

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА ЛЕКЦИОННОГО КУРСА	1
1. Современная система эукариот и организация жгутиковых простейших	1
2. Протисты с амебоидной организацией (Sarcodina)	2
3. Группа альвеолаты — Alveolata	3
4. Гипотезы происхождения многоклеточных и низшие многоклеточные — Parazoa	5
5. НАСТОЯЩИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (Eumetazoa). Стрекающие — тип Cnidaria	8
6. Организация гребневиков — тип Stenophora	9
7. Гипотезы происхождения билатерально-симметричных животных (Bilateria)	10
8. Система Bilateria	11
LORHOTROCHOZOA	12
9. Организация и развитие кольчатых червей — тип Annelida	12
10. Организация и развитие моллюсков — тип Mollusca	15
11. Немертины — Nemertea (или Nemertini)	17
12. Лофофораты — Lophophorata	18
13. Плоские черви — тип Plathelminthes	19
ECDYSOZOA	21
14. Членистоногие — тип Arthropoda	21
15. Круглые черви, или нематоды — тип Nematoda	26
DEUTEROSTOMIA	28
16. Иголокожие — тип Echinodermata	28
Рекомендуемая литература	30
ПРОГРАММА МАЛОГО ПРАКТИКУМА	31
ПРОГРАММА ЗАНЯТИЙ НА ЛЕТНЕЙ БЕЛОМОРСКОЙ ПРАКТИКЕ	55
ТИПИЧНЫЕ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	61
Благодарности	64



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Е.Н. Темерева

**Программа лекционных
и практических занятий
по ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
для студентов незоологических специальностей**

(в приложении — перечень типичных
экзаменационных вопросов)



Москва ♦ 2011

*Рекомендовано Ученым и Учебно-методическим советами
биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в
качестве учебно-методического пособия для студентов
биологического факультета МГУ*

Е.Н. Темерева. **Программа лекционных и практических занятий по зоологии беспозвоночных** для студентов незоологических специальностей (в приложении — перечень типичных экзаменационных вопросов). Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 64 с.

Программа представляет собой краткое изложение курса лекций по «Зоологии беспозвоночных». Этот курс читается на нескольких факультетах МГУ им. М.В. Ломоносова и является одним из важных общих курсов. Последние два десятилетия ознаменовались революционными открытиями, которые полностью перевернули наши представления о системе живых существ. К сожалению, в настоящее время по зоологии беспозвоночных нет настоящих учебников, которые, во-первых, отражали бы эти современные взгляды, а во-вторых, имели бы приемлемый для учебников объем. Настоящая программа содержит новейшие данные по системе животного царства, новые взгляды на строение и функционирование систем органов и т.д. Программа так же содержит описание практических занятий по зоологии беспозвоночных с перечнем объектов. В программу включено краткое описание практических занятий на Беломорской биологической станции (ББС МГУ), а так же список типичных экзаменационных вопросов. Программа может быть рекомендована студентам биологических специальностей, аспирантам, преподавателям биологии и всем интересующимся биологией.

Рецензенты: д.б.н., проф. А.В. Чесунов (МГУ)
д.б.н. Т.А. Бритаев (ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН)

© Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова, 2011

© Товарищество научных изданий
КМК, издание, 2011

© Темерева Е.Н., текст, 2011

ISBN 978-5-87317-753-0

Темерева Елена Николаевна
**Программа лекционных и практических занятий
по ЗООЛОГИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

для студентов незоологических специальностей
(в приложении — перечень типичных
экзаменационных вопросов).

Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2011. 64 с.
при участии ИП Михайлова К.Г.

