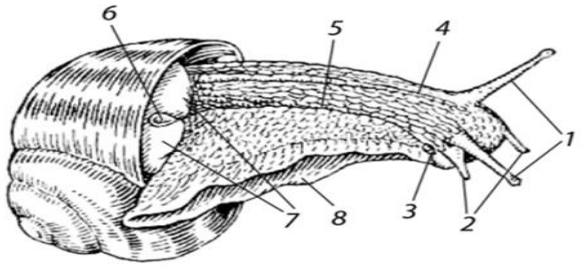


Рис. 42. Внешнее строение виноградной улитки. По Эрману
1 – верхние щупальца; 2 – нижние щупальца; 3 – половое щупальце;
4 – затылочная складка; 5 – половая бороздка; 6 – дыхательное отверстие;
7 – правая и левая мантийные полости; 8 – нога

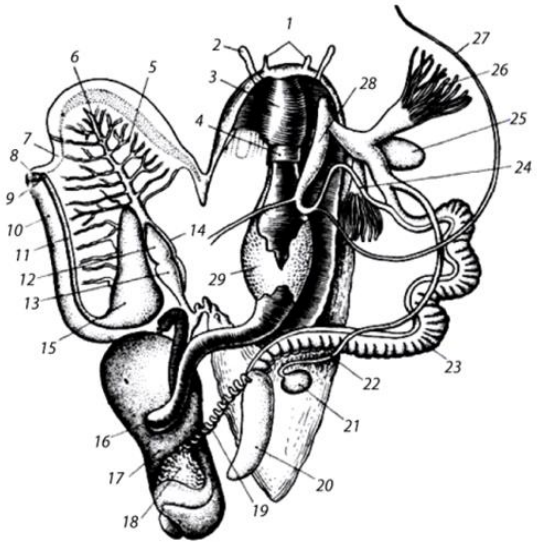


Рис. 43. Внутреннее строение виноградной улитки. Из Бриана (Догель, 2015) [1]
1 – губное щупальце; 2 – глазное щупальце; 3 – глотка; 4 – церебральный ганглий; 5 – лёгкое; 6 – лёгочная вена; 7 – перерезанное лёгочное отверстие; 8 – анальное отверстие; 9 – отверстие мочеточника; 10 – прямая кишка; 11 – мочеточник; 12 – предсердие; 13 – желудочек сердца; 14 – перикардий; 15 – почка; 16 – желудок; 17 – печень; гермафродитная железа; 18 – гермафродитный проток; 20 – белковая железа; 21 – семяприёмник; 22 – канал семяприёмника; 23 – яйцесемяпровод; 24 – семяпровод; 25 – мешок любовных стрел; 26 – пальцевидные железы; 27 – бич; 28 – пенис; 29 – слюнные железы

Вид: *Anodonta cygnea*

Двустворчатые, или пластинчатожаберные (*Bivalvia*) – класс морских и пресноводных малоподвижных моллюсков, тело которых уплощено с боков и заключено в раковину из двух створок. К ним относят таких известных моллюсков, как устрицы, мидии, морские гребешки.

Беззубки (*Anodonta*) – род пресноводных двустворчатых моллюсков семейства *Unionidae*. Распространены в Евразии (около 50 видов) и Америке. Обитают на илистом или песчаном грунте пресноводных водоёмов с медленным течением [1].

Являясь активными фильтраторами, беззубки способствуют биологическому очищению водоёмов. Личинки и молодые особи поедаются рыбами. Мясо и раковины беззубок идут на корм домашним животным, их также употребляют в пищу. Из раковин многих беззубок изготавливают перламутровые пуговицы. Беззубки также используются в экологических исследованиях [1].

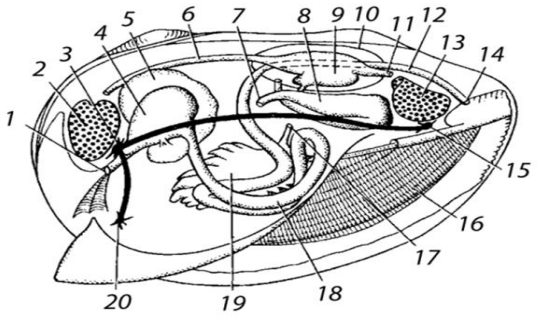


Рис. 44. Строение беззубки. По Ремане (Догель, 2015) [1]
1 – рот; 2 – передний мускул-замыкатель; 3 – нервный ганглий; 4 – желудок; 5 – печень; 6 – передняя аорта; 7 – наружное отверстие почки; 8 – почка, открывающаяся в перикардий; 9 – сердце; 10 – перикардий; 11 – задняя аорта; 12 – задняя кишка; 13 – задний мускул-замыкатель; 14 – анальное отверстие; 15 – нервный ганглий; 16 – жабры; 17 – отверстие половой железы; 18 – средняя кишка; 19 – половая железа; 20 – нервный ганглий

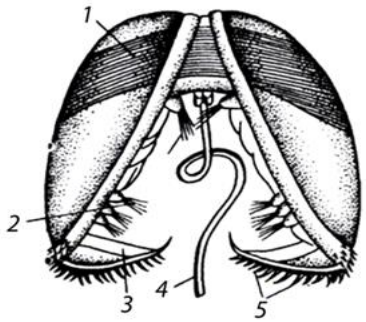


Рис. 45. Строение глохидий беззубки. По Герберсу (Догель, 2015) [1]
1 – мускул-замыкатель, 2 – чувствующие щетинки, 3 – зубец раковины, 4 – нить биссуса, 5 – краевые зубчики на зубце раковины

Описание макро- и микропрепаратов [2]

Макропрепарат Виноградная улитка (Helix pomatia)

Раковина моллюска спирально закручена в виде плоского конуса. На поверхности светлоокрашенной раковины заметны продольные тёмные полосы. Раковина заканчивается расширением – устьем. Из него наружу выдаётся голова и нога. На голове видны две пары щупалец: короткие губные и длинные глазные. Последние заканчиваются глазами, которые просвечиваются в виде двух чёрных точек. На переднем крае головы впереди губных щупалец с вентральной стороны располагается рот. По краю устья раковины видна выступающая мантия. Внутри раковины, повторяя её обороты располагается внутренностный мешок улитки.

Макропрепарат Внутреннее строение беззубки (Anodonta cygnea)

Одна из створок раковины и часть мантии беззубки удалены для демонстрации внутреннего строения моллюска. Вторую створку изнутри выстилает мантия. В средней части тела видна массивная нога животного. Кверху от ноги лежат половая железа и петли кишки. Мускулы замыкатели в виде цилиндрических тяжей заметны в передней и задней частях тела моллюска. У переднего верхнего края ноги под мускулом-замыкателем расположены пластинки треугольной формы – ротовые лопасти. Вдоль тела позади ноги лежат жабры в виде плоских пластин. Над ногой в виде полосок темного или желтоватого цвета располагаются почки. В задней части тела беззубки имеются бахромчатые участки мантии – сифоны. Сверху находится более широкий вводной сифон, а чуть ниже его – более узкий выводной сифон.

Микропрепарат Глохидии

Глохидии снаружи покрыты двустворчатой раковинкой, свободные края которой несут крупные зубцы. С их помощью глохидии проникают в ткани рыб.

Рисунки в альбоме: «Внешнее строение виноградной улитки», «Внутреннее строение виноградной улитки», «Строение беззубки», «Строение глохидий беззубки».

Вопросы для самоконтроля

1. Типы замков у двустворчатых моллюсков.
2. Строение внутренней поверхности мантии моллюска.
3. Определение мантии моллюсков.
4. Строение таксодонтного замка у моллюсков.
5. Пищеварительная железа характерная для двустворчатых моллюсков.
6. Примеры моллюсков с эволютными раковинами.
7. Способ дыхания морских брюхоногих моллюсков.
8. Название расширения пищевода у моллюсков.
9. Отделы тела у брюхоногих моллюсков.
10. Строение «легкого» сухопутных брюхоногих моллюсков.

ЗАНЯТИЕ 13
Тип *MOLLUSCA* – Моллюски
Подтип *Conchifera* – раковинные
Класс *Cephalopoda* – Головоногие моллюски

Цель занятия: ознакомиться с особенностями внешнего и внутреннего строения головоногих моллюсков.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику головоногих моллюсков.

2. Рассмотреть морфологический обзор головоногих моллюсков.
3. Описать изученные макропрепараты.

Общая характеристика моллюсков

Моллюски достаточно крупная группа беспозвоночных животных, тело которых заключено в известковую раковину. Как и кольчатые черви, они относятся к целомическим, трохофорным животным, с билатеральной симметрией тела. В эмбриональном развитии у них так же спиральный тип дробления и развивается трохофорная личинка.

Отличаются моллюски от кольчатых червей несегментированным телом, хотя некоторые из них сохраняют элементы метамерии в строении органов. Тип объединяет разнообразных морских, пресноводных и наземных животных и насчитывает около 115 тыс. видов. Как бы не были разнообразны моллюски, но все они имеют общие признаки, позволившие объединить их в один тип.

Большинство из них имеет известковую раковину, которую они строят за счет мантии. Раковина прежде всего выполняет защитную функцию, во-вторых, она играет роль скелета, так как к ней прикрепляются мышцы и некоторые органы. Раковина бывает самой разной формы: в виде отдельных пластинок (щитков), подвижно соединенных между собой, в форме колпачка, турбоспирали, двустворчатые. У некоторых моллюсков в связи с изменением образа жизни (в толще воды, в почве) раковина редуцируется [1].

Систематика [1, 2, 4, 6]
Тип Mollusca – моллюски
Подтип *Conchifera – раковинные*
Класс *Cephalopoda – головоногие моллюски*
Отряд *Teuthida – кальмары*
Семейство *Ommastrephidae – оммастрефиды*
Род *Todarodes – кальмар*
Вид: *Todarodes pacificus – кальмар тихоокеанский*
Отряд *Octopoda – восьминоги*
Семейство *Octopodidae – обыкновенные осьминоги*
Род *Octopus – осьминог*
Вид *Octopus vulgaris – осьминог обыкновенный*

Морфологический обзор
Класс Головоногие моллюски (*Cephalopoda*)

Этот класс насчитывает около 800 ныне живущих и 11000 ископаемых видов головоногих моллюсков. В длину эти животные достигают от 1 см до 18 м. Большинство из них ведёт свободноживущий образ жизни. Тело у головоногих моллюсков состоит из головы и туловища. Нога видоизменена в щупальца или руки, которые вторично сместились на голову и окружают рот. У более примитивных форм головоногих (наутилус, аргонавт) раковина

наружная, многокамерная. У высших головоногих моллюсков она внутренняя и в той или иной степени редуцирована, либо отсутствует. Двигаются головоногие реактивным способом благодаря выбрасываемой из мантийной полости воды. Развитие прямое, без личиночных стадий.

В качестве примера рассмотрим строение тихоокеанского кальмара.

Тело кальмара удлинённое, цилиндрическое, с хорошо выраженной головой. По бокам задней части тела расположены два плавника треугольной формы. В длину тихоокеанский кальмар достигает 50 см. На передней части головы находится ротовое отверстие, окружённое десятью щупальцами. Восемь из них короткие, а два более длинные – ловчие. На коротких щупальцах в два ряда располагаются присоски, каждая из которых напоминает чашечку, по краю снабжённое роговым колечком с мелкими зубчиками. Ловчие щупальца несут присоски только на задней расширенной части. С брюшной стороны головы заметна воронка, открывающаяся широким концом в мантийную полость, а узким - наружу. По бокам головы сидит пара глаз сложного строения. Мантия у головоногих срастается с кожей спины и соединяется на брюшной стороне к внутренностному мешку запонками. Расслабление мышц туловища приводит к тому, что щель между мантией и головой заполняется водой. При сокращении мышц вода с силой выталкивается струѐй через особый канал – воронку, в результате чего тело животного относится на некоторое расстояние. В мантийной полости лежит пара жабр, анальное, выделительное и половое отверстия [1, 9, 14].

Внутренний скелет представлен спинной пластинкой, лежащей под кожей. Хрящевой скелет состоит из головного хряща, хрящей запонок и плавников.

Нервная система представлена головным мозгом, двумя звёздчатыми мантийными ганглиями и сложной системой нервов.

Пищеварительная система состоит из рта, глотки с роговыми челюстями, радулы, слюнных желез, пищевода, желудка, печени, средней и прямой кишки. Вблизи анального отверстия открывается чернильный мешок, вырабатывающий особое чёрное красящее вещество, служащее для отвлечения и отпугивания хищников.

Кровеносная система представлена сердцем, системой артериальных и венозных сосудов. Сердце состоит из желудочка и предсердий.

Органами выделения являются парные почки, протоки которых открываются в мантийную полость.

Как и все головоногие, кальмары раздельнополы. Самец отличается от самки коротким щупальцем, которое служит для перенесения сперматофора в мантийную полость самки. Семенник непарный, семяпровод длинный, извитой. Яичник непарный, яйца поступают в полость тела и по яйцеводам выводятся в мантийную полость.

При движении кальмара воронка может отгибаться в различном направлении, что позволяет животному двигаться даже боком. Плавники

служат рулями глубины. Кальмары постоянно совершают длительные миграции, проплывая тысячи километров.

Тихоокеанский кальмар широко распространѐн в Японском море, является промысловым видом [1].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемого объекта.
2. Зарисовать строение мантийной полости и внутреннее строение кальмара (рис. 46, 47).

Вид: *Todarodes pacificus*

Головоногие (цефалоподы) (*Cephalopoda*) – класс моллюсков, характеризующийся двусторонней симметрией и 8, 10 или большим количеством щупалец вокруг головы, развившихся из «ноги» моллюсков. Головоногие стали доминирующей группой моллюсков во время ордовикского периода и были представлены примитивными наутилоидами. Известно 2 современных подкласса: двужаберные (*Coleoidea*), который включает в себя осьминогов, кальмаров, каракатиц, и наутилоидеи (*Nautiloidea*), представленные наутилусами (*Nautilus*) и *Allonautilus*. Описано приблизительно 800 современных видов (ископаемых видов насчитывают около 10 тыс.), в России – 70 видов. Самые известные из вымерших групп: *Ammonoidea* (аммониты) и *Belemnitida* (белемниты), а из современных: кальмары, каракатицы и осьминоги [2].

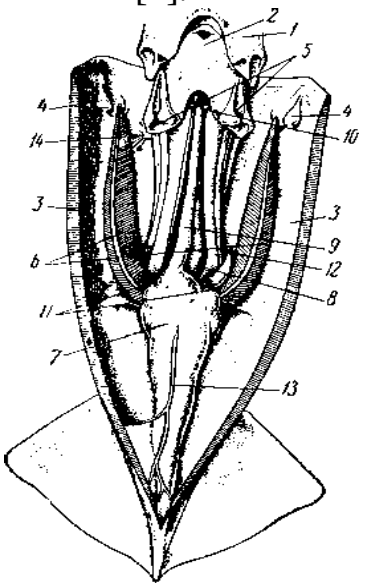


Рис. 46. Строение мантийной полости кальмара. По Verrill, 1879
1 – голова, 2 – воронка, 3 – мантия, 4 – валики запонок, 5 – желобки запонок, 6 – жабры, 7 – мешок внутренних органов, 8 – чернильный мешок, 9 – прямая кишка, 10 – анальное отверстие, 11 – отверстие почек, 12 – мужское половое отверстие, 13 – задняя аорта, 14 – звездчатый мантийный нервный узел

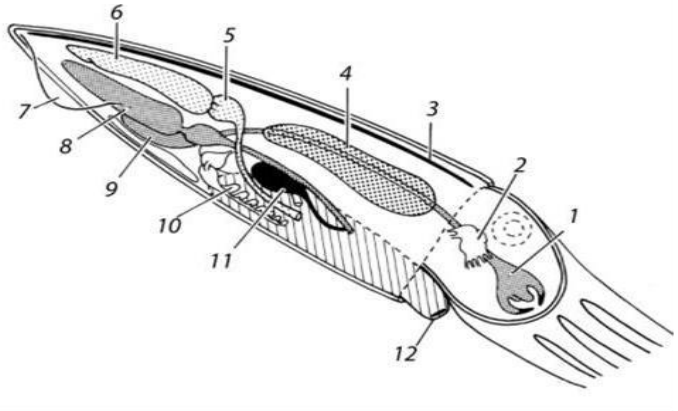


Рис. 47. Внутреннее строение головоногих моллюсков (из открытых интернет-источников)
1 – рот, 2 – мозг, 3 – перо, 4 – пищеварительная железа, 5 – половая железа, 6 – яичник, 7 – плавник, 8 – зоб, 9 – желудок, 10 – жабра, 11 – чернильный мешок, 12 – сифон

Описание макропрепаратов [2]

Макропрепарат Кальмар тихоокеанский (Todarodes pacificus)

Тело кальмара удлинённой, цилиндрической формы, беловатого цвета. От головы, по бокам которой расположены глаза, отходят восемь коротких и два длинных щупальца с присосками. Среди основания находится рот. По бокам задней части тела заметны плавники треугольной формы. На брюшной стороне головы виден полый внутри тяж – воронка, открывающаяся внутренним отверстием в мантийную полость.

Заполнить таблицу «Сравнительная характеристика моллюсков»

Признаки для сравнения	Брюхоногие	Двустворчатые	Головоногие
Представители			
Среда обитания			
Деление тела на отделы			
Раковина			
Пищеварительная система			
Дыхательная система			
Кровеносная система			
Нервная система			
Выделительная			

система			
Половая система			

Рисунки в альбоме: «Строение мантийной полости головоногого моллюска», «Внутреннее строение головоногих моллюсков».

Вопросы для самоконтроля

1. Брахиальные ганглии (расположение, иннервация) головоногих.
2. Функция перикардиальных желез головоногих.
3. Подклассы современных головоногих моллюсков.
4. Определение гектокотиля.
5. Защита мозга головоногих моллюсков.
6. Органы тела, в которые видоизменилась нога у головоногих моллюсков.
7. Подкласс головоногих моллюсков, к которому относится наутилус.
8. За счет чего головоногие моллюски способны изменять окраску тела.
9. Тип кровеносной системы головоногих моллюсков.
10. Дыхательная система головоногих моллюсков.

Ключевые термины

Глохидий
Замок таксодонтный
Лакуны
Гипостракум
Осфрадий
Ктенидий
Велигер
Коннективы
Сперматофор
Радула
Хроматофоры
Воронка
Гемоцианин
Статоцисты
Кеберов орган
Мантийный комплекс
Перикард
Мантия
Сифон
Лигамент
Инволютная раковина
Эволютная раковина
Комиссуры
Гектокотиль
Чернильная железа

Тип *ARTHROPODA* – ЧЛЕНИСТОНОГИЕ

Общая характеристика

Членистоногие самый большой по числу видов тип среди всех животных. Морфофункциональное разнообразие его представителей столь же огромно. Строение членистоногих имеет ряд общих черт, позволивших им заселить самые разнообразные среды и достичь современного разнообразия [1, 4, 13].