Верстка: К.Г. Михайлов

Подписано в печать 12.05.2011. Тираж 400 экз.
Формат 60×90/16. Объем 4 п.л. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Отпечатано в ООО «Галлея-Принт», Москва, 5-я Кабельная ул., 5б

ПРОГРАММА ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

1. Современная система эукариот и организация жгутиковых простейших

Современное представление о системе эукариот: выделение шести главных супертаксонов: Opisthokonts, Amoebozoans, Rhizarians, Excavates, Chromalveolates, Plants. Объект изучения зоологии беспозвоночных и место беспозвоночных животных в современной системе эукариот. Одноклеточные организмы (протисты или простейшие) с признаками животной организации — традиционные объекты изучения зоологии беспозвоночных. Общая схема жизненного цикла простейших, основные жизненные формы простейших: монадная, амeboидная, коккоидная, плазмодигальная, ресничная.

Протисты, в жизненном цикле которых доминирует монадная жизненная форма — жгутиконосцы (Mastigophora). Жгутиковый аппарат, строение жгутика (ундулиподия, мастигонемы, кинетосома), корешковый аппарат. Механизм работы жгутика (денеин-тубулиновое взаимодействие). Покровы одноклеточных (плазмалемма и гликокаликс; надмембранные образования — домики, раковинки, чешуйки; субмембранные усложнения покровов — тубулемма трипаносом, гребенчатая тубулемма опалин, пелликула инфузорий и споровиков, тека диномонад, кутикула эвгленовых). Защитные органеллы: трихоцисты, мукоцисты, нематоцисты, эжектосомы. Скелетные образования: минеральный и органический скелет. Разнообразие митохондрий и пластид. Организация ядерного аппарата, кариомастигонт. Бесполое размножение: палинтомия, монотомия. Колонии жгутиконосцев. Половой процесс. Типы копуляции: изо-, анизо-, оогамия.

Основные группы жгутиковых протистов и особенности их биологии. **Тип POLYMASTIGOTA** (характеризуются умножением числа кариомастигонты или только числа жгутиков). **Класс Diplomonada** (95 видов): представитель *Lamblia* [*Giardia*] — паразит желудочно-кишечного тракта человека. **Класс Parabasalia** (800–900 видов): отряд Trichomonadida (*Trichomonas vaginalis* — паразит половых путей человека, *Trichomonas foetus* — паразит половых путей крупного рогатого скота), отряд Hypermastigida

(симбионты кишечника термитов и тараканов). **Тип EUGLENOZOA** (характеризуются наличием 1 или двух жгутиков и параксимального тяжа). **Класс Euglenida** (1000 видов, свободноживущие формы). **Класс Kinetoplastida** (имеется кинетопласт) (800 видов): отряд Bodonida (свободноживущие и паразитические формы), отряд Trypanosomatida (*Trypanosoma gambiense* и *T. rhodosiense* — возбудители «сонной болезни», *T. cruzi* — возбудитель болезни Шагаса, *Leishmania* sp. — возбудитель кожного и висцерального лейшманиоза). **Тип DINOFLAGELLATA** (для некоторых характерен особый тип строения ядра и тип митоза), 12000 видов. Есть фотосинтезирующие и гетеротрофные формы, свободноживущие и паразиты. Свободноживущие обитают в морях и в пресных водоемах. Вспышки численности, красные приливы. Симбионты одноклеточных и многоклеточных организмов: радиолярий, фораминифер, коралловых полипов, сцифомедуз, двустворчатых моллюсков *Tridacna*. **Тип CHLOROMONADA** — зеленые жгутиконосцы. **Тип CHOANOMONADA** — воротничковые жгутиконосцы (жгутик окружен венчиком из микроворсинок, образующих «бокал»). Сходны по строению с хоаноцитами губок, рассматриваются как предковая группа для всех многоклеточных животных.

2. Протисты с амeboидной организацией (Sarcodina)

Одноклеточные организмы, в жизненном цикле которых доминирует амeboидная жизненная форма, передвигаются и питаются при помощи псевдоподий, — саркодовые (Sarcodina). Гетерогенная группа, представители которой встречаются во всех шести супертаксонах эукариот. Размеры тела саркодовых (от 0,01 мм до 2 м²), типы псевдоподий (лобоподии, филлоподии, ламеллиподии, гранулоретикулоподии, аксоподии). Механизм амeboидного движения (образование псевдоподии в результате надстройки «+» конца фибриллы актина за счет прикрепления к нему глобул актина). Морфология амeboидных протистов, форма тела, домики, раковинки, внутренний скелет, жгутики (у некоторых).