1. Тело членистоногих, как и у *Annelida*, состоит из сегментов, но в отличие кольчецов членистоногие обладают гетерономной сегментацией. Сегменты схожие морфологически и функционально объединены в более крупные образования – тагмы (голова, грудь, головогрудь, брюшко). Наиболее постоянная из всех тагм – это голова, состоящая из акрона и четырех сегментов. Сегментарный состав других тагм сильно варьирует в разных группах членистоногих.

2. На каждом сегменте исходно имеется по одной паре членистых конечностей, являющихся производными параподий кольчецов. Брюшные конечности чаще всего полностью редуцируются, либо преобразуются в другие структуры. Конечности, расположенные в разных тагмах, выполняют разные функции – прием пищи, передвижение, дыхание, органы чувств, половые придатки и т.д.

3. Отличительной особенностью членистоногих является наличие жёстких нерастяжимых покровов – хитиновой кутикулы, выполняющей роль наружного скелета. Кутикула наземных членистоногих состоит из трех слоев, у первичноводных – из двух. Из-за своей нерастяжимости, кутикула препятствует непрерывному росту, поэтому рост членистоногих сопровождается линьками.

4. Сплошного кожно-мускульного мешка нет. Мускулатура представлена отдельными пучками поперечнополосатых мышц. Мускулатура разбита на функциональные группы, выполняющие определенные функции. Наиболее развиты локомоторные (отвечающие за передвижение) мышцы.

5. Членистоногие относятся к вторичнополостным животным, но в процессе эмбриогенеза происходит слияние первичной полости тела с целомом, с образованием смешанной полости – миксоцеля. Полостная жидкость представлена гемолимфой. Полость тела не сплошная, а разделена двумя диафрагмами на синусы: перикардиальный (верхний), висцеральный (средний), перивневральный (нижний). Остатки целома сохраняются в гонадах и почках.

6. Пищеварительная система полная. В разных группах членистоногих пищеварительная система может иметь свои особенности.

7. Основные органы выделения членистоногих – это видоизмененные целомодукты (протоки целома, открывающиеся наружу) и мальпигиевы сосуды (новообразование встречающееся только у наземных артропод). Имеются и дополнительные органы выделения.

8. Для первичноводных артропод характерно жаберное дыхание. Наземные дышат либо легкими, либо трахеями. У мелких форм специализированные органы дыхания могут отсутствовать, в этом случае дыхание осуществляется всей поверхностью тела.

9. Кровеносная система незамкнутая. Самый крупный кровеносный сосуд – спинной, преобразованный в состоящее из камер сердце. Из сосудов гемолимфа изливается в синусы миксоцеля. Часто наблюдается обратная зависимость в развитии кровеносной и дыхательной систем. У мелких форм,

дышащих всей поверхностью тела, кровеносная система редуцируется вплоть до полного исчезновения.

10. Нервная система состоит из надглоточных ганглиев, образующих головной мозг (в исходном состоянии имеет три отдела – прото-, дейто- и тритоцеребрум), окологлоточных коннектив и брюшной нервной цепочки. В примитивном состоянии брюшная нервная система имеет вид лестницы.

11. Органы чувств развиты очень хорошо и представлены органами зрения (простые и сложные глаза), хеморецепции (обоняния, вкуса), слуха, равновесия, осязания.

12. Членистоногие размножаются только половым путем, половые железы парные. В основном членистоногие раздельнополые, очень редко встречается гермафродитизм. В способах оплодотворения наблюдается переход от наружного через наружно-внутреннее к внутреннему оплодотворению по типу копуляции. Развитие прямое или с метаморфозом.

13. Для всех артропод во внешнем и внутреннем строении наблюдаются процессы олигомеризации – уменьшение количества члеников тела, концентрация нервной цепочки со слиянием ганглиев, укорочение сердца и т.д.

Тип *Euarthropoda* делится на четыре подтипа – *Trilobitomorpha* (Трилобитообразные), *Branchiata* (Жабродышащие), *Chelicerata* (Хелицеровые), *Tracheata* (Трахейные или Трахейнодышащие).

ЗАНЯТИЕ 14
Подтип *CHELICERATA* – Хелицеровые
Класс *Arachnida* – Паукообразные
Отряд *Scorpiones* – Скорпионы
Отряд *Solifugae* – Сольпуги
Отряд *Aranei* – Пауки

Цель занятия: ознакомиться с разнообразием внешнего строения паукообразных на основе сравнительно-морфологического анализа.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику паукообразных.
2. Рассмотреть морфологический обзор скорпионов, сольпуг, пауков и клещей.
3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

1. Тело паукообразных состоит из головогруди и брюшка. Головогрудь цельная, несёт шесть пар конечностей и покрыта сплошным щитом. У некоторых видов она разделена на сегменты. В пределах класса брюшко может иметь различное количество сегментов.

2. Антеннулы и антенны у паукообразных исчезли и их место заняла первая пара околоротовых конечностей – клешневидные хелицеры,

участвующие в захвате и пережѐвывании пищи. Вторая пара конечностей – педипальпы, основные членики которых снабжены жевательными отростками (эндитами). Остальные четыре пары конечностей выполняют функцию ходильных ног.

3. Покровы паукообразных образованы хитинизированной кутикулой с лежащим под ней слоем гиподермального эпителия. В области сочленений конечностей кутикула тонкая и эластичная.

4. Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. Выросты средней кишки образуют массивную печень. У пауков в основании хелицер находится ядовитая железа, содержимое которой вводится при укусе в тело жертвы и способствует её перевариванию вне тела паука.

5. Органами дыхания являются лёгкие и трахеи.

6. Кровеносная система представлена сердцем с отходящими от него сосудами. У клещей сердце в виде маленького мешочка, либо отсутствует.

7. Выделительными органами служат коксальные железы и мальпигиевы сосуды. Первые представляют остатки метанефридий кольчатых червей. Мальпигиевы сосуды представляют собой 1–2 пары слепозамкнутых ветвящихся трубочек, открывающиеся в заднюю кишку.

8. Нервная система имеет различное строение у представителей класса, что связано со степенью дифференцировки тела на сегменты. Глаза простые, от одной до пяти пар; на теле находятся осязательные волоски – трихоботрии. В кутикуле имеются микрощели, затянутые тонкой мембраной, т.н. лировидные органы, выполняющие обонятельную функцию. В стенках глотки у пауков расположены чувствительные вкусовые клетки.

9. Паукообразные раздельнополы. Яичники и семенники находятся у самок и самцов в брюшке. Оплодотворение внутреннее, свободное сперматофорное или путём копуляции.

10. Развитие прямое (пауки, скорпионы, сольпуги) или с метаморфозом (клещи).

11. Среди паукообразных встречаются как свободноживущие, так и паразитические виды [1, 14, 17].

Систематика [1, 2, 4]

Тип *Euarthropoda – членистоногие*
Подтип *Chelicerata – хелицеровые*
Класс *Arachnida – паукообразные*
Отряд *Scorpiones – скорпионы*
Семейство *Buthidae – бутиды*
Род *Buthus – скорпион*
Вид *Buthus eupeus - пестрый скорпион*
Отряд *Pseudoscorpiones – Ложноскорпионы*
Семейство *Cheliferidae – хелифериды*
Род *Chelifer – хелифера*

Вид *Chelifer cancroides – книжный ложноскорпион*
Отряд *Araneae – пауки*
Семейство Araneidae – пауки
Род *Araneus – пауки*
Вид *Araneus diadematus – паук-крестовик*
Отряд *Ixodida – иксодовые клещи*
Семейство *Ixodidae – иксодовые клещи*
Род *Ixodes – иксодовые*
Вид *Ixodes persulcatus – таежный клещ*

Морфологический обзор

Тело паукообразных состоит из головогруди и брюшка. Головогрудь включает акрон и 7 сегментов. У сольпуг имеется передний отдел тела – пропельтидий (акрон + 4 сегмента), 2 свободных грудных сегмента и членистое брюшко. У скорпионов головогрудь слитная, брюшко длинное, 12-ти сегментное, делящееся на широкое переднебрюшие (7 сегментов) и узкое заднебрюшие (5 сегментов). Последнее заканчивается тельсоном, несущим искривлённую ядовитую иглу. У пауков и клещей головогрудь и брюшко представлены сплошными нерасчленёнными отделами, однако у пауков между ними имеется короткий и узкий стебелёк, являющийся 7 сегментом тела. У клещей всё тело цельное без границ между сегментами и перетяжек.

Головогрудь арахнид несёт 6 пар конечностей. Две передние пары участвуют в захвате и измельчении пищи – хелицеры и педипальпы. Хелицеры состоят из 3-х члеников, педипальпы – из нескольких. При помощи жевательных выростов на основном членике педипальп происходит измельчение и разминание пищи, тогда как прочие членики выполняют функцию щупалец. У скорпионов педипальпы превращены в мощные длинные клешни, у остальных паукообразных похожи на ходильные ноги. Остальные 4 пары головогрудных конечностей состоят из 6–7 члеников и играют роль ходильных ног, заканчивающихся коготками. У взрослых арахнид брюшко лишено конечностей, но у эмбрионов на брюшке закладываются зачатки ножек, сохраняющиеся во взрослом состоянии в несколько изменённом виде (у скорпионов на первом брюшном сегменте в виде парных половых крышечек, прикрывающих половые отверстия; на втором сегменте брюшка –в виде парных гребенчатых органов, выполняющих осязательную роль и снабжённых многочисленными нервными окончаниями. Такова же природа и легочных мешков, паутинных бородавок пауков) [1, 2, 7].

Покровы арахнид состоят из кутикулы, гиподермы и базальной мембраны. Кутикула имеет сложное строение: снаружи располагается липопротеиновый слой, в состав которого входят белки, задубленные фенолами и инкрустирующие хитин, что придаёт покровам особую прочность. Производными гиподермального эпителия являются некоторые железистые образования, в т.ч. ядовитые и паутинные железы [1, 2, 7].

Пищеварительная система паукообразных представлена передним, средним и задним отделами кишечника. Передняя кишка состоит из рта, мускулистой глотки, пары слюнных желез. К стенкам глотки прикрепляются пучки мышечных волокон, при сокращении которых полость глотки увеличивается, и жидкая пища всасывается через рот. Такой способ питания свойствен паукам и клещам. Скорпионы вначале разгрызают покровы жертвы, а затем высасывают её содержимое. Средняя кишка имеет слепые выросты, заходящие иногда в основания ног, что увеличивает её всасывательную поверхность. Брюшная часть средней кишки отдаёт парный железистый вырост, называемый печенью. В ней происходит внутриклеточное пищеварение путём фагоцитоза пищевых частиц, а также выработка пищеварительных ферментов. Задняя кишка, особенно у пауков, имеет выпячивание – ректальный пузырь. Большинство паукообразных является хищниками, сначала парализующими свою жертву секретом ядовитых желез, затем вводящими в её тело протеолитические ферменты слюны и высасывающими полупереваренную пищу. Такое пищеварение получило название внекишечного. Среди клещей встречаются виды, паразитирующие на растениях, животных и коже человека [4, 7].

Органами дыхания у пауков служит одна или две пары листовидноскладчатых лёгких и трубчатые трахеи. Лёгкие расположены в основании брюшка по сторонам от полового отверстия. Воздух проникает в лёгкие через щелевидные отверстия – стигмы. Стенки лёгких образуют листочкообразные выпячивания, или карманы, внутри которых циркулирует гемолимфа. Обмен газами происходит через тонкие покровы легочных карманов путём диффузии. Трахейная система состоит из двух неветвящихся трубок, которые направлены вперёд от общего кармана, открывающегося малозаметной щелью перед паутинными бородавками. Пара трахей имеется только у двулегочных пауков, у четырёхлегочных она отсутствует. У скорпионов на брюшной поверхности 3–6 сегментов переднебрюшия расположены 4 пары узких щелей – дыхалец, ведущими в легкие. У клещей на 1–2 сегментах брюшка имеются парные дыхательные отверстия, продолжающиеся в виде неветвящихся трахей [4, 7].

Развитие кровеносной системы арахнид связано с характером дыхания, степенью расчленённости и величиной тела. Сердце хорошо развито у крупных расчленённых форм с локализованным легочным дыханием. У скорпионов сердце трубчатое, с семью парами остий, передней и задней аортами и метамерными артериями; у пауков имеются 3–4 пары остий; у клещей сердце мешковидной формы, небольшое, с парой остий, либо отсутствует. Из сердца кровь по аортам и артериям изливается в систему лакун, омывая внутренние органы. У форм, имеющих лёгкие, она проходит через легочные синусы и обогатившись кислородом, возвращается в перикардий, а из него через остии поступает в сердце. При трахейном типе дыхания кровь собирается к сердцу из полости тела. Кровь паукообразных

бесцветна и содержит клетки нескольких типов. У всех арахнид кровеносная система незамкнутая [2].

Нервная система паукообразных состоит из головного мозга, окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки. Головной мозг имеет передний отдел – протоцеребрум и задний отдел – тритоцеребрум. Протоцеребрум иннервирует глаза, а тритоцеребрум – хелицеры. Средний отдел (дейтоцеребрум) отсутствует в связи с утратой усиков. У скорпионов нервная система состоит головного мозга, окологлоточного нервного кольца и ганглиозной массы в головогруди, с отходящими от неё нервами ко 2–6 парам конечностей, а также из 7-ми ганглиев брюшной нервной цепочки. У пауков она слилась в головогрудной ганглий. У клещей нервная система образует вокруг пищевода сплошное нервное кольцо. Органы чувств представлены осязательными волосками (трихоботриями), обонятельными сенсиллами (хеморецепторы), органами, воспринимающими колебания (сейсморецепторы), влажность воздуха (гигрорецепторы) и др. Глаза простые, расположены на дорсальной поверхности головогруди спереди в числе 2-х, 6-ти, 8-ми, 12-ти. У скорпионов имеется пара срединных более крупных глаз и 2–5 пар маленьких боковых. У пауков чаще 8 глаз, расположенных в виде парной дуги, причѐм средняя пара глаз верхней дуги крупнее остальных [2, 7].

Выделительная система паукообразных представлена парой мальпигиевых сосудов, которые имеют вид ветвящихся слепозамкнутых трубочек. Они открываются в кишечник на границе между средней и задней кишкой. Продукт выделения арахнид – азотсодержащее вещество гуанин. Он выделяется в кристаллическом виде, поэтому потери воды в организме у паукообразных сведены до минимума. В одном или двух сегментах головогруди располагаются коксальные железы – парные мешковидные образования мезодермальной природы. Они хорошо развиты у зародышей, а у взрослых животных в той или иной степени атрофируются. Коксальные железы состоят из концевого эпителиального мешочка, петлевидно извитого канала и прямого выводного протока с мочевым пузырьком, открывающимся отверстием наружу [1].

Паукообразные раздельнополы. У наиболее древних представителей класса половые железы парные, как, например, у скорпионов. У пауков и клещей они непарные. От гонад отходят парные половые протоки, сливающиеся дистальными частями (у пауков и клещей) и открываются наружу половым отверстием. У скорпионов слияния половых протоков не происходит, поэтому половые отверстия у них парные. Последние у всех арахнид открываются на вентральной стороне первого брюшного сегмента.

Оплодотворение у паукообразных внутреннее путём прикрепления самцом сперматофоров к половым отверстиям самки, либо посредством копуляции. Самцы ложноскорпионов откладывают сперматофоры прямо на поверхность почвы, а самки находят их с помощью хеморецепторов и захватывают половыми отверстиями. Самцы многих пауков переносят

сперматофор в половые пути самки с помощью хелицер. У некоторых форм имеются копулятивные органы, или их роль выполняют видоизменённые концевые членики педипальп [1].

Яйца арахнид богаты желтком, который развивающиеся зародыши используют в качестве питательного материала. Скорпионы, лжескорпионы и некоторые клещи являются живородящими. У зародышей сегментация тела выражена заметно лучше, чем у взрослых животных. Зародыши имеют 12-ти сегментное брюшко, на 4 и 5 сегментах которого сохраняются зачатки ножек. В дальнейшем (за исключением скорпионов) все сегменты брюшка сливаются. У скорпионов конечности закладываются на 1–6 сегментах переднебрюшия. Первая их пара даёт половые крышечки, а вторая - гребенчатые органы. Остальные брюшные ножки по мере развития атрофируются. Всё это указывает на то, что паукообразные произошли от животных с богатой сегментацией и многочисленными конечностями. Развитие у большинства арахнид происходит по схеме: яйцо – личинка – взрослое животное. У клещей в развитии имеет место сложный метаморфоз: яйцо – личинка – протонимфа – телеонимфа – взрослое животное (имаго) [2].

Отряд Скорпионы (*Scorpiones*)

Длина тела большинства скорпионов составляет 3–5 см, однако некоторые тропические виды могут достигать до 15 см. Обитают преимущественно в тропическом и субтропическом поясе. Педипальпы вооружены клешнями, брюшко сегментировано. Заднебрюшие узкое, заканчивается тельсоном с изогнутой иглой. Ядовитые железы находятся внутри тельсона, а их протоки открываются на кончике иглы. Охотясь, скорпион хватает добычу клешнями и перегнув брюшко через спину, вонзает иглу в тело жертвы. Питаются скорпионы насекомыми, выходя ночью из своих укрытий. Некоторые виды крупных тропических скорпионов ядовиты. После рождения детёнышей самка носит их некоторое время на себе. В странах Средней Азии встречается 15 видов скорпионов, а всего их известно около 600 [4, 6].

Отряд Сольпуги (*Solifugae*)

Паукообразные с сильно расчленѐнным телом: пропельтидием (акрон + 4 грудных сегмента), двумя свободными грудными сегментами и 10-ти члениковым брюшком. Хелицеры клешневидные, педипальпы напоминают ходильные ноги. Известно около 600 видов, встречающихся в тропических регионах. В Средней Азии найдено 50 видов. Как и скорпионы, являются ночными хищниками. В Крыму и на Кавказе обитает фаланга (Galeodes araneoides), достигающая 5 см в длину [1].

Отряд Сенокосцы *(Opiliones)*

По внешнему виду эти животные напоминают пауков, но отличаются расчленением тела и наличием длинных тонких ног. Брюшко состоит из 9–10 сегментов и соединено с головогрудью широким основанием. Хелицеры

клешневидные. Известно около 3200 видов. Наибольшее распространение имеет обыкновенный сенокосец (*Phalangium opilio*) [1].