Некоторые группы саркодовых. **Тип LOBOSEA** (псевдоподии — лобоподии), голые и раковинные амeboы: *Amoeba proteus*, *Chaos* sp., *Arcella* sp. **Тип PELOBIONTA** (свободноживущие про-

тисты, обитающие в основном в водоемах с повышенным содержанием органики): *Entamoeba histolytica* — возбудитель амeboиаза; *Pelomyxa polustris* — гигантская многоядерная амeboа. **Тип HETEROLOBOSEA**. **Класс Schizopyrenida** (*Naegleria* sp. — свободноживущая, пресноводная амeboа; при высоких температурах воды способна проникать через слизистую носа в мозг и вызывать смертельное заболевание — первичный амeboный менингоэнцефалит). **Класс Acrasea** (акразиевые «грибы», способны образовывать псевдоплазмодии).

Тип FORAMINIFERA — фораминиферы. Строение раковинки (химический состав, морфология, поры, положение относительно мягкого тела). Ретикулоподии: строение (реоплазма, стереоплазма) и функции (передвижение; питание — захват и убийство добычи, переваривание пищи; надстройка раковинки; осязание). Жизненный цикл (агамонт — диплоидная стадия [весна–лето], гамонт — гаплоидная стадия [осень]). Биология (донные, планктонные), палеонтология, роль в морских сообществах.

АКТИНОПОДЫ — очень гетерогенная группа протистов, включающая представителей из разных супертаксонов, которые характеризуются наличием особых псевдоподий — аксоподий. Строение аксоподий. **Тип RADIOLARIA**. Организация радиолярий (эктоплазма, эндоплазма, центральная капсула, аксопласт, аксоподии, скелет из кремнезема, полигеномное ядро). Биология и распространение (радиоляриевые илы, яшмы, опалы, трепел). **Класс Polycystinea** (отряды Spumellaria и Nassellaria). **Тип ACANTHARIA** — группа, родственная Radiolaria. Организация (особенности морфологии и химического состава скелета, миофриски, центральная цитоплазма) и распространение. **Солнечники (HELIOZOA)** — полифилетичная группа в основном пресноводных одноклеточных организмов, пелагические и бентосные. Особенности строения (организация аксоподий и центропласт) и питания (кинетоцисты).

3. Группа альвеолаты — Alveolata

По-видимому, монофилетичная ветвь протистов в одном из супертаксонов эукариот. Группа была выделена на основании морфологических признаков (особый тип организации покровов), однако получила высокую поддержку и методами молекулярной

филогенетики. Особенности организации покровов (наличие уплощенных альвеол под плазмалеммой). Группу составляют 4 типа: Protalveolata (насчитывает всего 6 родов), Apicomplexa, Dinoflagellata (см. выше), Ciliophora.

Тип APICOMPLEXA — апикомплекса. Отдельный тип, насчитывающий 4800 видов исключительно паразитических протистов. Характеризуются наличием на инвазионной стадии, так называемого апикального комплекса (коноид, роптрии, микрономы). Строение зоита — инвазионной стадии (покровы, апикальный комплекс, комплекс Гольджи, апикопласт). Общая схема жизненных циклов: мерогония (шизогония), гамогония и половой процесс, спорогония. Наиболее многочисленные группы апикомплекса. **Класс Gregarinina** — паразиты беспозвоночных животных, обычно полостные паразиты пищеварительного тракта, гонад, полости тела. Строение (эпимерит, протомерит, дейтомерит, покровы, эктоплазма, эндоплазма). Жизненный цикл представителей подкласса Eugregarinida: гамогония и половой процесс в организме хозяина, спорогония во внешней среде, шизогонии нет. **Класс Coccidiomorpha** — внутриклеточные паразиты. Механизм проникновения в клетку хозяина (роль коноида, роптрий и микроном). Отряд Eimeriida. *Eimeria* — паразиты кишечника, жизненный цикл без смены хозяина, спорогония во внешней среде, особенно опасен для молодых животных. *Toxoplasma* — тканевый паразит животных и человека. Опасность токсоплазмоза для человека (трансплацентарное заражение). **Класс Hematozoa** — кровяные споровики. Внутриклеточные паразиты, характеризуются (за некоторым исключением) отсутствием коноида в составе апикального комплекса. Жизненный цикл со сменой хозяев: насекомые или клещи — окончательные хозяева, позвоночные — промежуточные хозяева. Отряд Haemosporidia: жизненный цикл *Plasmodium* sp.: в комаре (род *Anopheles*) — половой процесс и спорогония; в человеке — шизогония в клетках печени и в эритроцитах. Отряд Piroplasmida: вызывают тяжелые заболевания крупного рогатого скота, окончательные хозяева — клещи.

Тип CILIOPHORA — ресничные, или инфузории. Монофилетичная группа, насчитывающая около 13000 видов. Общая характеристика (тело покрыто ресничками, характерен ядерный дуализм, половой процесс — конъюгация). Покровы (кортекс), кинеты, соматическая (в том числе цирры) и околоротовая цилиа-

тура (мембраны, мембранеллы), работа ресничек (метахрональная волна), координация биения ресничек (действие ионов К и Са). «Пищеварительная система»: клеточный рот, пищеварительная вакуоль, циклоз, цитопрокт. Сократительные вакуоли. Организация ядерного аппарата, число ядер у разных инфузорий, вегетативное ядро — макронуклеус, генеративное ядро — микронуклеус. Микронуклеус, в котором сохраняется полная копия генома, большую часть времени неактивен, исключение составляет лишь период деления клетки. Гены макронуклеуса активно транскрибируются для обеспечения постоянно протекающих в клетке процессов синтеза. Бесполое размножение. Сингены (аналог вида) и типы спаривания (аналог пола). Конъюгация: поведение ядерного аппарата, образование синкариона. Восстановление ядерного аппарата после конъюгации — судьба генетического материала макронуклеуса (постепенная элиминация генетической информации — разрушение хромосом и генов; формирование «мешка с генами»). Представители некоторых групп: *Loxodes* sp. (микронуклеус и макронуклеус имеют диплоидный набор хромосом); *Stentor* sp. (наличие адоральной зоны мембранелл и сложного макронуклеуса); представители подотряда Tintinnida (чрезвычайно многочисленная группа планктонных инфузорий); *Didinium* sp. (хищник с терминальным ртом); *Balantidiidum* sp. (эндопаразит, у человека вызывают тяжелые расстройства кишечника); отряд Entodiniomorpha (обитатели рубца жвачных); отряд Suctoria (сосущие инфузории, планктонные или прикрепленные).

4. Гипотезы происхождения многоклеточных и низшие многоклеточные — Parazoa

ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ:

1. Гипотеза целлюляризации (Иован Хаджи). Происхождение многоклеточных от высокоорганизованных простейших — инфузорий. Отождествление органелл инфузорий с органами многоклеточных: например, ресничный покров одноклеточного — ресничный эпидермис Turbellaria, трихоцисты — рабдиты Turbellaria, и т.д. Доводы против: отсутствие каких либо эмбриологических доказательств (в эмбриональном развитии многоклеточных нет стадии плазмодия).

2. «Колониальные гипотезы» (гипотезы происхождения многоклеточных от колоний простейших):

А) гипотеза гастрей (Э. Геккель). Каждой стадии онтогенеза многоклеточных соответствует стадия филогенеза: цитея, морея, бластея, гастрей.

Б) гипотеза фагоцителлы (И.И. Мечников). Предок многоклеточных — пелагическая колония жгутиконосцев; дифференцировка клеток по выполнению функций на киномобиль и фагоцитобласт.