Отряд Пауки *(Araneae)*

Включает более 20 000 видов. Отличаются цельным несегментированным брюшком, соединѐнным с головогрудью тонким стебельком. Хелицеры заканчиваются подвижным когтевидным члеником. Педипальпы щупальцевидны, напоминают ходильные ноги, последний членик педипальп у самцов имеет резервуар для переноса спермы в половые пути самки. Лѐгких одна или две пары, у двулегочных пауков, кроме того, имеются трахеи. Конечности двух последних сегментов брюшка видоизменены в паутинные бородавки. В вентральной части внутри брюшка лежат многочисленные (до тысячи) паутинные железы, которые выделяют клейкое вещество, затвердевающее на воздухе. Совокупность сотен выделяемых тончайших ниточек паутины склеиваются в одну шелковистую нить. Пауки могут продуцировать несколько сортов паутины для различных целей (клейкая – для спутывания добычи, сухая – для постройки тенет и т.д.). По образу жизни пауки делятся на бродячих и сидячих, или тенетных. Некоторые перешли к жизни в воде, как, например, паук-серебрянка (*Argyroneta aquatica*). Половой диморфизм у пауков довольно чѐткий: самцы меньше самок. Мелкие и слабые самцы нередко поедаются самкой после спаривания, если не успевают спастись бегством. Некоторые пауки ядовиты. В южных районах европейской части обитает тарантул (*Lycosa singoriensis*), а в Средней Азии – каракурт (*Latrodectes tredecimguttatus*). Укус тарантула болезнен, а каракурта иногда смертелен для человека. Для лечения после укуса каракурта используют антикаракуртную сыворотку [4, 17].

Отряд Паразитиформные клещи *(Parasitiformes)*

Известно около 10 000 видов паразитиформных клещей. Это мелкие наземные, реже водные паукообразные. Подавляющее большинство среди них – паразиты животных и растений. Тело клещей овальной или яйцевидной формы, все сегменты головы, груди и брюшка слиты вместе в единое целое. Хелицеры и педипальпы срослись и образовали хоботок. Ходильных ножек 4 пары. Хитинизированная кутикула образует на спинной стороне щиток, покрывающий у самки только 1/3 длины тела. Остальная часть покрыта тонким растяжимым хитином. Хоботок состоит из воротничка – хитиновой пластинки в виде кольца, отходящего от него длинного выроста – гипостома, который усажен направленными назад шипиками. По бокам гипостома находятся два щупика: пальпы. Хелицеры острые и зазубренные, помещаются в специальных вместилищах, т.н. футлярах. Гипостом и футляры хелицер образуют трубку, по которой кровь поступает в рот [1].

Иксодовые (*Ixodidae*) и аргазовые (*Argasidae*) клещи переносят возбудителей сыпного тифа, клещевого энцефалита, туляремии,

пироплазмидозов животных и человека. Как временные паразиты нападают на домашних животных и человека и питаются кровью.

Отряд Акариформные клещи (*Acariformes*)

Насчитывает более 15 000 видов. Отряд делится на два подотряда: саркоптиформные клещи (*Sarcoptiformes*) и тромбидиформные клещи (*Trombidiformes*). К первому относятся панцирные, перьевые, волосяные, чесоточные и др. клещи. Второй подотряд включает паутинных, водяных клещей и краснотелок. Акариформные клещи очень малы, до 0,2–0,3 мм длины. Покровы тела у них тонкие, головогрудь и брюшко сегментированы. Имеют один срединный и две пары боковых глаз. Хелицеры и педипальпы свободные, не слившиеся между собой [4].

Панцирные клещи семейства *Oribatidae* являются промежуточными хозяевами мониезий. В теле клеща развивается личинка этих гельминтов – цистицеркоид.

В коже человека паразитирует чесоточный зудень (*Sarcoptes scabiei*), в сальных железах – угревая железница (*Demodex folliculorum*), у собак – *Demodex canis*, у крупного рогатого скота – *Demodex bovis*. На поверхности кожи у кроликов паразитируют клещи накожники (*Psoroptes cuniculi*) [4].

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение крестовика.
2. Рассмотреть внешнее строение паука на фиксированном материале. Найти головогрудь, брюшко, глаза, отметить их расположение у разных видов. Найти хелицеры и педипальпы, 4 пары ходильных ног. Зарисовать внешнее строение паука (рис. 51).
3. Изучить внутреннее строение паука. Найти основные системы органов и зарисовать (рис. 52).
4. Рассмотреть строение скорпиона и ложноскорпиона. Отметить разделение брюшка на передне- и заднебрюшие, найти тельсон с ядовитой иглой, строение педипальп и хелицер, количество и расположение глаз и отверстий легочных мешков. Зарисовать внешнее строение скорпиона (рис. 53, 54).
5. Изучить по влажным и постоянным препаратам строение таежного клеща. Отметить, что все сегменты тела сливаются. Рассмотреть половой диморфизм клещей. Зарисовать строение иксодового клеща (рис. 55).

Вид: *Araneus diadematus*

Крестовики (*Araneus*) – род аранеоморфных пауков семейства кругопрядов (*Araneidae*).

Существует более 600 видов крестовиков, на территории России и СНГ из них насчитывается от 27 до 30 видов.

Крестовик питается, как и многие паукообразные, используя паутину. Сидит он не только в своих «пещерках», но и в центре паутины, а также

рядом с ней. Пищеварение внешнее – как и все пауки, сам переваривать не может. Поэтому запускает в тело жертвы свои пищеварительные соки. Пока жертва закутана в паутину, она переваривается. Пауку остаётся выпить получившийся питательный раствор. Предпочитает мелких насекомых [2].

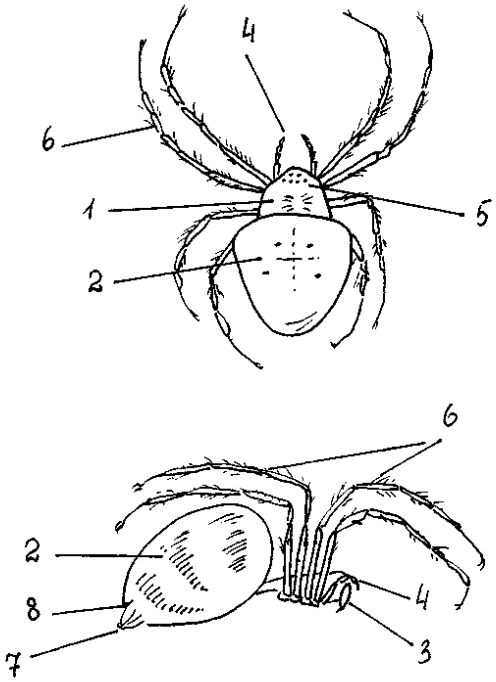


Рис. 51. Внешнее строение паука. По Emerton, 1902.
1–головогрудь; 2–брюшко; 3–хелицеры; 4–педипальпы; 5–4 пары глаз; 6–4 пары ходильных ног; 7–паутинные бородавки; 8–анальное отверстие

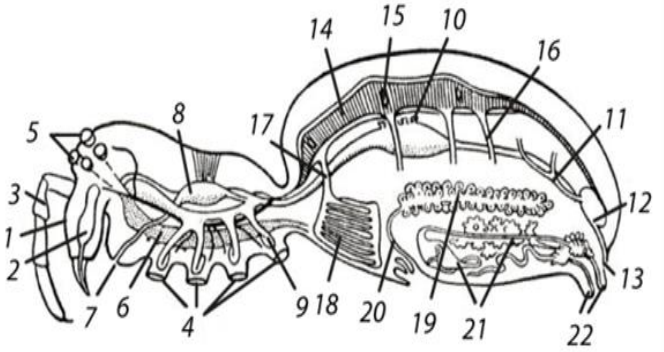


Рис. 52. Внутреннее строение паука. Из Аверинцева (Догель, 2015) [1]
1 – хелицеры, 2–ядовитая железа, 3 – педипальпы, 4 – ноги, 5 – глаза, 6 – мозг, 7 – ротовое отверстие, 8 – сосательный желудок, 9 – выросты кишечника, 10 – протоки печени (печень не показана), 11 – мальпигиевы сосуды, 12 – клоака, 13 – анальное отверстие, 14 – сердце, 15 – остии, 16 – артерии, 17 – легочная вена, 18 – легкие, 19 – яичник, 20 – яйцевод, 21 – паутинные железы, 22 – паутинные бородавки

Вид: *Mesobuthus eupeus*

Скорпионы (*Scorpiones*) – отряд членистоногих из класса паукообразных (*Arachnida*). Исключительно наземные формы, которые встречаются лишь в жарких странах. Всего известно около 1750 видов скорпионов, но яд только около 50 из них опасен для человека. Скорпионы встречаются главным образом в жарком поясе и в более тёплых областях умеренного пояса - на юге Европы (Греция, Португалия, Корсика, Сицилия, Сардиния, Кипр, страны Западных и Южных Балкан, Болгария, Испания, Италия), в Крыму, на российском Северном Кавказе, в Низовьях Волги, в Закавказье, в Средней Азии, Монголии, в Северной и Южной Америке и на Среднем и Ближнем Востоке [2].

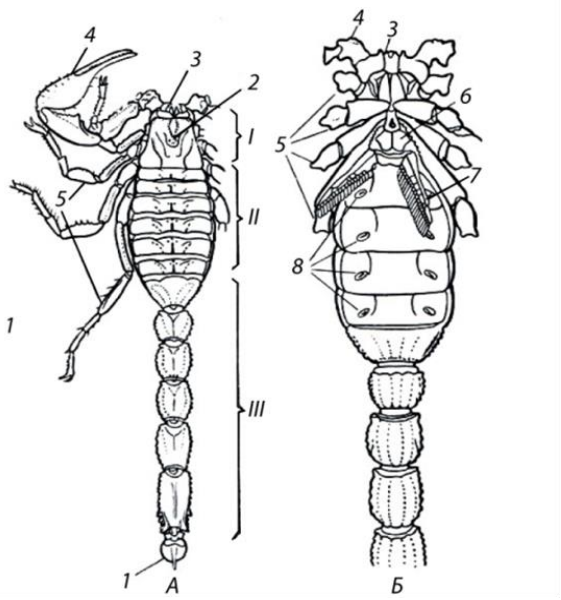
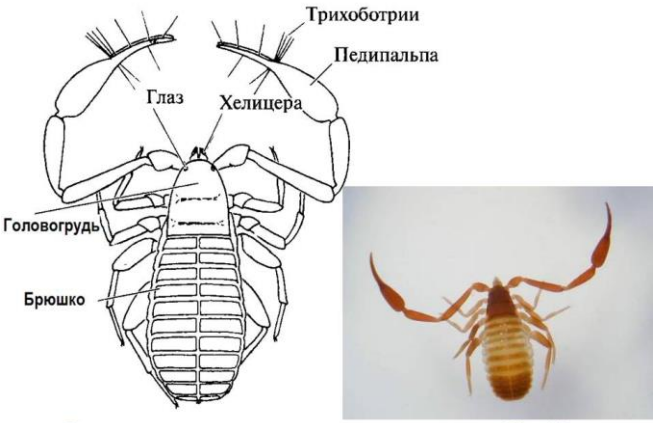


Рис. 53. Внешнее строение скорпиона. А – со спинной стороны,
Б – с брюшной стороны (из Жизни животных, 1969)
I – просома; II – мезосома (7 сегмент не выражен); III – метасома.
1 – хвостовой членик с ядовитой иглой; 2 – глаза; 3 – хелицеры;
4 – педипальпы; 5 – ноги; 6 – половые крышечки; 7 – гребневидные органы;
8 – дыхальца легких

Вид: *Chelifer sp.*

Форма тела напоминает клеща. Взрослые особи вырастают в длину до 3-х мм. Спереди у насекомого можно увидеть клешни. Размеры клешней несоизмеримы с телом насекомого, так как достигают половины размера тела. Ложноскорпион проявляет свою активность в ночное время суток. В природе этих маленьких существ можно встретить в лесах, в пещерах, под камнями, под корягами или в птичьих гнездах. В квартиру человека забираются книжные ложноскорпионы. Строение тела у этого насекомого настолько своеобразное, что его трудно спутать с другими видами насекомых. Живут ложноскорпионы порядка 3-х лет, не больше. Поначалу

личинки держатся на теле матери и питаются за ее счет. Гнездо они выстраивают из кусочков бумаги, а также из другого мусора. Когда они линяют, то фиксируют свое гнездо тонкой паутиной. В результате получается что-то похожее на кокон, где сухо и тепло. Эти существа, в основном, перемещаются боком, из-за наличия больших клешней, хотя могут ходить вперед и назад. Когда появляются опасные ситуации, то ложноскорпион может замереть, притворившись мертвым, хотя в основном, он пытается убежать в свое укрытие. Это насекомое способно передвигаться по любым видам поверхностей, из-за наличия присосок на лапках [2].



Внешнее строение ложноскорпиона *Chelifer cancroides* (вид со спинной стороны)

Рис. 54 Внешнее строение ложноскорпиона. По Байеру (Догель, 2015) [1]

Вид*: Ixodes persulcatus*

Таёжный клещ (*Ixodes persulcatus*) – один из широко распространенных видов рода Ixodes. Обычно является обитателем лесных стаций, но встречается также на лугах и в зарослях кустарников. Ареал таёжного клеща в России находится в основном в пределах средней и южной подзон тайги.

Данный вид – полифаг, он может питаться на многочисленных видах млекопитающих, птицах, рептилиях. Личинки и нимфы питаются на мышевидных грызунах, бурундуках, белках, зайцах и других мелких млекопитающих, а также на насекомоядных птицах [2].

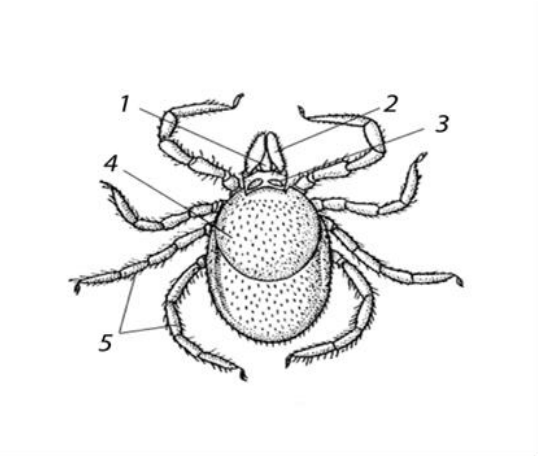


Рис. 55. Строение самки таежного клеща *Ixodes persulcatus*. По Померанцеву (Догель, 2015) [1]
1 – хоботок; 2 – педипальпа; 3 – основание хоботка; 4 – туловище; 5 – ходильные ноги

Описание макро- и микропрепаратов [2]

Макропрепарат Скорпион (Scorpiones)

Тело скорпиона желтоватого цвета, сплющено в спинно-брюшном направлении. Головогрудь небольшая, цельная. В ее передней части располагается пара медиальных нефасетированных глаз, а по бокам – группа маленьких боковых. Головогрудь несёт шесть пар конечностей. С вентральной части головы заметны щипчиковидные хелицеры (1-я пара конечностей). Вторая пара – педипальпы – вооружена клешнями и служит для ловли добычи. Далее располагаются четыре пары ходильных ног, заканчивающиеся коготками. Переднебрюшие широкое, состоит из семи сегментов. Заднебрюшие узкое, состоит из пяти сегментов, заканчивается тельсоном с ядовитой иглой. С брюшной стороны на первом сегменте переднебрюшия располагается пара половых крышечек, прикрывающих половые отверстия. Видоизменённые конечности второго сегмента переднебрюшия представлены парой гребневидных придатков. Они снабжены многочисленными нервными окончаниями и играют роль органов осязания. На четырёх следующих сегментах переднебрюшия открывается по паре дыхательных отверстий, или стигм.

Макропрепарат Паук крестовик (Araneus diadematus)

Тело паука состоит из слитной головогруди и брюшка. В передней части головогруди располагается 4 пары нефасетированных глаз. Головогрудь, как и у скорпиона, несёт 6 пар конечностей. Вблизи рта находятся небольшие хелицеры, а чуть позади них - щупиковидные педипальпы. Четыре пары ходильных ног семичлениковые, заканчиваются коготками. На вентральной поверхности задней части брюшка лежат 3 пары паутинных бородавок. Своё название паук получил за специфическую окраску верхней части брюшка, напоминающую по форме крест.

Макропрепарат Иксодовые клещи (Ixodes persulcatus)

Тело клеща овальной или яйцевидной формы. Голова, грудь и брюшко слиты между собой в единое целое без признаков сегментации. Спереди заметен небольшой хоботок, представляющий собой видоизменённые хелицеры и педипальпы и образующие колюще-сосущий ротовой аппарат. Грудь несёт 4 пары членистых ходильных ножек. У самок на спине хитинизированный щиток занимает всего 1/3 длины тела, а остальная часть покрыта тонким растяжимым хитином, что позволяет самкам увеличиваться в размерах при питании кровью животных и человека.

Микропрепарат Хелицеры и педипальпы паука

Хелицеры двучленистые. Основной членик толстый, цилиндрической формы. Второй членик коготковидный, складывается в бороздку на основном. Педипальпы длинее хелицер, состоят из 6-ти члеников. У их основания видны округлой формы жевательные пластинки, выполняющие роль челюстей.

Рисунки в альбоме: «Внешнее строение паука», «Внутреннее строение паука», «Внешнее строение скорпиона», «Внешнее строение ложноскорпиона», «Строение таежного клеща».

Вопросы для самоконтроля

1. Происхождение ядовитых желез у паукообразных.
2. Определение «коксальные железы», происхождение, строение, расположение.
3. Представители паукообразных имеющие и трахеи, и «легкие».
4. Отряды, входящие в класс *Arachnida*.
5. Заболевания переносящие иксодовые клещи.
6. Строение покровов у паукообразных.
7. Представители паукообразных, не имеющие ядовитых желез.
8. Строение нимфы клещей.
9. Органы чувств паукообразных.
10. Представители паукообразных характеризующиеся наибольшей расчлененностью тела.

ЗАНЯТИЕ 15
Тип *ARTHROPODA* – Членистоногие
Подтип *MANDIBULATA* – Челюстные членистоногие
Класс *Branchiopoda* – Жаброногие раки

Цель занятия: изучить морфологию и анатомию жаброногих раков.

Задачи:

1. Рассмотреть общую характеристику и систематику жаброногих раков.
2. Ознакомиться с морфологическим обзором жаброногих раков.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика жаброногих раков

1. Тело ракообразных состоит из трех отделов – головы, груди и брюшка.

2. Голова, как и у всех членистоногих, состоит из акрона и четырех сегментов. Голова может быть слитной, либо в примитивном случае разделена на протоцефалон (*protocephalon*) (акрон и первый сегмент) и гнатоцефалон (*gnathocephalon*) (три следующих сегмента). Сегментарный состав грудного и брюшного отделов в разных подклассах включает от 5 до 50 сегментов.

3. Покровы головы могут образовывать вырост (спинную складку) – карапакс (carapax), который может прикрывать голову, грудь (сверху и по бокам), все тело (в виде двустворчатой раковины).

4. Исходно на каждом сегменте тела расположено по паре конечностей. Конечность ракообразных имеет примитивное – двуветвистое строение. Типичная конечность состоит из основного отдела и двух ветвей. Основной отдел – протоподит (*protopodit*) состоит из двух члеников коксоподита (*coxopodit*) и базиподита (*basipodit*). Коксоподит несет жаберный вырост – эпиподит (*epipodit*); базиподит несет две ветви наружную (*exopodit*) и внутреннюю (*endopodit*). Исходный тип конечности может сильно различаться в зависимости от места расположения и выполняемых функций.

5. Протоцефалон несет две пары антенн – характерная особенность ракообразных. Первая пара или антеннулы являются придатком акрона, вторая пара или просто антенны – конечности первого сегмента головы. Кроме того, на протоцефалоне расположены глаза. Гнатоцефалон – это челюстной отдел головы, несущий три пары челюстей – верхние челюсти (мандибулы) и две пары нижних челюстей (максиллы I и II). Основная функция грудных конечностей – передвижение. Брюшные конечности имеются только у высших раков.

6. Покровы ракообразных лишены восколипидного слоя – эпикутикулы, поскольку они являются первичноводными животными. Хитиновая кутикула пропитана углекислым кальцием, что придает ей дополнительную прочность.

7. Полость тела – миксоцель.

8. Мышечная система – отдельные пучки поперечнополосатой мускулатуры.

9. Пищеварительная система состоит из трех отделов. Передняя и задняя кишки эктодермальные, средняя – энтодермальная. В более простом случае пищеварительная система имеет вид трубки, в более сложном – передний кишечник образует расширение – мускульный (жевательный) желудок. В средний кишечник впадают протоки печени, отвечающей за выделение ферментов, а также за внутриклеточное пищеварение (фагоцитоз). Между размерами печени и длинной средней кишки имеется обратная зависимость.

10. Выделительная система представлена видоизмененными целомодуктами – двумя парами почек. Почки называются по месту своего расположения: антеннальные – лежат в первом сегменте головы

(антеннальном); максиллярные – лежат в четвертом сегменте головы (втором максиллярном). Обе пары вместе присутствуют редко, во взрослом состоянии у низших ракообразных имеются максиллярные железы, у высших – антеннальные.

11. Дышат ракообразные с помощью кожных жабр, расположенных у разных групп ракообразных на грудных, брюшных ногах, а также на стенках груди. Мелкие формы лишены специализированных органов дыхания и дышат всей поверхностью тела. Сухопутные ракообразные имеют разнообразные адаптивные приспособления для дыхания атмосферным воздухом, например, псевдотрахеи у мокриц.

12. Кровеносная система открытого типа. У примитивных форм сердце трубчатое, многокамерное. У высокоорганизованных – сердце компактное, состоящее из нескольких камер с остиями. Мелкие формы лишены сердца. У ракообразных кровеносная система развита лучше, чем у насекомых. Имеются несколько артерий, отходящих от переднего и заднего концов сердца, кроме того, может иметься система венозных сосудов, по которым окисленная гемолимфа поступает от жабр в перикардий и сердце. Функции кровеносной системы – дыхательная, разнос питательных веществ, транспорт продуктов обмена к органам выделения. У мелких форм кровеносная система редуцируется.

13. Нервная система – надглоточный ганглий из трех отделов, окологлоточные коннективы, подглоточный ганглий, брюшная нервная цепочка. У примитивных форм брюшная цепочка в виде лестницы, в процессе олигомеризации нервная система концентрируется до единого грудного узла.

14. Органы чувств развиты хорошо. Имеются глаза – простые (науплиальные) и сложные (фасеточные); органы обоняния, осязания. У некоторых развиты органы равновесия и слуха.

15. Жаброногие раки в подавляющем большинстве случаев раздельнополые, у некоторых представителей отряда Усоногие раки развился гермафродитизм как приспособление к неподвижному образу жизни.

16. Развитие жаброногих раков чаще всего с метаморфозом через прохождение нескольких личиночных стадий (науплиус, метанауплиус, зоеа, мизидная личинка). Редко встречается прямое развитие [1, 2, 4, 7].

Систематика [1, 2, 4, 7]

Тип Arthropoda – членистоногие
Подтип Mandibulata – челюстные членистоногие
Класс *Branchiopoda – жаброногие раки*
Подкласс Phyllopoda – листоногие ракообразные
Отряд Anomopoda – ветвистоусые раки
Семейство *Daphniidae – дафнии*
Род *Daphnia – дафния*
Вид *Daphnia sp.*

Подкласс *Anostraca – жаброноги*
Семейство *Artemiidae – артемии*
Род Artemia – артемия
Вид Artemia sp. – артемия
Подкласс Malacostraca – высшие раки
Отряд Decapoda – десятиногие
Семейство *Astacidae – раки*
Род *Astacus – раки*
Вид Astacus astacus – речной рак

Морфологический обзор жаброногих раков (*Branchiopoda)*

Общее число известных видов жаброногих раков превышает 20 000. Это преимущественно водные животные, населяющие морские, пресные и подземные водоемы. Отдельные виды приспособились к жизни на суше, известны среди жаброногих раков и паразиты.

Жаброногие раки характеризуются наличием двух пар усиков: антенн (усики 1-ой пары) и антеннул (усики 2-ой пары), а также двуветвистых конечностей. Тело этих животных состоит из трех отделов: головы, груди и брюшка. Количество сегментов тела различно и колеблется от 5 до 50.

Головной отдел представлен акроном (головной лопастью) и четырьмя сегментами. На голове располагаются антенны и антеннулы, видоизмененные конечности для удержания и измельчения пищи. В состав груди у высших раков входит восемь сегментов, каждый из которых снабжен парой конечностей, а в состав брюшка - шесть. Последнее заканчивается анальной лопастью или тельсоном, являющимся видоизмененной последней парой брюшных ножек. У более примитивных форм жаброногих раков сегменты каждого отдела остаются свободными, а у большинства высших раков они сливаются в функциональные единицы – тагмы (голова, грудь, брюшко) [2, 7].

С вентральной части головы находится ротовое отверстие, прикрытое сверху непарной кутикулярной складкой – верхней губой. У высших раков голова и грудь сливаются воедино, образуя неподвижное соединение – головогрудь, или карапакс. На голове располагаются органы осязания и обоняния – усики 1-ой и 2-ой пар (антеннулы и антенны), причем антенны обычно значительно длиннее. У листоногих раков антенны приспособлены для плавания, а антеннулы рудиментарны. В особых выемках у высших раков находятся глаза на подвижных стебельках. У максиллопод глаза простые, часто непарные, без стебельков. Бранхиоподы обладают парными глазами, один из которых, как например, у ветвистоусых, простой, а второй – сложный. Вторая пара головных конечностей – верхние челюсти (жвалы, или мандибулы) служат для перетирания и измельчения пищи. За ними располагаются конечности третьего и четвертого сегментов головы – нижние челюсти (максиллы первой и второй пары) в виде листообразных ножек [1].

Грудные конечности служат для плавания, передвижения по грунту, поимки, удержания и измельчения пищи. Ближе к ротовому отверстию находятся ногочелюсти, у высших раков их три пары, подносящие кусочки добычи ко рту. Остальные пять пар грудных конечностей малакострак служат для передвижения по грунту и носят название ходильных ног. Первая их пара наиболее развита и вооружена клешнями, состоящими из подвижного и неподвижного пальцев. Соединяются они между собой с помощью особого сустава. Нередко вторая и третья пара ходильных ног также заканчивается небольшими клешнями (речные раки, омары, креветки). Некоторые паразитические ракообразные имеют редуцированные грудные конечности [1, 9].

Брюшные ножки развиты преимущественно у высших раков, двуветвистые. Часто они несут не двигательную, а дыхательную функцию. У самцов речного рака первая пара брюшных ножек функционирует в качестве совокупительного органа при переносе спермы к половым отверстиям самки. У последних эта пара брюшных конечностей отсутствует. Обычно оплодотворенная икра прикрепляется самками на брюшные ножки, где находится до момента выхода молоди. У большинства малакострак последняя пара брюшных ног преобразована в широкие пластинки, формирующие веерообразный хвостовой плавник, или тельсон. При его расправлении и ритмичном сгибании брюшка высшие раки способны довольно быстро плавать задней частью тела вперед. У плавающих десятиногих (креветки) мощное развитие брюшка и его конечностей привело к тому, что эти животные ведут больше пелагический, чем донный образ жизни [1, 9].

Покровы тела ракообразных состоят из кутикулы, гиподермального эпителия и базальной мембраны. В наружном слое кутикулы откладывается карбонат кальция, что придает покровам особую прочность. Внутренний слой кутикулы образован эластичным органическим азотсодержащим веществом – хитином. У мелких форм ракообразных кутикула слабо пропитана известью, мягкая и прозрачная. Крупные донные формы ракообразных имеют сильно обызвествленный панцирь.

Мышечная система представлена пучками поперечнополосатых мышечных волокон, особенно хорошо развитых в конечностях, служащих для передвижения.

Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишки. Передняя и задняя кишки изнутри имеют кутикулярную выстилку, поэтому при линьке сбрасываются и заменяются заново. У речного рака передняя кишка образует в своей терминальной части расширение – желудок, делящийся на два отдела: кардиальный и пилорический. В кардиальном, или жевательном желудке кутикула утолщена в виде 3-х пропитанных известью жевательных пластинок, свободный край которых зазубрен. При сокращении стенок желудка частицы пищи измельчаются жевательными пластинками и поступают в пилорический отдел. В его начальной части располагаются

тонкие кутикулярные выросты, образующие подобие фильтра, через отверстия которого проходит только сильно измельченная пища. Средняя кишка имеет трубкообразный вид, от ее стенок отходят железистые боковые выпячивания, часто называемые печенью, где и происходит фагоцитоз пищевых частиц. У речного рака печень крупная, двухлопастная, состоящая из множества мелких извитых трубочек, которые сливаются вместе и в виде протока впадающие в среднюю кишку. Задняя кишка образует прямую трубку, лишенную придатков. У некоторых паразитических видов кишечник полностью атрофирован [4].

Дыхание у мелких жаброногих раков осуществляется всей поверхностью тела. У высших раков имеются жабры, представляющие собой выросты ногочелюстей и ходильных ног. Жабры десятиногих жаброногих раков находятся по бокам головогруди в т.н. жаберной полости и прикрыты сверху карапаксом. Ток воды осуществляется через щель между задним краем панциря и брюшком по направлению к передней части тела. Этому способствуют движения особого отростка максилл второй пары (лодочки), который производит у речного рака до 200 взмахов в минуту. Гемолимфа поступает в жабры, где и осуществляется газообмен благодаря истонченному слою кутикулы, их покрывающей. У мокриц и других равноногих раков на пластинчатых брюшных ножках образовались впячивания покровов, через которые поступает кислород [1, 7].

Кровеносная система незамкнутая, сложность ее строения зависит от степени развития органов дыхания. У наиболее примитивных форм сердце овальной или трубкообразной формы, без кровеносных сосудов. Сердце может находиться в груди или брюшке, в зависимости от того, где расположены жабры. У речного рака оно лежит в области груди, окружено перикардием. От сердца отходят: передняя аорта, антеннальные, верхняя брюшная и нисходящая артерии. Сосуды разветвляются и открываются прямо в полость тела. Отдав кислород, гемолимфа течет по венозным синусам к жабрам, где окисляется и по жаберно-сердечным венам поступает в перикардий. Из него гемолимфа через особые отверстия - остии попадает в полость сердца. Кровь ракообразных чаще бесцветна, но у некоторых видов окрашена гемоглобином в красный цвет. У омаров и крабов она голубоватая, т.к. содержит дыхательный пигмент гемоцианин, в состав которого входит медь [4].

Нервная система ракообразных напоминает таковую кольчатых червей. Она состоит из головного мозга (укрупненный надглоточный ганглий), окологлоточных колец, подглоточного ганглия и брюшной нервной цепочки. У большинства раков брюшные стволы сблизились, ганглии их слились, вследствие чего поперечные комиссуры между ними исчезли. Так, у речного рака вместо 18-ти ганглиев сохранились только 12: подглоточный нервный узел, 5 грудных и 6 брюшных ганглиев. У крабов имеются лишь две нервные массы: головной мозг и крупный грудной нервный узел, образовавшийся при слиянии ганглиев брюшной нервной цепочки (брюшко у крабов развито

слабо). У веслоногих сформировалась компактная ганглиозная масса, пронизанная кишкой. В состав нервной системы ракообразных входят специальные клетки, выделяющие особые гормоны - нейросекреты. Они поступают в гемолимфу и влияют на деятельность отдельных органов, процессы линьки, метаморфоза, регенерации и обмена веществ [4].

Степень развития органов чувств у ракообразных находится в прямой зависимости от сложности их организации. Чувство осязания приурочено только к определенным местам на покровах тела. Осязательные щетинки находятся на поверхности антенн и антеннул, ходильных ног. У основания таких щетинок под гиподермальным эпителием лежат биполярные нервные клетки. На антеннулах расположены чувствительные волоски с проницаемой для химических веществ кутикулой. Эти рецепторы выполняют функции органов обоняния и химического чувства. У большинства десятиногих раков имеются органы равновесия. Морфологически это глубокие впячивания покровов в основном членике антеннул, т.н. статоцист, внутренние стенки которого усажены нежными перистыми щетинками. Мелкие песчинки выполняют роль статолита, оказывая давление на щетинки при изменении положения животного. При линьке хитиновая выстилка статоцистов и статолиты удаляются и животное набирает новый запас песчинок либо клешнёй, либо погружая голову в песок. Органами зрения ракообразных служат глаза. У веслоногих раков глаз непарный, простой, лежит между основаниями антеннул и является продуктом слияния двух или четырех глазных бокальчиков, состоящих из одного слоя ретинальных клеток. Такой глаз носит название науплиального. Высшие раки снабжены парой сложных фасеточных глаз, размещающихся на подвижных глазных стебельках. Такие глаза состоят из множества фасеток, или омматидиев, числом от нескольких десятков до нескольких тысяч. По форме фасетки напоминают конусы, вершиной обращенные ко дну глаза. В верхней части омматидиев находятся линзы роговицы, напоминающие по форме гексаэдры. Под ними располагаются кристаллические конусы, проводящие свет и гомологичные хрусталику у позвоночных. Полость и стенки омматидиев заполнены пигментными клетками с рабдомами (светочувствительными палочками). В нижней части омматидиев находятся нервные клетки сетчатки, воспринимающие световые волны. Каждый омматидий отображает на сетчатке только одну точку рассматриваемого предмета. В результате сложный глаз дает изображение, состоящее из большого числа точек, т.е. мозаичное. У таких ракообразных как ветвистоусые имеются два глаза, один из которых науплиальный, а второй – фасеточный [1].

Выделительная система ракообразных представлена парой видоизмененных метанефридий. Это объясняется тем, что у раков полость тела сплошная, а не разделенная на отдельные обособленные сегменты, как у кольчатых червей. Метанефридии высших раков до 1 см длиной, открываются у основания антенн второй пары, в связи с чем названы антеннальными, или зелеными (из-за цвета) железами. У остальных

ракообразных они меньше и открываются у основания второй пары нижних челюстей, почему и называются максиллярными [2].

Большинство ракообразных раздельнополы, у некоторых отчетливо выражен половой диморфизм. Самцы речного рака хорошо отличимы от самок по наличию 1-й пары брюшных ножек, удлиненных и выполняющих функцию совокупительного органа. Мужская половая система состоит из парных семенников, сливающихся своими задними частями, семявыносящих канальцев, семяпроводов и двух половых отверстий, открывающихся у основания последней пары ходильных ног. Семяпроводы образуют расширения – семенные пузырьки, внутренняя поверхность которых выстлана железистыми клетками. Выделениями последних сперматозоиды склеиваются в большие, одетые оболочкой пакеты – сперматофоры. При копуляции они вводятся самцом с помощью 1-й пары брюшных ножек в половые пути самки или просто подвешиваются вблизи них. Женская половая система состоит из парных яичников, яйцеводов и половых отверстий с семяприемниками. При совокуплении они заполняются спермой, которая сохраняется там до откладки яиц, когда и происходит оплодотворение [1].

Развитие ракообразных происходит с метаморфозом, либо без него. Последнее характерно для речных раков, когда из икринки выходит миниатюрная копия взрослого животного. Некоторое время молодые рачки остаются прикрепленными к брюшным ножкам самки. У максиллопод из оплодотворенного яица развивается личинка науплиус, проходящая несколько науплиальных стадий, каждая из которых сопровождается линькой, после чего становится половозрелой. У креветок метаморфоз включает стадии науплиуса, метанауплиуса, мизидной личинки, зоеа. У крабов из яйца сразу выходит зоеа, ведущая планктонный образ жизни и после ряда линек оседающая на дно, где превращается в молодого неполовозрелого крабика.

Листоногие ракообразные (*Phyllopoda***)** населяют самые разнообразные водоемы: от пересыхающих луж до пещерных вод и максимальных океанских глубин. Среди копепод встречаются как свободноживущие, так и паразитические виды. Листоногие являются важнейшими компонентами планктона в пресных и морских водах, служат пищей для большого числа животных, главным образом, рыб.

Размеры большинства веслоногих до 5 мм, однако некоторые паразитические и глубоководные виды могут достигать в длину до 5 см и более. Тело копепод делится на три отдела: голову, грудь и брюшко. Голова без признаков сегментации срастается с первым грудным сегментом. В лобной части головы располагается единственный науплиальный глаз. Антеннулы сильно развиты и могут превышать длину тела самого животного, особенно у пелагических видов. Антенны короткие, двуветвистые. На антеннах и антеннулах располагаются чувствительные

щетинки, выполняющие осязательную и хеморецепторную функции. Верхние челюсти (мандибулы, или жвалы) мощные, снабжены двуветвистыми щупиками. Зубцы жвал покрыты кремневыми коронками, что увеличивает их прочность. Передние и задние нижние челюсти имеют сложное строение и функционируют в качестве фильтров. К придаткам головы относится и пара одноветвистых ногочелюстей, принадлежащие слившемуся с головой первому грудному сегменту. Антенны, щупики верхних челюстей и нижние челюсти веслоногих совершают беспрерывные взмахи, создавая круговорот воды, увлекающий взвешенные пищевые частицы. Грудной отдел состоит из 5-ти сегментов с четкими границами между ними. Каждый сегмент груди снабжен парой конечностей, которые совершая синхронные взмахи, обусловливают движение животного. У самцов последняя пара грудных ножек служит для удержания самки при спаривании, а у самок подвергается редукции. Брюшко состоит из 4-х сегментов и заканчивается тельсоном с фуркальными ветвями, покрытыми щетинками. На первом брюшном сегменте открывается парное или непарное половое отверстие, у самок этот сегмент крупнее остальных [2].