3. Современные представления о происхождении многоклеточных (К. Михайлов, В. Алешин и др.) — развитие теории синзооспоры А.А. Захваткина: I) предок многоклеточных — сидячая колония одноклеточных организмов с разными типами клеток в составе колонии; II) первые многоклеточные — губки (сидячие фильтраторы с первичной расселительной личинкой-бластулой, состоящей из непитающихся клеток); III) первые многоклеточные с кишечником, мышечной и нервной системой (Eumetazoa) возникли за счет усложнения организации первичной личинки при её переходе к питанию многоклеточной добычей — другими первичными личинками; дальнейшая эволюция Eumetazoa была связана с неотенией и утратой стадии сидячего фильтратора.

Подцарство Parazoa включает 4 типа животных (Dicyemida, Orthonectida, Placozoa, Porifera), у которых тело построено из внешнего и внутреннего слоев клеток, нет настоящих зародышевых листков, нет рта и кишечника, нет нервной системы, нет мускулатуры. Предполагается, что такое строение связано с вторичным упрощением и для большинства этих групп (Dicyemida, Orthonectida, Placozoa) методами молекулярной филогенетики показана принадлежность к Bilateria — билатерально-симметричным организмам, которые имеют 3 зародышевых листка, настоящие эпителии и билатеральную симметрию тела.

Тип PORIFERA (Spongia) — губки. Согласно большинству данных молекулярной биологии, губки — парафилетичная группа, однако, в курсе мы рассматриваем их как единый таксон, представители которого характеризуются некоторыми особенностями морфологии и цитологии. Особенностью организации взрослых губок является отсутствие настоящих эпителиев (нет десмосом между клетками; нет слоя внеклеточного матрикса, подстилающего базальные поверхности клеток), что позволяет им иметь

индивидуальную клеточную подвижность. Однако у личинок некоторых губок (именно они рассматриваются как отдельная ветвь Porifera) десмосомы между клетками есть, что свидетельствует о вторичной их утрате взрослыми формами. Биология, морфология и размеры губок. Анатомическое строение: пинакодерма, поры, мезохилл, приводящие каналы, жгутиковые камеры (хоанодерма), спонгоцель, оскулум. Типы организации: аскон, сикон, лейкон. Движение воды в ирригационной системе. Скелет: минеральный, минеральный + органический, органический. Клеточный состав тела (морфология клеток и их функции): пинакочиты (экзо- и эндопинакодерма), пороциты, хоаночиты, колленциты, лофоциты, склероциты (производящие кальциевые и кремниевые спикулы), спонгоциты, амебоциты и археоциты. Размножение: происхождение половых клеток, оплодотворение. Личинки: амфибластула, паренхимула, трихимелла. Метаморфоз амфибластулы и паренхимулы: жгутиковые клетки переднего конца личинки дают начало хоанодерме, безжгутиковые клетки заднего конца личинки становятся пинакодермой. Система: **класс Calcarea** — известковые губки (500 видов, скелет из углекислого кальция, только морские, личинки бластульного типа); **класс Demospongia** — кремнегубовые или «народные» (обыкновенные) губки (6000 видов, скелет из спонгина и кремния или только спонгиновый, обитают в морях и пресных водоемах, личинки — паренхимулы); **класс Hexactinellida** (стеклянные) — шестилучевые губки (500 видов, скелет кремниевый, только морские, клетки пинакодермы и хоанодермы образуют синцитии, личинка — трихимелла).

Тип PLACOZOA — пластинчатые. *Trichoplax adherens* — единственный валидный вид. Морфология (пластинка диаметром 2–5 мм). Анатомия: «вентральный» (обращенный к субстрату) и «дорсальный» (обращенный от субстрата) эпителии, внутренняя полость, заполненная рыхло расположенными клетками. Клеточный состав: «вентральный» эпителий (колбовидные жгутиковые эпителиальные клетки и железистые клетки двух типов: продуцирующие слизь и продуцирующие пищеварительные ферменты); «дорсальный» эпителий (уплощенные Т-образные жгутиковые клетки, в том числе клетки блестящих шаров); внутренняя полость (волокнистые клетки с бурыми телами). Питание (2 способа). Размножение: бесполое — деление и образование бродяжек (плавающие шарообразные стадии); половое (известны лишь началь-

ные стадии). Положение в системе до сих пор не определено. Согласно последним данным, Placozoa — группа сестринская Bilateria, что свидетельствует о вторичном упрощении этих животных, связанном, по-видимому, с неотеническим (личиночным) происхождением.

5. НАСТОЯЩИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ (Eumetazoa). Стрекающие — тип Cnidaria

Характеристика настоящих многоклеточных (наличие «настоящих» эпителиев, нервных клеток, мускулатуры, кишечника, задышевых листков). Подцарство Eumetazoa образовано двумя группами: Radiata (радиально симметричные) и Bilateria (билатерально симметричные). В составе Radiata — 2 типа животных: Cnidaria (стрекающие) и Stenophora (гребневики).

Тип CNIDARIA — беспозвоночные, обладающие «совершенными» клетками — книдоцитами (стрекательные клетки). Организация стрекательной клетки и книдом. Общая схема жизненных циклов Cnidaria (без метазенеза — у представителей подтипа Anthozoa; с метазенезом — у представителей подтипа Medusozoa).

Морфология и анатомия полипа (размеры тела, щупальца [число, расположение], симметрия тела, перистом, подошва, глотка, сифонотрофея(ы), гастральная полость, септы, книдоглангулярные тракты). Морфология и анатомия медуз (размеры, щупальца, ротовые лопасти, желудок, гастроваскулярная система). Функции гастральной полости.

Гистологическое строение: эпидермис, мезоглея, гастродермис. Цитологическое строение участка стенки тела: эпидермис, мезоглея, гастродермис. Эпидермис образован 4 типами клеток: эпителиально-мышечные клетки [миофиламенты образуют продольную мускулатуру]; стрекательные клетки; интерстициальные (или стволовые) клетки; нервные клетки. Мезоглея: неклеточное вещество образует 3 слоя — 2 базальные пластинки со стороны базальных поверхностей эпителиев и фибриллярный слой между ними. Неклеточное вещество образовано коллагеном, мукополисахаридами. В мезоглее встречаются мышечные клетки и амебоциты. Гастродермис образован 5 типами клеток: эпителиально-мышечные клетки [миофиламенты образуют кольцевую мускулатуру], выпол-

няющие, в том числе, функцию внутриклеточного пищеварения; железистые клетки секретируют слизь и пищеварительные ферменты для полостного пищеварения; стрекательные клетки; интерстициальные клетки; нервные клетки.

Подтип Anthozoa. Особенности симметрии (сочетание радиальной и билатеральной симметрии). Скелет: органический (за некоторым исключением [Coenothecalia] внутренний мезоглеальный, продуцируется склеробластами — у представителей класса Ostrosorallia; минеральный (всегда наружный эктодермальный, продуцируется клетками эпидермиса — у представителей класса Hexacorallia [Scleractinia]). Схема образования скелета и склеросепт у Hexacorallia, роль симбионтов в формировании скелета. Жизненный цикл Anthozoa, строение личинки, особенности метаморфоза личинки.

Подтип Medusozoa. В жизненном цикле есть медузоидная стадия. **Класс Cubozoa** (14 видов). Организация полипа: не имеет септ, имеет развитую мышечную систему. Жизненный цикл: полип становится медузой. Особенности организации медуз: кубический зонтик, 4 щупальца или 4 группы щупалец, отходящих от педалий, 4 кармана желудка очень длинные и тянутся вдоль всего зонтика, заходя в педалию. Опасные кубоидные — *Chironex fleckeri* (морская оса). **Класс Scyphozoa.** Строение полипа, жизненный цикл (стробила, эфира, медуза, планула, сцифистома). Организация органов чувств медуз (простые глазки, статоцисты). Опасные сцифоидные — Rhizostomata (корнероты). **Класс Hydrozoa.** Организация отдельного полипа, организация колонии (ценосарк — мягкое (общее) тело колонии, перисарк — защитный неклеточный органический слой на поверхности эпидермиса), гетероморфизм особей в колонии (на примере *Obelia* sp.). Жизненный цикл (медуза, планула, первичный полип, колония). Опасные гидроидные — *Gonionemus* sp. (крестовичок). Португальский кораблик, *Millepora* и т.д.