У паразитических веслоногих головные конечности видоизменены в органы прикрепления, сегментация слабо выражена или отсутствует, грудные конечности рудиментарные.

Дыхание листоногих происходит диффузно через покровы, в связи с чем кровеносная система развита слабо, а чаще всего, отсутствует.

Листоногие раздельнополы. Самцы обычно меньше самок, имеют искривленные антеннулы, пятая пара грудных ножек хорошо развита. При спаривании самец прикрепляет сперматофоры вблизи полового отверстия самки до выметывания яиц, когда и наступает оплодотворение. Оплодотворенные яйца либо выбрасываются в воду, либо склеиваются между собой в пакеты и остаются прикрепленными у половых отверстий, формируя один или два яйцевых мешка.

Из яйца развивается личинка науплиус, многократно линяющая (11–12 раз), после чего превращается в половозрелого рачка.

Негативное значение веслоногих заключается в том, что циклопы и некоторые другие виды листоногих являются промежуточными хозяевами для паразитических червей, вызывающих заболевания животных и человека (лентец широкий, ришта и др.).

Жаброногие ракообразные (*Anostraca*). Примитивные ракообразные с длинным, почти гомономно сегментированным телом без головного щита – карапакса. Имеют первичную голову - протоцефалон и свободные челюстные сегменты. Голова несет науплиальный и фасетированные глаза. Грудь из 11–19 сегментов, снабженных одинаковыми двуветвистыми листовидными ножками. 8-члениковое брюшко лишено конечностей и заканчивается хорошо развитой вилочкой. Нервная система в виде брюшной нервной лестницы. Сердце длинное, с многочисленными остиями [4].

Около 180 видов жаброногов (размеры их не превышают 2 см) обитают почти исключительно в пресных водах. Характерные представители – виды родов *Branchipus, Pristocephalus* и т.д. Часто встречаются во временных лужах, остающихся на полях после таяния снега. Лишь *Artemia salina* обитает в осолоненных водоемах степной и полупустынной зон: лиманах, соленых озерах.

Яйца большинства жаброногов поступают в особый яйцевой мешок, а затем выбрасываются в воду. Они отличаются высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. Жизнеспособные яйца могут разноситься ветром на большие расстояния.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемого объекта.
2. Изучиь строение дафнии. Рассмотреть конечности и детально изучить их строение. Зарисовать внешнее строение дафнии (рис. 48).
3. Используя раздаточный материал, ознакомиться с внешним строением речного рака. Изучить тагмы и сегменты тела, найти и дать названия всем конечностям. Зарисовать (рис. 49).
4. Зарисовать внутреннее строение речного рака и обозначить все органы (рис. 50).

Вид: *Daphnia sp.*

Покровы состоят из головного щита и двустворчатого карапакса. Обычно на них имеется хорошо заметный узор из ромбов и многоугольников – ретикуляция. Каждую такую ячейку покровов образует одна клетка гиподермы. На краю створок имеются шипики, а на заднем конце – покрытая шипиками хвостовая игла. У многих видов на внутреннем крае створок в его средней части есть ряд оперённых щетинок, у самцов всех видов есть такие же щетинки и добавочные щетинки на передненижнем углу створок.

На голове у большинства видов развит клювовидный вырост – рострум. Под ним расположены первые антенны (антенны I, или антеннулы) – короткие выросты, несущие на конце 9 обонятельных щетинок – эстетасок, а на боковой поверхности – одну добавочную щетинку. У самцов антенны первые более крупные, подвижные, несут кроме эстетасков крупную щетинку («жгутик») на дистальном конце.

На боковой поверхности головы расположены выступы кутикулы – форниксы. Их форма, а также форма заднего края головного щита – важный диагностический признак подродов и групп видов. Под форниксами к голове сложным «суставом» крепятся вторые – антенны (антенны II, или антенны в узком смысле, в противоположность антеннулам). Они намного больше антеннул и служат для плавания. Состоят из основания и двух ветвей – внутренней трёхчлениковой и наружной четырёхчлениковой. На концах члеников ветвей расположены покрытые уплощёнными волосками двучленистые плавательные щетинки, образующие «весла» при плавании. На

трёхчлениковой ветви их пять, на четырёхчлениковой – четыре. На основании есть несколько мелких чувствительных щетинок [1].

От задней поверхности головы отходит крупная верхняя губа. Внутри неё находятся несколько гигантских полиплоидных клеток, которые выделяют секрет, склеивающий пищу в пищевой комок.

На границе между головным щитом и карапаксом под створками расположены мандибулы. Они имеют сложную форму, асимметричны и имеют сильно хитинизированные жевательные поверхности, покрытые гребнями и выростами. В процессе питания мандибулы переправляют пищу в ротовое отверстие.

Под карапаксом расположены небольшие максиллы первые, несущие четыре щетинки. Максиллы вторые у дафний редуцированы. Имеется пять пар двуветвистых грудных ног сложного строения. Ноги первой и отчасти второй пары различаются по строению у самцов и самок. На первой паре ног самцов расположены крючковидные выросты, которые позволяют цепляться к самкам при спаривании. Третья и четвёртая пары несут веера фильтрующих щетинок. На каждой ноге имеется дыхательный придаток – эпиподит [1].

За грудным отделом расположен редуцированный брюшной, наличие которого «маркируется» дорзальными абдоминальными выростами, закрывающими выход из выводковой камеры. Их обычно четыре, они хорошо развиты у половозрелых самок и редуцированы у самцов большинства видов.

Задний отдел тела – крупный подвижный постабдомен, гомологичный тельсону других ракообразных. На его дорзальной стороне расположены два ряда зубчиков, между которыми находится анальное отверстие. У самцов некоторых видов эти зубчики частично или полностью редуцированы. На конце постабдомена имеются парные коготки, покрытые шипиками. По одним данным они гомологичны фурке, по другим – представляют собой пару крупных видоизменённых щетинок. Шипики есть на наружной и внутренней стороне коготков, обычно на наружной стороне три группы шипиков, на внутренней – две. Постабдомен служит для очистки фильтрационного аппарата от крупных посторонних частиц [2].

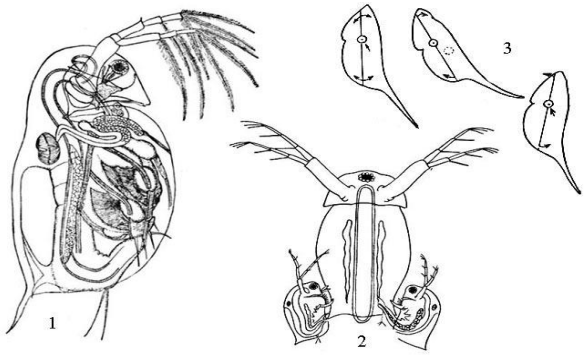


Рис. 48. Дафния (*Daphnia sp.*)
1 – внешний вид, 2 – спаривание дафний (самка в центре), 3 – движения дафнии в воде

Вид: *Astacus leptodactylus*

Узкопалый речной рак (*Astacus leptodactylus*) – вид десятиногих ракообразных из инфраотряда *Astacidea*. Распространён в пресных водоёмах на всей территории Европы. Рак предпочитает тёплые, прогретые летом, богатые питательным веществом низменные водоёмы или медленно текущие реки. Он живёт также в загрязнённых водоёмах. Если имеются подходящие береговые откосы, он сам копает жилые норы.

В живой природе они предпочитают питаться мелкой рыбёшкой, различными водорослями, растениями, фитопланктоном или мелкими беспозвоночными.

В основе питания речных членистоногих лежит растительная пища: всевозможные водоросли и растения. 90% рациона раков состоит именно в данной еде, всем остальным животные питаются, если сумеют поймать [4].

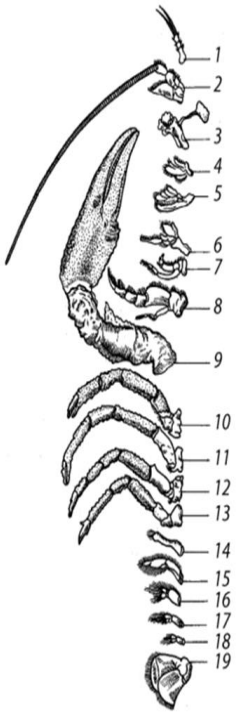


Рис. 49. Конечности речного рака. По Бердникову, 1991
1 – антеннула; 2 – антенна; 3 – мандибула; 4 – максилла I; 5 – максилла II; 6–8 – ногочелюсти; 9–13 – ходильные ноги; 14, 15 – копулятивный аппарат; 16–18 - двуветвистые брюшные ножки; 19 – уропода

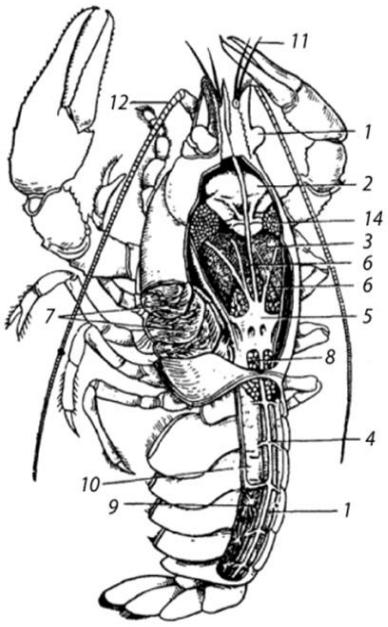


Рис. 50. Внутреннее строение речного рака. По Чебышеву и др., 2000.
1 – глаз; 2 – желудок; 3 – печень; 4 – верхняя артерия брюшка; 5 – сердце; 6 – передние артерии; 7 – жабры; 8 – яичник; 9 – брюшная нервная цепочка; 10 – мышцы брюшка; 11 – антенулы; 12 – антенны; 13 – задняя кишка; 14 – мышцы мандибул

Порядок вскрытия речного рака

1. Вычленить все конечности, выложить их на лист бумаги и провести сравнение строения.

2. Перерезать сочленовную перепонку между грудью и брюшком. Разрезать карапакс по бокам и позади глаз, снять его и удалить гиподерму.

4. Сделать параллельные разрезы покровов брюшка до тельсона. Удалить покровы спинной части брюшка.

5. После рассмотрения внутренних органов (сердца, половых желез, желудка, кишечника, печени, мышц) удалить их и рассмотреть нервную систему.

Описание макро- и микропрепаратов [2]

Макропрепарат Речной рак (Astacus astacus)

Тело рака состоит из головогруди и брюшка. Последнее разделено на 6 свободных сегментов и заканчивается хвостовым плавником, или тельсоном. Головогрудь впереди заострена в виде клинообразного отростка – рострума, сбоку от которого в углублениях на подвижных стебельках расположена пара фасеточных глаз. Между головой и грудью заметна поперечная затылочная борозда. С дорсальной поверхности груди видны две жаберно-сердечные борозды, ограничивающие область сердца и жабр. Впереди и по бокам рострума направлены вперѐд короткие двуветвистые антеннулы и длинные антенны. С вентральной части головы находится рот, прикрытый челюстями.

Каудальнее заметны ногочелюсти, из которых 3-я пара развита лучше остальных. По бокам от головогруди расположены 5 пар ходильных ног, первая пара их снабжена мощными клешнями, а вторая и третья имеют маленькие клешни. У самки 4 пары двуветвистых брюшных ножек, у самца – 5. Половые отверстия самца открываются на основном членике последней пары ходильных ног, самки – на основном членике 3-ей пары ходильных ног. На вентральной стороне тельсона в виде продольной щели открывается анальное отверстие.

Макропрепарат Внутреннее строение речного рака

В задней части головогруди рака лежит сердце в виде полупрозрачного мешочка. От него спереди и сзади отходят кровеносные сосуды. Под сердцем находится половая железа (у самки сквозь её стенки просвечиваются яйца, у самца – извитые семяпроводы). Впереди половой железы заметна крупная печень желтовато-коричневого или зеленоватого цвета. Дорсальнее печени расположен компактный желудок. В передней части головогруди справа и слева лежат две антеннальные железы зелёного цвета. В средней части брюшка дорсально находится верхняя брюшная артерия, под которой расположена задняя кишка.

Макропрепарат Нервная система речного рака

В головном отделе речного рака у основания рострума находится надглоточный ганглий (т.н. головной мозг). От него отходят окологлоточные кольца, огибающие пищевод и сливающиеся с подглоточным ганглием. От него начинается брюшная нервная цепочка. В брюшке обособленно расположены 6 нервных узлов.

Микропрепарат Дафния (Daphnia sp.)

Тело рачка заключено в полупрозрачную двустворчатую раковинку. Голова с клювовидным рострумом, у его основания лежит небольшой науплиальный глазок, а несколько выше – фасеточный глаз. Под рострумом видны рудиментарные антеннулы. Антенны большие, двуветвистые, покрыты перистыми щетинками. Внутри раковины располагается грудь с конечностями и маленькое брюшко, изогнутое под углом. Ближе к дорсальной части заметен кишечник желтоватого или коричневого цвета.

Рисунки в альбоме: «Строение дафнии обыкновенной», «Конечности речного рака», «Внутреннее строение речного рака».

Вопросы для самоконтроля

1. Конечности, несущие грудной отдел речного рака, их функции.
2. Спинной панцирь речного рака, покрывающий гнаторакс.
3. Придатки, имеющиеся у речного рака в голове.
4. Личинка характерная для большинства ракообразных.
5. Компонент, придающий дополнительную прочность хитиновому покрову речного рака.
6. Строение фасеточных глаз высших раков.

7. Сегменты, из которых состоит брюшной отдел тела речного рака.
8. Уплотненные участки брюшных сегментов речного рака.
9. Строение гнаторакса речного рака.
10. Строение хвостового плавника речного рака.

ЗАНЯТИЕ 16
Тип *ARTHROPODA* – Членистоногие
Подтип *MANDIBULATA* – Челюстные членистоногие
Надкласс *Hexapoda* – шестиногие
Класс *Insecta* – насекомые

Цель занятия: изучить главные особенности внешнего и внутреннего строения насекомых, разнообразие внешнего строения имаго и преимагинальных стадий насекомых из разных таксонов.

Задачи:

1. Рассмотреть общую характеристику и систематику насекомых.
2. Ознакомиться с морфологическим обзором насекомых.
3. Описать изученные макро- и микропрепараты.

Общая характеристика

1. Тело насекомых расчленено на три отдела: голову, грудь и брюшко.
2. Органами дыхания являются трахеи.
3. Наличие крыльев у большинства насекомых определяет их способность к полёту. Иногда отмечается вторичная редукция крыльев.
4. Развитие насекомых происходит либо с полным, либо с неполным превращением.
5. Насекомые представляют наиболее разнообразнейшую группу животного мира (известно более 1500000 видов).

Систематика [1, 2, 4, 7]

Тип A*rthropoda – Членистоногие*
Подтип *Mandibulata – Челюстные членистоногие*
Надкласс *Hexapoda – шестиногие*
Класс *Insecta – насекомые*
Отряд *Blattoptera – тараканы*
Семейство *Blattidae – тараканoвые*
Род *Blatella – тараканы*
Вид *Blatella orientalis – таракан черный*
Сем *Blaberidae*
Род *Gromphadorhina*
Вид *Gromphadorhina portentosa – мадагаскарский таракан*

Морфологический обзор насекомых

Тело насекомого имеет три отдела: голову, грудь и брюшко.

Голова состоит из акрона и четырёх сегментов, одета хитиновой капсулой и резко отделена шейкой от груди. На нижней части головы располагается рот, по бокам – два сложных фасеточных глаза и несколько простых глазков. Придатками головы являются антенны (усики, сяжки), состоящие из одного ряда члеников. Антенны могут быть нитевидными, пильчатыми, гребенчатыми, щетинковидными, перистыми и т.д. По своей функции антенны являются органами осязания и обоняния. Вблизи рта головные конечности формируют ротовой аппарат, служащий для захвата, удержания и измельчения пищи [1, 4].

У таракана ротовой аппарат грызущего типа. Он состоит из верхней губы, верхних челюстей (мандибул), нижних челюстей (максилл) и нижней губы.

Грудь насекомых состоит из трёх сегментов, называемых передне-, средне-, и заднегрудью. Каждый сегмент груди несёт по одной паре конечностей. Конечности насекомых членистые, состоят из следующих сегментов: тазик, вертлуг, бедро, голень и лапка. Согласно выполняемым функциям, различают следующие типы конечностей насекомых: бегательные (таракан), прыгательные (кузнечик), хватательные (богомол), плавательные (жук-плавунец), роющие (медведка), собирательные (пчела) и др. На средне- и заднегруди у большинства насекомых находятся одно или две пары крыльев. Это мощные складки стенки тела в виде тонкой цельной пластинки. Крыло по своей структуре двухслойно: верхний и нижний слои разделены щелью, являющейся продолжением полости тела. В крылья заходят нервы и трахеи, образующие жилки в виде своеобразного рисунка, который специфичен для каждого вида насекомых. У жуков передние крылья видоизменены в толстые и твердые надкрылья, или элитры, служащие для защиты нежных крыльев и спинной стороны тела. У представителей отряда двукрылых хорошо развита только передняя пара крыльев, а задняя рудиментирована и носит название жужжалец [2].

Брюшко насекомых лишено конечностей. Максимальное количество сегментов брюшка – 11, минимальное – 4-5. У тараканов в окончании брюшка конечности сохраняются в виде небольших выростов, т.н. церок.

Снаружи тело насекомых покрыто кутикулой, состоящей из наружного липопротеидного слоя (эпикутикулы), среднего липопротеидно-фенолового слоя (экзокутикулы) и внутреннего хитинового слоя (эндокутикулы). Под кутикулой располагается гиподерма, в состав которой входят волоски, щетинки и чешуйки, выполняющие чувствительную, покровную и защитную функции.

Мышечная система представлена поперечнополосатыми волокнами. Количество отдельных мышечных пучков достигает до 1,5-2 тысяч. Сократительная способность мышечных волокон очень высока – до тысячи раз в секунду [1].

Пищеварительная система состоит из рта, ротовой полости с впадающими в неё протоками слюнных желез, глотки, пищевода, зоба (расширенный нижний конец пищевода), жевательного желудка, средней кишки, длинной задней кишки и короткой прямой кишки. Как таковая, печень у насекомых отсутствует, а ее функции выполняют пилорические отростки средней кишки. В зобе происходит механическое накопление пищи, в жевательном желудке – её перетирание, в кишечнике – ферментативная обработка и всасывание [13].

Дыхательная система насекомых начинается с расположенных на боковых поверхностях груди и брюшка отверстий – дыхалец, или стигм. Они снабжены замыкательными приспособлениями и ведут в короткие поперечные каналы, которые соединены между собой парой продольных главных каналов – трахей. От трахей берут начало более мелкие и тонкие, ветвящиеся и опутывающие собой все внутренние органы. Каждая трахея заканчивается клеткой – трахеолой, последняя может проникать даже сквозь стенки органов. Трахеи могут образовывать расширения, т.н. воздушные мешки, особенно хорошо развитые у водных насекомых. У малоподвижных насекомых поступление кислорода и удаление углекислого газа происходит путём диффузии через постоянно открытые стигмы. У более организованных насекомых появляются дыхательные движения, представляющие собой чередование растяжения и сжатия брюшка, что приводит к вентилированию воздушных мешков и трахейных стволов. У многих живущих в воде личинок насекомых трахейная система замкнута, т.е. стигмы отсутствуют. Вместо них развились особые выросты тела – трахейные жабры, в которые и диффундирует кислород [13].

Кровеносная система насекомых устроена достаточно просто, незамкнутая. В брюшке над кишечником залегает длинное трубковидное сердце, разделённое, в большинстве случаев, на 8 камер. Каждая камера снабжена парой остий. От сердца к передней части тела идёт головная аорта, которая, достигнув мозга обрывается и гемолимфа поступает прямо в полость тела. Насыщенная кислородом гемолимфа по кровеносным синусам течёт к перикарду, а оттуда через остии – в сердечные камеры. У насекомых гемолимфа содержит кровяные клетки и фагоциты. У личинок некоторых комаров в гемолимфе содержится пигмент гемоглобин, придающий ей красный цвет [2].

Нервная система насекомых состоит из головного мозга (надглоточного ганглия), подглоточного ганглия и брюшной нервной цепочки. От подглоточного ганглия отходят нервные окончания, иннервирующие ротовые конечности. Брюшная нервная цепочка состоит из грудных и брюшных ганглиев. Нервная система способна вызывать выработку особых веществ – нейросекретов, участвующих в регуляции обмена веществ [1].

Насекомые хорошо воспринимают вибрацию воздуха, улавливая её специфическими скоплениями рецепторных клеток, формирующих т.н. хордотональные органы. Звуковые колебания воспринимаются также

специфическими тимпанальными рецепторами. Обонятельные волоски (сенсиллы) располагаются у насекомых на сяжках, а вкусовые - в ротовой полости. Органами зрения являются фасеточные глаза, находящиеся по бокам головы [2].

Выделительная система насекомых представлена мальпигиевыми сосудами. Это тонкие, слепоначинающиеся трубчатые органы, располагающиеся в виде пучка на границе средней и задней кишки. Стенка мальпигиевых сосудов состоит из плоского однослойного эпителия. Омывающая сосуды гемолимфа отдаёт мочевую кислоту, которая проникает сквозь стенку мальпигиева сосуда и выводится в прямую кишку, где происходит всасывание воды и кристаллизация мочевой кислоты. Эта особенность выделительной системы позволяет насекомым экономно расходовать воду и выживать в самых неблагоприятных условиях. Кроме мальпигиевых сосудов выделительную функцию выполняет жировое тело – скопление липидосодержащих клеток в целоме. Оно также адсорбирует в своих клетках мочевую кислоту, хотя его главная функция заключается в накоплении запасных питательных веществ, которые расходуются в период анабиоза или неблагоприятных условий внешней среды [4].

У светлячков отдельные участки жирового тела видоизменены в органы свечения. Последнее зависит от наличия в клетках особого вещества люциферина. При наличии кислорода и под действием фермента люциферазы происходит окисление люциферина, а химическая реакция сопровождается испусканием света. Свечение происходит не спонтанно, а регулируется нервной системой.

Большинство насекомых раздельнополы с хорошо выраженным половым диморфизмом. У самок половой аппарат состоит из яичников, яйцеводов, влагалища, семяприѐмника, совокупительной сумки и яйцеклада. У самцов имеются семенники, семяпроводы, семяизвергательный канал, совокупительный орган и придаточные половые железы.

В развитии насекомых различают два периода: эмбриональный и постэмбриональный. Эмбриональный период начинается с оплодотворения яйцеклетки и заканчивается выходом из яйца личинки. В постэмбриональном периоде из личинки формируется куколка, а из неё – взрослое насекомое, или имаго. Такой тип развития, включающий стадии яйцо – личинка – куколка – имаго, называется полным метаморфозом. В том случае, когда стадия куколки отсутствует, как, например, у вшей, тлей, власоедов, из яйца развивается личинка, превращающаяся в имаго. Такой тип развития носит название неполного метаморфоза [1].

Многие насекомые чрезвычайно плодовиты. Самка саранчи откладывает от 500 до 900 яиц, пчелиная матка – до 1,5 млн. Царица термитов откладывает до 30 000 яиц в день, а живёт до 10 лет. Иногда насекомые откладывают неоплодотворённые яица. Партеногенетическим путём из неоплодотворённых яиц у пчёл выводятся трутни. Это самцы, оплодотворяющие пчелиную матку и не выполняющие никаких других

функций. У тлей наблюдается педогенез – способность к размножению в личиночном состоянии путём откладки неоплодотворённых яиц.

Личинки насекомых часто очень непохожи на имагинальные (взрослые) формы. Это объясняется их жизнью в других условиях, характером потребляемой пищи и другими причинами. В связи с этим, личинки большинства насекомых имеют форму и органы нехарактерные для взрослых особей. Так, у личинок бабочек – гусениц, червеобразная форма тела, 8 пар нечленистых ножек, а ротовой аппарат грызущего типа. Гусеницы имеют прядильные железы, брюшная нервная цепочка несравнимо длинее, с большим числом ганглиев. Образ жизни личинок зависит от условий их обитания: одни из них живут в почве, другие в воде, третьи – на растениях, в навозе, отбросах, трупах животных и т.д. Личинки общественных насекомых (муравьёв, пчёл, ос, шмелей, термитов) воспитываются в гнёздах и сотах. Личинки оводов ведут паразитический образ жизни. В зависимости от особенностей морфологии различают следующие типы личинок насекомых:

1) червеобразные личинки с тремя парами ног на грудных сегментах (личинки жесткокрылых);

2) червеобразные личинки, имеющие, кроме грудных, также брюшные ноги (личинки бабочек и пилильщиков);

3) личинки, имеющие ясно дифференцированную голову, но лишённые грудных конечностей (личинки муравьёв, пчёл, комаров, некоторых жуков);

4) личинки без головы и без ног (личинки мух).

У большинства насекомых личиночный период составляет большую часть их жизненного цикла. За это время в теле личинки происходит интенсивное накопление питательных веществ, необходимых для окукливания (у насекомых с полным превращением). Насекомые с неполным превращением не имеют личинок на стадии куколки, а многократно линяют, с каждой линькой всё больше приближаясь к внешнему виду взрослых особей [4].

Стадия куколки характерна только для насекомых с полным превращением (метаморфозом). Это неподвижная, непитающаяся стадия. Исключением из этого правила являются куколки комаров, сохраняющие некоторую подвижность. Окукливание личинок насекомых происходит в укромных местах (в почве, под камнями, корой деревьев и т.д.). Защита куколок проявляется в прочности их покровов, покровительственной окраске, неподвижности. У мух при окукливании личиночный покров не сбрасывается, и сама куколка формируется под ним. Такие куколки называются ложными, или ложнокуколками. В зависимости от внешнего строения различают следующие типы куколок:

1. Свободная куколка (голова, грудные конечности и крылья прижаты к телу и хорошо различимы). Такой тип куколок характерен для жуков, комаров, перепончатокрылых.

2. Покрытая куколка (голова, грудные конечности и крылья покрыты особым слоем хитина и слабо различимы). Данный тип куколок имеют бабочки.

3. Ложнокуколка (сверху куколка покрыта личиночными покровами, голова, конечности и крылья неразличимы). Характерна для мух.

4. Кокон (на поверхности куколки образуется кокон, состоящий из переплетённых шелковистых нитей). Характерен для молей, шелкопрядов.

В течение куколочного периода происходит постепенное формирование органов, свойственных для взрослых насекомых. В это время под покровами куколки разжижаются все ткани и органы, присутствовавшие у личинки. Среди этой своеобразной клеточной кашицы обособляются группы эмбриональных клеток, формирующие скопления – имагинальные диски. Их образование заканчивается на поздних стадиях куколки. Затем эти диски формируют ткани, органы и внешние покровы тела. Стадия куколки завершается выходом молодого насекомого, по внешним признакам строения сходного с имагинальной особью [4].

У насекомых отлично развита покровительственная и предупреждающая окраска, мимикрия, забота о потомстве. Многие из них ведут общественный образ жизни (муравьи, пчёлы, осы и др.).

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.

2. Зарисовать внешнее строение насекомого, отметив все тагмы, сегменты и конечности (рис. 56).

3. Изучить по влажным и тотальным препаратам строение лакающего, сосущего, колюще-сосущего и фильтрующего ротовых аппаратов. Зарисовать строение грызущего типа ротового аппарата (рис. 57).

4. Зарисовать внутреннее строение насекомых и обозначить все системы и органы (рис. 58).

5. Изучить строение основных типов куколок.

6. Изучить и нарисовать строение мадагаскарского таракана (рис. 59).

Вид: *Blatta orientalis*

Таракан чёрный (*Blatta orientalis*) – синантропное насекомое отряда тараканообразных. Распространён по всей Европе, а также встречается в Азии и Африке. Питается отбросами. Ни самцы, ни самки не летают, но быстро бегают.

Ротовые аппараты насекомых.

Различают грызущий (тараканы, жуки и т.д), грызуще-лижущий (пчелы, шмели), колюще-сосущий (комар, клоп), сосущий(бабочка) и лижущий(муха) ротовые аппараты. Первичным типом ротового аппарата у насекомых следует считать грызущий.

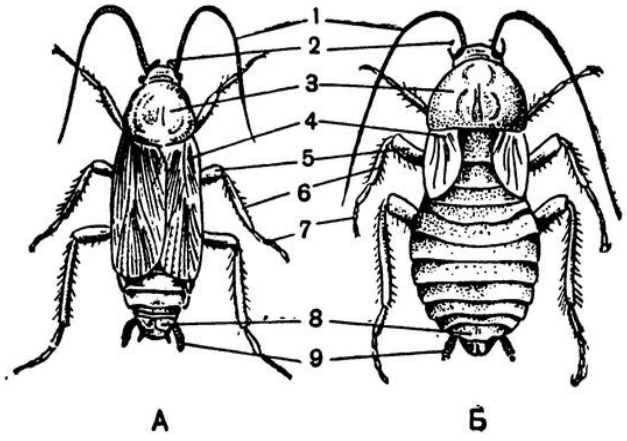


Рис. 56. Внешнее строение насекомых. Из Гилярова (Догель, 2015) [1]
Самец (А) и самка чёрного таракана (Б)
1–усики; 2 – ротовые придатки: 3 – переднеспинка; 4 – надкрылье; 5 – бедро;
6 – голень; 7 – лапка; 8 – десятый сегмент брюшка; 9 – церки

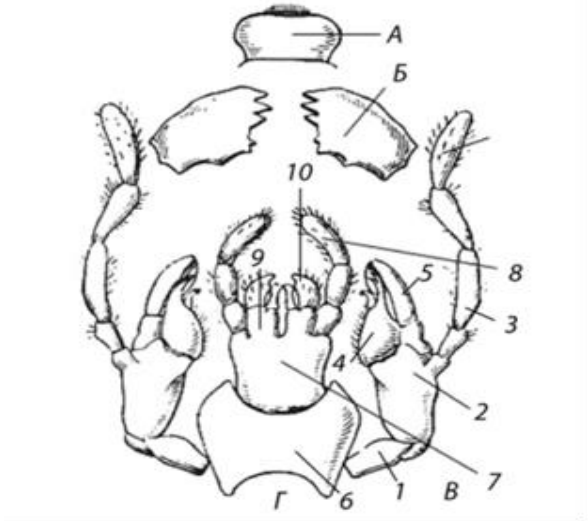


Рис. 57. Строение грызущего ротового аппарата. По Гертвигу
(Догель, 1981) [9]
А – верхняя губа (лабрум); Б – верхняя челюсть (мандибула); В – верхние
челюсти (максиллы); Г – нижняя губа (лабиум).
1 – основной членик; 2 – стволик; 3 – нижнечелюстной щупик;
4 – внутренняя жевательная лопасть; 5 – наружная жевательная лопасть;
6 – подподбородок; 7 – подбородок; 8 – нижнегубные щупики;
9 – внутренняя лопасть нижней губы; 10 – наружная лопасть нижней губы

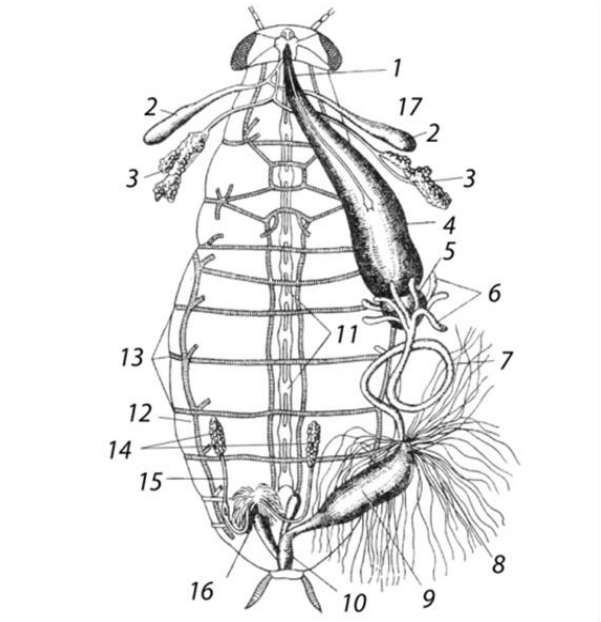


Рис. 58. Внутреннее строение насекомых. По Воронцову, 1982.
1 – пищевод; 2 – резервуары слюнных желез; 3 – слюнные железы; 4 – зоб; 5 – мышечный желудок; 6 – слепые отростки желудка; 7 – средняя кишка; 8 – мальпигиевы сосуды; 9 – задняя кишка; 10 – прямая кишка; 11 – узлы нервной цепочки; 12 – трахейные стволы; 13 – дыхальца; 14 – семенники; 15 – семяпроводы; 16 – семяизвергательный канал; 17 – симпатическая нервная система

Вид*: Gromphadorhina portentosa*

Мадагаскарский шипящий таракан (*Gromphadorhina portentosa*) – крупный тропический таракан из семейства *Blaberidae*.

Один из самых больших тараканов в мире: средние размеры самки и самца – 60 и 55 мм соответственно. Эндемик Мадагаскара, обитает на стволах и ветвях деревьев и кустов. Питаются травянистыми частями растений и фруктами. Продолжительность жизни в природе 1–2 года, в неволе 2–3 года (некоторые особи доживают до 5 лет). Мадагаскарские тараканы не имеют крыльев, в случае возникновения опасности отпугивают врагов шипением.



Рис 59. Мадагаскарский таракан на листе

Описание макро- и микропрепаратов [2]

Макропрепарат Развитие рабочей пчелы

Пример насекомого, развивающегося с полным метаморфозом. Развитие рабочей пчелы протекает по схеме: яйцо – личинка – куколка – имаго. Стадии развития подписаны на препарате.

Макропрепарат Развитие комнатной мухи

Пример насекомого, развивающегося с полным метаморфозом. Развитие комнатной мухи протекает по схеме: яйцо – личинка – ложнокуколка – имаго. Стадии развития подписаны на препарате.

Микропрепарат Нога таракана

Тип конечности бегательный. Основной членик – тазик, которым нога прикрепляется к грудному сегменту. Тазик хорошо развит, он длинный, широкий и уплощённый. За тазиком следует маленький и короткий вертлуг, соединённый неподвижно с бедром. За вертлугом располагается длинная и тонкая голень, покрытая шипами. Лапка – последний сегмент ноги, пятичлениковая, первый членик её длинее остальных, а последний заканчивается коготками.

Микропрепарат Ротовой аппарат таракана

Ротовой аппарат таракана грызущего типа. Такого типа ротовой аппарат имеют кузнечики, саранча, жуки, стрекозы, гусеницы бабочек и др.

Ротовой аппарат таракана состоит из непарной верхней губы, пары нечленистых верхних челюстей, пары членистых нижних челюстей и непарного членистого образования – нижней губы.

Верхняя губа образует переднюю стенку ротовой полости и прикрывает остальные ротовые органы спереди. На микропрепарате она имеет вид пластинки и располагается в верхней части. Несколько ниже её в виде хитиновых пластинок, зазубренных по внутреннему краю, находятся верхние

челюсти (мандибулы, жвалы). Они служат для откусывания и размельчения пищи. Под верхними челюстями видны нижние челюсти (максиллы 1-ой пары), состоящие из узкого основного членика, на котором прикрепляется следующий сегмент – массивный стволик. От него отходят три придатка: пятичлениковый щупик, наружная и внутренняя лопасти. Внутренняя лопасть вооружена двумя зубцами и участвует в измельчении пищи. Наружная лопасть выполняет очистительную функцию, а щупик – осязательную. В самом низу располагается нижняя губа (максиллы 2-ой пары, слившиеся воедино). Она состоит из широкой пластинки - подподбородка (слившиеся основные членики), расположенного выше подбородка (слившиеся стволики) и трёх придатков: нижнегубных трёхчленистых щупиков, пары наружных и внутренних лопастей. Функция последних заключается в слизывании жидкой пищи. Нижняя губа замыкает ротовую полость снизу.

Микропрепарат Ротовой аппарат пчелы

Ротовой аппарат пчелы грызуще-сосущего типа. Он характерен для большинства насекомых из отряда перепончатокрылых.

Верхняя губа в виде треугольника с коническим выростом. Верхние челюсти в виде пластинок без зазубрин по внутреннему краю. Личинки пчёл, ос, шмелей и других перепончатокрылых используют верхние челюсти для прогрызания яйцевой оболочки, а взрослые насекомые – для строительства сот. Нижние челюсти сильно вытянуты. Каждая челюсть состоит из узкого основного членика, удлинённого стволика и наружной лопасти саблевидной формы. Внутренняя лопасть редуцирована. Челюстной щупик недоразвит. Нижняя губа имеет маленький треугольный подподбородок и массивный подбородок. Внутренние лопасти нижней губы длинные, срослись вместе и образовали трубочку – язычок, густо усаженный щетинками. Наружные лопасти нижней губы рудиментарные, прилегают к основанию язычка. Нижнегубные щупики сильно развиты и состоят из 3-х члеников. Вытянутые нижние челюсти и нижняя губа, складываясь вместе, образуют трубочку, служащую для насасывания цветочного нектара.

Микропрепарат Ротовой аппарат самки комара

Ротовой аппарат колюще-сосущего типа.

Хорошо видна голова с большими фасеточными глазами и членистыми антеннами, покрытыми щетинками. Нижняя губа длинная, раздвоена на конце и покрыта волосками. Она представляет собой желобок, обращённый вогнутой стороной кверху. Щупики нижней губы атрофированы. Верхняя губа расположена рядом с нижней в виде заостренной пластинки. В обычном положении верхняя губа прикрывает желобок нижней, образуя колющий хоботок. Внутри получающейся трубочки лежат 5 тонких колющих щетинок: две видоизменённые верхние челюсти, две - нижние и хитинизированный язычок - гипофаринкс. Щупики нижних челюстей короткие, трёхчлениковые, расположены у основания ротового аппарата.

Микропрепарат Ротовой аппарат бабочки

Ротовой аппарат сосущего типа.

На препарате видна голова бабочки с большими фасеточными глазами и длинными членистыми антеннами. Нижние челюсти образуют длинный сосательный хоботок, способный спиралевидно сворачиваться. Каждая из нижних челюстей представляет собой желобок. Последние, соприкасаясь своими краями, образуют трубочку. При сосании нектара хоботок раскручивается и вводится внутрь цветка. Остальные части ротового аппарата редуцированы: верхняя губа и верхние челюсти едва различимы, нижняя губа имеет вид треугольной пластинки с трёхчлениковыми щупиками.

Рисунки в альбоме: «Внешнее строение насекомых», «Строение грызущего ротового аппарата», «Внутреннее строение насекомых».

Вопросы для самоконтроля

1. Строение головы насекомых.
2. Строение грызущего ротового аппарата. Для каких насекомых он характерен.
3. Строение грудного сегмента насекомых.
4. Придатки на брюшке у насекомого.
5. Конечности, выделяемые у насекомых в зависимости от выполняемой функции.
6. Отдел, на котором расположены сегменты крыльев у насекомых.
7. Типы сяжки у насекомых.
8. Классы надкласса Шестиногие.
9. Органы прикрепляющиеся к сегментам головогруди насекомых.
10. Насекомые имеющие лижущий тип ротового аппарата.

Ключевые термины

Абдомен	Акрон
Гнаторакс	Уроподы
Протоцефалон	Тельсон
Антенны	Торакс
Мандибулы	Протоцеребрум
Карапакс	Максиллы
Омматидий	Челюстегрудь
Рострум	Эпикутикула
Просома	Педипальпы
Автотомия	Хелицеры
Лировидные органы	Гнатосома
Мальпигиевы сосуды	Нимфа
Остии	Коксальные железы
Протеросома	Гребневидные органы
Метаморфоз	Внекишечное пищеварение

Трахеи
Жвалы
Церки
Гипофаринкс
Нижняя губа
Фасеточные глаза
Голень
Верхняя губа
Вертлуг
Головогрудь
Тимпанальные органы
Грифельки
Сяжки
Тергит
Яйцеклад
Надкрылье
Тазик

ЗАНЯТИЕ 17
Тип *ARTHROPODA* – Членистоногие
Подтип *TRACHEATA* – Трахейнодышащие
Надкласс *MYRIAPODA* – Многоножки

Цель занятия: изучить особенности строение многоножек на примере костянок и кивсяков.

Задачи:

1. Рассмотреть общую характеристику и систематику многоножек.
2. Ознакомиться с морфологическим обзором многоножек.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

Надкласс Многоножки включает около 10 000 видов животных, ведущих наземный образ жизни. Это трахейнодышащие членистоногие с хорошо сегментированным телом. Голова слитная, каждый сегмент туловища несёт по паре членистых конечностей.

Систематика [1, 2, 4, 7]

Тип *Arthropoda – членистоногие*
Подтип *Tracheata – Трахейнодышащие*
Надкласс *Myriapoda – Многоножки*
Класс *Chilopoda – губоногие*
Отряд *Lithobiomorpha – костянкообразные*
Семейство *Lithobiidae – костянковые*
Род *Lithobius – костянки*
Вид *Lithobius forficatus – костянка обыкновенная*
Класс *Diplopoda – двупарноногие*
Отряд *Opisthospermophora – кивсяки*
Семейство *Jilidae – кивсяки*
Род *Ommatoiulus*
Вид *Ommatoiulus sabulosus – полосатая многоножка*

Морфологический обзор многоножек (*Myriapoda*)

Тело многоножек состоит из сегментов, число которых составляет от 14 до 181. Голова ясно обособлена от туловища, образована слиянием акрона с 3–4 первыми сегментами тела. На голове располагается пара усиков и ротовые конечности: верхние и нижние челюсти. Туловищные сегменты несут одну или две пары ходильных ножек, состоящих из одного ряда члеников и заканчивающихся коготком. У некоторых многоножек конечности первого туловищного сегмента превратились в ногочелюсти, служащие для захвата и умертвления добычи. В основании ногочелюстей залегает ядовитая железа, протоки которой открываются на концах коготков ногочелюстей [4].

Внешние покровы тела представлены хитиновой, иногда пропитанной известью кутикулой, выделяемой гиподермальным эпителием. У отдельных многоножек в нём залегают ядовитые железы, выделяющие на поверхность покровов яд. Так, у тропической фонтарии в железах содержится свободная синильная кислота.

Пищеварительная система имеет вид трубки. За ротовыми конечностями располагается рот, ведущий в пищевод. В ротовую полость открываются протоки 3–5 пар слюнных желез. Средняя кишка трубчатая, в ней пища переваривается и всасывается. Задняя кишка короткая, заканчивается анальным отверстием.

Органы дыхания многоножек представлены трахеями – тонкими воздухоносными трубочками эктодермального происхождения, возникшие как впячивания внутрь наружных покровов тела. Трахеи начинаются на брюшной стороне туловищных сегментов особыми отверстиями – дыхальцами, или стигмами. В каждом сегменте имеется одна либо две пары дыхалец. У одних многоножек трахеи не сообщаются между собой, у других формируют разветвлённую трахейную сеть, соединённую продольными и поперечными перемычками. Концевые веточки трахей оплетают все внутренние органы. Движение воздуха по трахеям происходит в результате работы мускулатуры при движении многоножки [2, 16].

Кровеносная система состоит из сердца и периферических кровеносных сосудов. Сердце имеет вид трубки, тянущейся над кишкой вдоль всего тела, и заканчивается слепо. Оно поделено на камеры, в соответствии количеству сегментов туловища. Каждая камера снабжена двумя (четырьмя) отверстиями – остиями. К голове от сердца отходит головная аорта, снабжающая кровью мозг. От головной аорты отходят сосуды, огибающие кишку и образующие артериальное кольцо, соединяющееся с брюшной аортой. В каждом сегменте от сердца отходят две боковые артерии, ветвящиеся и обрывающиеся в полость тела. Оттуда гемолимфа поступает в перикардий (околосердечную сумку), а из него через остии в сердце. Таким образом, кровеносная система многоножек незамкнутая. Гемолимфа движется от задней части тела к передней по сердцу, а в обратном направлении - по брюшной аорте [1, 16].

Нервная система состоит из головного мозга, окологлоточных нервных колец и брюшной нервной цепочки. Последняя состоит из подглоточного нервного узла и ряда туловищных ганглиев, сидящих на парном продольном нервном стволе. В каждом сегменте располагается по 1–2 парным ганглиям.

Органами осязания и обоняния у многоножек являются антенны, снабжённые чувствительными волосками. Глаза (2,4 и более) сидят по бокам головы, нефасетированные. Между основаниями антенн и глазами располагаются темешваровы органы (хеморецепторы), имеющие вид ямок, на дне которых находятся скопления чувствительных клеток. [2, 16].

Выделительная система представлена длинными слепоначинающимися трубками – мальпигиевыми сосудами, которые впадают в пищеварительную систему на границе средней и задней кишки. В просвете мальпигиевых сосудов накапливается мочевая кислота – продукт выделения. Вдоль мальпигиевых сосудов, брюшной аорты и нервной цепочки располагаются образования неправильной формы – т.н. лимфатические железы. Они фагоцитируют находящиеся в полости тела твёрдые частички, образующиеся в результате метаболизма. В полости тела многоножек присутствуют скопления липидосодержащих клеток, покрытые собственной оболочкой. Совокупность таких клеточных скоплений, где происходит накопление липидов и мочевой кислоты называют жировым телом [2, 16].

В половом отношении многоножки раздельнополы. Половые железы непарные. У самцов семенник состоит из 11–12 пар маленьких долек, соединённых общим половым протоком. Семяпровод у последнего туловищного сегмента раздваивается и открывается наружу половыми отверстиями. У некоторых мириапод имеются две пары придаточных половых желез. У самок яичник соединяется с яйцеводом, который также раздваивается.

Из оплодотворённого яйца развивается личинка, внешне непохожая на взрослых животных, и только после пяти линек она приобретает характерные черты строения.

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.

2. Рассмотреть строение костянки. Изучить строение тагм и сегментов тела. Рассмотреть ходильные конечности и детально изучить их строение. Зарисовать внешнее строение костянки (рис. 60).

3. Рассмотреть различных представителей губоногих многоножек – геофилов, сколопендр, мухоловок. Выявить различия в строении, связанные с образом жизни.

4. Рассмотреть строение кивсяка. Изучить строение головы и ротовых конечностей. Рассмотреть туловище, найти диплосомиты, несущие 2 пары ног и стигм. Зарисовать (рис. 61).

Вид: *Lithobius forficatus*

Обыкновенная костянка, или костянка-камнелаз (*Lithobius forficatus*) – обыкновенный европейский вид многоножек из семейства *Lithobiidae*. Широко распространена в лесах Европы и встречается даже в городах под фундаментом домов. Днём она прячется в укрытии, например, в лесной подстилке или гнилой древесине, а ночью выходит на поверхность почвы на охоту.

В основном питается насекомыми, пауками, но может и червями, и ногохвостками.

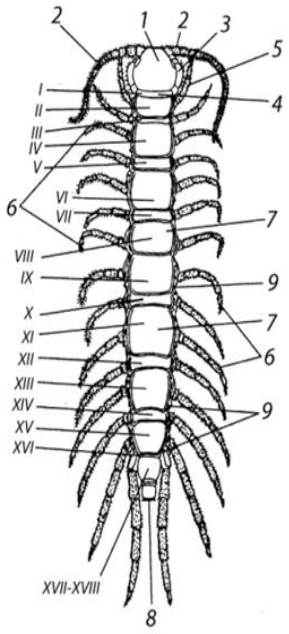




Рис. 60. Внешнее строение костянки. По Догелю, 2015.
1 – голова, 2 – антенна, 3 – ногочелюсть, 4 – туловище, 5 –, I - XVIII туловищные сегменты, 6 – ноги, 7 – тергиты туловищных сегментов, 8 – анальное отверстие, 9 – стигмы

Вид: *Ommatoiulus sabulosus*

Кивсяки (*Julida*) – отряд двупарноногих многоножек. Распространённая группа наземных беспозвоночных, обитающих в лесной подстилке, в том числе и в умеренных широтах. Питаются листьями деревьев и грибами, также потребляя кору и гнилые побеги растений.

Распространен довольно широко на равнинной территории Европейской части России, в основном в пределах районов тайги и смешанных лесов, известен также в лесостепи. Вид обычен в лесах, постоянно встречается в песчаных почвах под пологом сосновых лесов. В ельниках попадается сравнительно редко, чаще встречается по их вырубкам и в производных мелколиственных насаждениях. Помимо лесов, диплоподы отмечены на полях. Отмечен летний период активности (с конца мая). Копуляция и откладка яиц наблюдается в июле. Яйца помещаются в маленькой ямке,

которую самка делает в гумусе, а затем покидает кладку. Постэмбриональное развитие, сопровождающееся линьками, включает 9–11 стадий анаморфоза. В возрасте одного года особи достигают 8-й стадии, тогда как последние стадии длятся более двух лет, так что половозрелыми многоножки становятся к 4-му лету. Период полного анаморфоза продолжается 2 года и 10 месяцев. Для этого вида характерен период оморфоз. Максимальная продолжительность жизни самцов – 6 лет; самцы, не подвергшиеся периодоморфозу, могут прожить только 3 года

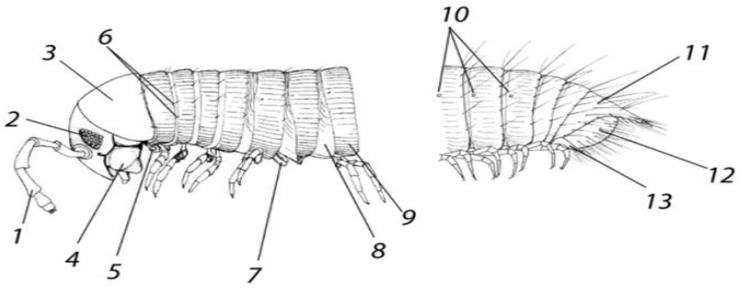


Рис. 61. Внешнее строение кивсяка. По Иванову (Догель, 2015) [1]
1 – антенна, 2 – глазное поле, 3 – голова, 4 – щека, 5 – видоизмененная ножка 1-го туловищного сегмента, сместившаяся вперед, 6 – просомит, 7 – место полового отверстия, 8 – «молодые» сегменты зоны роста, 9 – метасомит, 10 – отверстия ядовитых желез, 11 – тельсон, 12 – анальная лопасть, 13 – анальное отверстие

Описание макропрепарата [2]

Макропрепарат Кивсяк (Jilidae)

Тело многоножки зеленовато-бурого цвета, сильно вытянуто в длину. Голова небольшая, по бокам её расположены простые глазки и короткие антенны. За головой идет щиток – лишённый конечностей первый туловищный сегмент. Следующие за щитком три сегмента несут по одной паре ходильных ножек, а остальные сегменты – по двум парам. Последний туловищный сегмент лишён конечностей.

Рисунки в альбоме: «Внешнее строение костянки», «Внешнее строение кивсяка».

Вопросы для самоконтроля

1. Общая характеристика и систематика многоножек.
2. Особенности внешнего строения многоножек.
3. Внутреннее строение многоножек.
4. Значение многоножек в природе и жизни человека.

ЗАНЯТИЕ 18
Надтип *DEUTEROSTOMIA* – Вторичноротые
Тип *ECHINODERMATA* – Иглокожие
Класс *Asteroidea* – морские звезды
Класс *Echinoidea* – морские ежи

Цель занятия: ознакомиться с внешним и внутренним строением иглокожих на примере морской звезды и морского ежа.

Задачи:

1. Изучить общую характеристику и систематику иглокожих.
2. Рассмотреть морфологический обзор морских звезд и ежей.
3. Описать изученные микропрепараты.

Общая характеристика

1. Иглокожие – исключительно морские животные с радиальной симметрией тела.
2. Кожный покров иглокожих состоит из известковых пластинок, а также игл, педицеллярий и щетинок.
3. Пищеварительная система начинается ртом, переходящим в короткую глотку, а затем в кишечник. У голотурий, морских ежей и морских лилий можно различить передний, средний и задний отделы кишечника. Задняя кишка открывается наружу анальным отверстием. У морских звёзд и офиур глотка отсутствует и рот ведёт в объёмистый мешковидный желудок.
4. Дыхательная система представлена кожными жабрами, либо дыхательную функцию выполняют другие органы. Настоящие органы дыхания – водные лёгкие – имеются только у голотурий.
5. Кровеносная система незамкнутая, состоит из сердца, аборального и околоротового колец с отходящими от них сосудами и системы лакун.
6. Органы выделения развиты слабо или отсутствуют.
7. Нервная система иглокожих довольно примитивна, состоит из 3-х нервных колец с отходящими от них радиальными нервными стволами.
8. Иглокожие обладают амбулакральной системой, отсутствующей у всех других известных ныне животных. Эта система служит для движения, осязания, а у морских ежей, офиур и морских лилий выполняет, кроме того, дыхательную функцию.
9. Иглокожие – раздельнополые животные. Развитие происходит со сложным метаморфозом [1].

Систематика [1, 2, 4]

Тип *Echinodermata – иглокожие*
Класс *Asteroidea – морские звѐзды*
Отряд *Forcipulatida – педицеляриевые звезды*
Семейство *Asteriidae – астериды*
Род *Asterias – астериасы*

Вид *Asterias rubens – звезда красная морская*
Класс *Echinoidea –морские ежи*
Отряд *Echinoida – эхиноида*
Семейство *Strongylocentrotidae – стронгилоцентротида*
Род *Strongylocentrotus – стронгилоцентротус*
Вид *Strongylocentrotus droebachiensis – зеленый морской ёж*
Класс *Holothuroidea – морские огурцы, или голотурии*
Отряд *Aspidochironida – голотурии щитовиднощупальцевые*
Семейство *Stichopodidae – стихоподиды*
Род *Apostichopus – аростихопусы*
Вид *Apostichopus japonicus – трепанг дальневосточный*

Морфологический обзор
Класс Морские звёзды (*Asteroidea)*

К этому классу относятся типично морские животные, распространённые от зоны прилива до глубочайших океанических впадин. Максимальные размеры тела составляют 70 см, обычно меньше. Многие виды морских звёзд очень ярко окрашены, имеют всевозможные выросты, шипы и т.д. В настоящее время известно более 1700 видов морских звёзд.

Тело сжато в дорсовентральном направлении и имеет вид пяти-, шести-, семи-, тридцатишестилучевой звезды, на котором различают центральный диск и отходящие от него лучи, или руки. На брюшной (оральной) стороне помещается рот, а в центре спинной (аборальной) стороны – анальное отверстие [1].

Стенка тела морской звезды состоит из однослойного ресничного эпителия и соединительной ткани, под которой залегает перитонеальный эпителий, отграничивающий целом. В слое соединительной ткани находится известковый скелет в виде правильно расположенных пластинок. На аборальной стороне тела находятся узкие известковые перекладины и крупная мадрепоровая пластинка, пронизанная мельчайшими отверстиями. От поверхности скелетных пластинок отходят шипы и иглы. Последние могут соединяться наподобие ножниц и образовывать т.н. педицеллярии, раскрывающиеся и захлопывающиеся с помощью специальных мышц. Педицеллярии служат морским звёздам для защиты от хищников и удаления с поверхности тела посторонних частиц [1, 8, 9].

Пищеварительная система представлена ртом, окружённым кольцевой губой. Рот коротким пищеводом соединяется со складчатым мешковидным желудком, занимающим внутреннее пространство центрального диска. Желудок имеет 5 пар печёночных выпячиваний, заходящих в лучи и обильно выделяющих пищеварительные соки. От желудка берёт начало задняя кишка, открывающаяся анальным отверстием в центре аборальной стороны диска. У некоторых морских звёзд анальное отверстие отсутствует и задняя кишка слепо замкнута. Морские звёзды в подавляющем большинстве являются

хищниками и питаются моллюсками, другими видами иглокожих, мягкими тканями кораллов, некоторые рыбой [2].

Нервная система состоит из околоротового нервного кольца (колец) и отходящих от него радиальных нервов соответственно числу лучей. Органами осязания являются амбулакральные ножки и короткие щупальца на кончиках лучей. У основания щупалец находятся примитивные глазки, способные определять яркость света. Органы обоняния и вкуса развиты слабо и представлены многочисленными чувствительными клетками, расположенными на амбулакральных ножках.

Амбулакральная система морских звёзд начинается мадрепоровой пластинкой, от которой берёт начало каменистый канал. Он впадает в околоротовой кольцевой канал, находящийся под желудком. Кольцевой канал имеет мешковидные придатки – тидемановы тельца, назначение которых не вполне ясно. Предполагают, что в них образуются целомоциты, способствующие очищению целомической жидкости и амбулакральной системы. От кольцевого канала отходят радиальные, ветвящиеся на более мелкие боковые. Последние на оральной стороне образуют полые растяжимые выросты – амбулакральные ножки, заканчивающиеся присосками. У основания каждой ножки находится тонкостенный пузырёк – ампула. Мадрепоровая пластинка служит для фильтрации воды, поступающей в амбулакральную систему. Далее вода поступает через каменистый канал в кольцевой и радиальные каналы, откуда гонится в ампулы ножек. Благодаря сокращению мышц жидкость перегоняется в ножки, которые от этого сильно вытягиваются, а подошвы ножек соприкасаются с субстратом. После прикосновения ножки к субстрату, сокращаются мышцы подошвы, поверхность её вдавливается, и между подошвой и субстратом образуется разреженное пространство, обусловливающее прикрепление ножки к субстрату. Последующее сокращение прикрепившихся ножек подтягивает тело животного, а жидкость из сократившейся ножки вновь поступает в растянувшуюся к этому времени ампулу. Находящиеся в ампулах клапаны, регулируют наполнение их жидкостью [4, 8, 17].

Кровеносная система морских звёзд состоит из околоротового и аборального кровеносных колец, связанных между собой осевым органом. Он образован сплетением кровеносных сосудов, отходящих от околоротового кровеносного кольца, перикардием и значительным количеством соединительной ткани. Функции осевого органа разнообразны: с помощью пульсирующего перикардия вызывается движение крови, регулируется давление в амбулакральной системе и удаляются ненужные вещества. Кровеносная система представляет скопление лакун в соединительной ткани и разносит по телу питательные вещества [4, 8, 17].

Специализированных органов выделения у морских звёзд нет. Продукты обмена выводятся наружу амебоидными клетками, образующимися в осевом

органе и тидемановых железах. Часть продуктов выделения откладывается в коже в виде сколений жёлтых зёрен.

Морские звёзды раздельнополы. Половые железы в виде ветвистых гроздевидных мешочков залегают в основании лучей, а их протоки открываются между лучами. Оплодотворение наружное. Из зиготы формируется личинка - бипиннария, имеющая двухстороннюю симметрию. После выходя из яйца личинка ведёт планктонный образ жизни, затем оседает на дно и превращается в маленькую морскую звезду [1].

Морские звёзды обладают высокоразвитой способностью к регенерации: из каждого оторванного луча со временем восстанавливается целое животное.

Класс Морские ежи (*Echinoidea*)

Морские ежи имеют сплошной панцирь, образованный известковыми пластинками. Тело снаружи покрыто иглами, различными по своему строению у представителей класса. Морские ежи с округлой формой тела называются правильными, а с сердцевидным или сплющенным телом – неправильными. Пластинки, образующие панцирь, плотно смыкаются между собой, а в их стенках имеются маленькие отверстия для выхода амбулакральных ножек. Панцирь отсутствует только у ротового и анального отверстий. Снаружи пластинки панциря покрыты тонким слоем кожи. Кроме игл, у морских ежей имеются педицеллярии, служащие для защиты и очистки поверхности тела от посторонних частиц. У некоторых видов в основании педицеллярий находятся ядовитые железы, а их протоки открываются на остриях игл [1, 9].

Амбулакральная, кровеносная и нервная система аналогичны по своему строению таковым морских звёзд.

Пищеварительная система начинается ртом, расположенным в центре оральной стороны тела. Из ротового отверстия наружу выдаются 5 зубчиков, которые внутри тела формируют жевательный аппарат, называемый аристотелевым фонарём. Он имеет коническую форму, пятилучевую симметрию и состоит из 5-ти П-образных внутренних выростов панциря. При помощи аристотелева фонаря морские ежи соскребают донные водоросли и мелких хивотных. От верхней части фонаря внутрь тела отходит длинный кишечник, петлевидно закручивающийся и заканчивающийся анальным отверстием на оральной стороне тела.

Органами дыхания являются 5 пар кожных жабр, расположенные вокруг ротового отверстия.

Морские ежи раздельнополы, гонады находятся ближе к аборальной стороне тела. Оплодотворение наружное, из зиготы развивается планктонная личинка эхиноплутеус.

Икру и половые железы некоторых видов морских ежей употребляют в пищу, цена на которые часто не уступает цене золота.

Класс Голотурии, или Морские огурцы (*Holothuroidea*)

Голотурии, названные за форму своего тела морскими огурцами, широко распространены в морских водах. Поверхность тела голотурий шероховатая от лежащих в коже известковых иголочек – спикул. В передней части тела некоторых голотурий заметен венец древовидноразветвлѐнных щупалец, окружающих ротовое отверстие. Размеры морских огурцов составляют от 2–3 см до 1,5 м.

Пищеварительная система состоит из рта, ведущего в длинную и изгибающуюся кишку, которая на заднем конце тела открывается анальным отверстием. В просвет последнего впадают протоки кювьеровых органов, выделяющие ядовитую слизь при раздращении животного и нападении на него хищника [1].

Дыхательная система представлена парой кишечных лёгких, расположенных в клоаке и тянущихся к передней части тела животного. Левое лёгкое оплетено густой сетью кровеносных сосудов, обеспечивающих диффузный газообмен.

Нервная, кровеносная и амбулакральная системы по своему строению напоминают таковые морских звёзд.

Среди голотурий встречаются как раздельнополые виды, так и гермафродиты. Оплодотворение наружное. Вышедшая из яйца личинка аурикулярия морфологически напоминает личинки морских звёзд. При сильном раздражении голотурии могут выбрасывать наружу собственные внутренности, которые затем заново регенерируют.

Питаются голотурии мелкими организмами при помощи щупалец. Известны виды, ведущие планктонный образ жизни [1, 8, 9].

В морях Дальнего Востока обитает голотурия дальневосточный трепанг *(Stichopus japonicus*), называемая «морским женьшенем» за свои питательные и лечебные свойства. В Баренцевом море промысловое значение имеет голотурия кукумария (*Cucumaria frondosa*).

Ход работы

1. Записать в альбоме систематическое положение изучаемых объектов.
2. Изучить внутреннее строение иглокожих. Зарисовать внутреннее строение морской звезды и морского ежа, обозначить все органы (рис. 62, 63).
3. Изучить строение дальневосточного трепанга (рис. 64).

Вид: *Asterias rubens*

Красный астериас (*Asterias rubens*) – вид морских звезд отряда *Forcipulatida*. Обитает на мелководьях северной части Атлантического океана (от Каролины на западе до Сенегала на востоке). Наиболее обычная звезда для Северного, Белого и западной части Балтийского морей. По типу питания *Asterias rubens* - хищник и падальщик. В Балтийском море молодые звёзды питаются мелкими улитками *Hydrobia ulvae* и молодью мидий, а

крупные – двустворчатыми моллюсками *Macoma balthica* и морскими тараканами *Idotea balthica*. Для Северного и Белого морей описаны массовые «атаки» *Asterias rubens* плотных поселений двустворчатых моллюсков семейства *Mytilidae*.

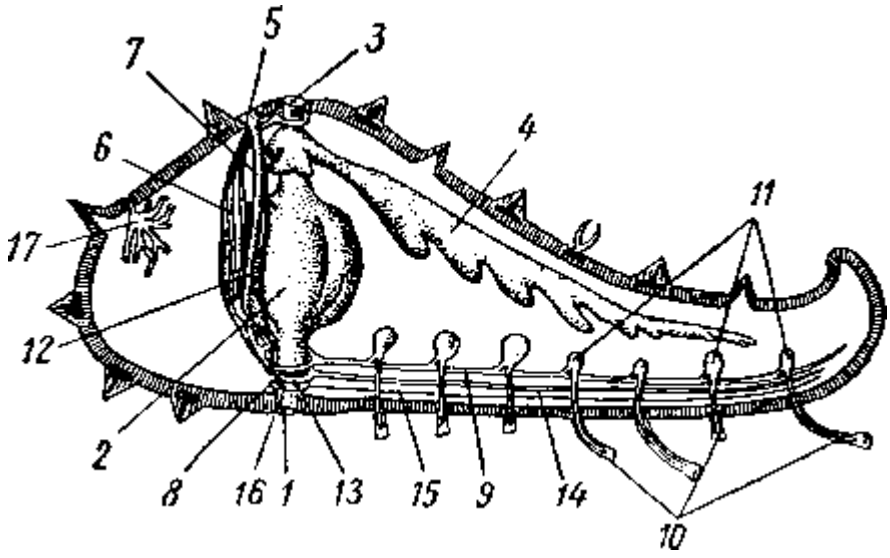


Рис. 62. Внутреннее строение морской звезды (из открытых интернет-источников с изменениями)
1 – рот, 2 – желудок, 3 – анальное отверстие, 4 – печеночный вырост, 5 – мадрепоровая пластинка, 6 – осевой комплекс, 7 – каменистый канал, 8 – кольцевой канал амбулякральной системы, 9 – радиальный канал амбулякральной системы, 10 – амбулякральные ножки, 11 – ампулы ножек, 12 – осевой орган, 13 – кольцевой канал кровеносной системы, 14 – радиальный канал кровеносной системы, 15 – оральное кольцо эктоневральной системы, 16 – радиальный ствол эктоневральной системы, 17 - гонада

Вид: *Strongylocentrotus droebachiensis*

Зеленый морской ёж, или зеленый стронгилоцентротус (*Strongylocentrotus droebachiensis*) – вид иглокожих из класса морских ежей (*Echinoidea*). Обитает на тихоокеанском мелководье от южной части Охотского моря до Японского моря. Молодые ежи питаются плёнками микроскопических водорослей на поверхности камней и скапливающимся на них детритом. Основу рациона более крупных особей составляют макрофиты, преимущественно, бурые водоросли.

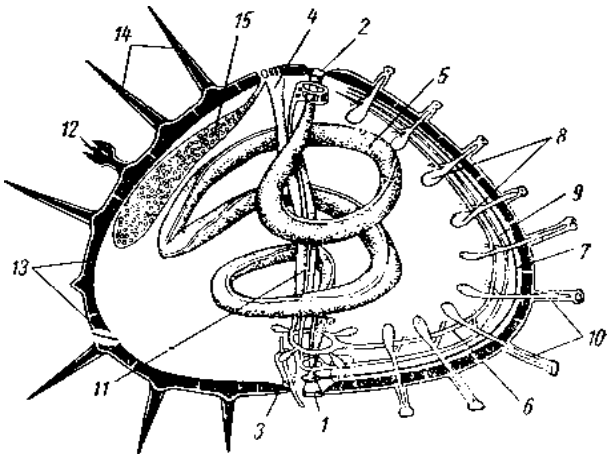


Рис. 63. Внутреннее строение морского ежа. По Storer, Usinger, 1961.
1 – рог; 2 – анальное отверстие, 3 – зуб аристотелева фонаря, 4 – каменистый канал, 5 – кишечник, 6 – радиальный канал амбулякральной системы, 7 – радиальный ствол периферийной системы, 8 – ампула, 9 – радиальный канал сосудистой системы, 10 – амбулякральная ножка, 11 – осевой орган; 12 – педицеллярия, 13 – скелетная пластинка, 14 – игла, 15 – гонада

Вид: *Apostichopus japonicus*

Распространен в Японском и Желтом морях. Численность трепанга в заливе Петра Великого в настоящее время сильно уменьшилась, что привело к решению о запрете промысла в этом районе. Обитает на рифах, камнях и гальке или в районах с песчано-илистым грунтом на глубинах от 2 до 50 м. В тихую погоду выползает на илисто-песчаные берега и питается, собирая с помощью щупалец самый поверхностный слой грунта, богатый мелкими организмами. Нерестится с июля по август в заливе Петра Великого, в Желтом море – в июне, а в более южных районах у берегов Японии с апреля по июнь. Тело удлиненной формы зеленовато-желтой или темно-бурой окраски. На спине имеются мягкие выступы различной величины с белыми кончиками, на брюхе небольшие многочисленные ножки. Рот несколько сдвинут на брюшную сторону и окружен кольцом из 18–20 щупалец. Промысел дальневосточного трепанга в заливе Петра Великого длится в апреле-июле и в сентябре-октябре, что связано с особенностями жизни этого вида. Пойманных трепангов подвергают длительной обработке, которая длится 2–3 недели. Блюда готовят из варено-сушеного трепанга. Также в тканях этого вида животных обнаружены очень ценные в фармакологическом отношении компоненты: метионин, органически связанный йод, витамины, простагландины.



Рис. 64. Дальневосточный трепанг

Описание макропрепаратов [2]

Макропрепарат Морская звезда (Asterias rubens)

Морская звезда небольших размеров розового цвета. От центральной части тела – диска отходят пять слабовыраженных лучей. На аборальной стороне ближе к центру диска располагается мадрепоровая пластинка беловатого цвета. С оральной стороны находится ротовое отверстие, а от центральной части по медианным линиям лучей идут углубления – амбулакральные бороздки, усаженные амбулакральными ножками.

Макропрепарат Морской ёж (Strongylocentrotus droebachiensis)

Тело морского ежа шаровидной формы, покрыто небольшими иглами чёрного цвета. Оральная сторона несколько уплощена, а аборальная выпуклая. В центре оральной стороны располагается рот, из отверстия которого наружу выдаются пять сомкнутых зубов аристотелева фонаря. В меридиональных направлениях тела идет пять рядов амбулакральных ножек.

Макропрепарат Дальневосточный трепанг (Apostichopus japonicus)

Трепанг имеет слегка сплющенное, вытянутое тело. Вес может достигать килограмма. Окраска существа бывает разной – от зеленовато-желтой до темно-коричневой. Причем окраска спины темнее брюшной части. Ротовое отверстие дальневосточного трепанга несколько сдвинуто на брюшную сторону и окружено колечками из щупалец.

Рисунки в альбоме: «Внутреннее строение морской звезды», «Внутреннее строение морского ежа».

Вопросы для самоконтроля

1. Слои, из которых состоит стенка тела иглокожих.
2. Производные кожи характерны для иглокожих.
3. Производные целома у иглокожих.
4. Тип симметрии характерный для иглокожих.
5. Строение амбулакральной системы иглокожих.
6. Тип пищеварения у иглокожих.

7. Примитивные черты организации иглокожих.
8. Органы, регулирующие перинервальную систему иглокожих.
9. Тип оплодотворения характерный для иглокожих.
10. Производные скелета характерные для иглокожих.

Ключевые термины

Амбулакральная система
Мадрепоровая пластинка
Билатеральная симметрия
Аутотомия
Амбулакральные ножки
Полиевы пузыри
Интеррадиус
Псевдогемальная система
Педицеллярии
Аристотелев фонарь
Диплеврула
Аборальный полюс
Регенерация
Склеробласты

Список использованных источников

Основная

1. Догель В.А. Зоология беспозвоночных / В.А. Догель – М.: ЛЕНАНД. – 2015. – 628 с.

2. Добровольский А.А. Малый практикум по зоологии беспозвоночных / А.А. Добровольский, А.В. Гришанков, А.И. Гранович. Часть 2. – М.–СПб.: Товарищество научных изданий КМК. – 2017. – 545 с.

3. Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистология: Руководство / К. Хаусман, Н. Хюльсман, Р. Радек. – М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2010. – 495 с.

4. Буруковский Р.Н. Зоология беспозвоночных / Р.Н. Буруковский – СПб.: Проспект Науки. – 2010. – 960 с.

5. Рупперт, Э.Э. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Изд. 7-е. В 4 т. Том 1. Протисты и низшие многоклеточные / Э.Э. Рупперт., Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс, Р.С. – М.: Академия. – 2008. – 496 с.

6. Рупперт, Э.Э. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Изд. 7-е. В 4 т. Том 2. Низшие целомические животные / Э.Э. Рупперт., Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс, Р.С. – М.: Академия. – 2008. – 448 с.

7. Рупперт, Э.Э. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Изд. 7-е. В 4 т. Том 3. Членистоногие / Э.Э. Рупперт., Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс, Р.С. – М.: Академия. – 2008. – 496 с.

8. Рупперт, Э.Э. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Изд. 7-е. В 4 т. Том 4. Циклонейралии, щупальцевые и вторичноротые / Э.Э. Рупперт., Р.С. Фокс, Р.Д. Барнс, Р.С. – М.: Академия. – 2008. – 352 с.

Дополнительная

9. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных: учебник для университетов / В.А. Догель. – 7 изд. – М. Высшая школа. – 1981. – 606 с.

10. Медицинская паразитология: Учебное пособие / Под ред Н. В. Чебышева. – 2012. – 304 с.: ил.

11. Практикум по зоологии беспозвоночных / авт.-сост. В.А. Шапкин, З.И. Тюмасева, И.В. Машкова. – М.: «Академия». – 2003. – 208с.

12. Тихомиров, И.А. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. Ч. 1. / И.А. Тихомиров, А.А. Добровольский. – М: КМК. – 2008. – 328 стр.

13. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных / И.Х. Шарова. – М.: «ВЛАДОС». – 2002. 2004. – 592 с.

14. Барнс Р. Беспозвоночные. Новый обобщенный подход / Р. Барнс, П. Кейлоу, П. Олив, Д. Голдинг. – М.: Мир. – 1992. – 583 с.

15. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т.1. Проморфология / В.Н. Беклемишев – М.: Наука. – 1964. – 432 с.

16. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т.2. Органология / В.Н. Беклемишев – М.: Наука. – 1964. – 450 с.

17. Вестхайде В. Зоология беспозвоночных / В. Вестхайде, Р. Ригер. В 2-х тт. М., КМК. - 2008. – 935 с.

18. Иванов А.В. Большой практикум по зоологии беспозвоночных / А.В. Иванов, Ю.И. Полянский, А.А. Стрелков. Т.1-3. – М.: Высшая школа. - 1981. – 504 с., 1983. – 543 с., 1985.

19. Протисты: Руководство по зоологии. Ч. 1. - СПб: Наука. – 2000. – 679 с.

20. Протисты: Руководство по зоологии. Ч. 2. - СПб: Наука. – 2007. – 1144 с.

21. Протисты: Руководство по зоологии. Ч. 3. - СПб: Наука. – 2011. – 474 с.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/prok-lyashev.pdf,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ № 1201 от 18.12.2024; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-196-3