6. Организация гребневиков — тип Stenophora

Группа насчитывает 80 видов, исключительно морские, в основном пелагические, но есть и бентосные формы. Обычные размеры — несколько сантиметров, *Cestus veneris* (пояс Венеры) — до 1,5 м. Согласно современным представлениям, гребневики —

наиболее базальная группа многоклеточных. Общий план строения: плоскости симметрии, оральный и аборальный полюс, щупальца (по-видимому, исходны для всех, т.к. есть в эмбриональном развитии большинства представителей) с тентиллами и коллобластами, 8 рядов гребных пластинок и 4 мерцательные бороздки, аборальный орган. Захват добычи и строение коллобласта. Организация систем органов: гастроваскулярная (глотка, желудок, глоточные каналы, горизонтальные каналы — 4, интеррадиальные каналы — 8, меридиональные каналы — 8), связь гастроваскулярной системы с окружающей средой и с мезоглеей; нервная система (нервный плексус, статоцист), половая система (обычно — гермафродиты, половые каналы и половые клетки). Половое размножение (оплодотворение, нерест, вынашивание личинок), бесполое размножение (у некоторых бентосных форм). Развитие: особенности дробления яйца и эмбрионального развития (детерминированное двулучевое дробление, микромеры ответственны за развитие гребных пластинок, макромеры — за развитие гастроваскулярной системы). Некоторые представители (*Pleurobrachia pileus*, *Cestus veneris*, *Coeloplana* sp.) и особенности биологии.

7. Гипотезы происхождения билатерально-симметричных животных (Bilateria)

ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ BILATERIA:

1) Плануло-турбеллярные гипотезы (Graff, 1891; Беклемишев, 1937, 1944, 1952; Нуман, 1951; Иванов, 1976). Предки билатерально симметричных животных — планулообразные пелагические организмы, осевшие на субстрат оральной поверхностью или «на бок» и начавшие ползать. Самые примитивные билатерия — Acoela (бескишечные Turbellaria — ресничные черви). В современной систематике бескишечные турбеллярии действительно рассматриваются как наиболее примитивная группа Bilateria, хотя особенности их анатомии и развития противоречат этим взглядам.

2) Архигеломатная гипотеза (Masterman, 1898; Remane, 1950, 1967; Ulrich, 1950; Marcus, 1958; Siewing, 1980). Предки билатерально симметричных животных — четырехлучевые двухслойные организмы (полипы), перешедшие к ползанию на оральной стороне. Карманы гастральной полости отделились от основного

ствола гастральной полости и дали начало целомическим мешкам: непарному преоральному, и парным посторальному и туловищному. Самые примитивные билатерия — организмы с трехраздельным целомом — вторичноротые (Deuterostomia) и лофофорные (Lophophorata).

3) «Метамерные» гипотезы (Sedgwick, 1884; Beneden, 1891; Snodgrass, 1938). Предки билатерально симметричных животных — многолучевые полипы, перешедшие к ползанию на оральной поверхности. Обособившиеся карманы гастральной полости дали начало многочисленным целомическим мешкам. Самые примитивные билатерии — организмы с выраженной внешней и внутренней метамерией. Из современных животных наиболее примитивный облик (но не развитие!!!) сохранили кольчатые черви Annelida.

3А) О первичности билатеральной симметрии у современных Cnidaria (Малахов, 2004). Пелагические вендские Radiata с симметрией бесконечно большого порядка осели на ротовую поверхность и дали начало вендским билатерально-симметричным кишечнополостным организмам. От них произошли современные Bilateria, а так же современные Cnidaria, часть которых сохраняет билатеральную симметрию.

8. Система Bilateria

«Классическая» система, господствовавшая до конца 20-го века. Плоские черви с «паренхиматозной» организацией — наиболее примитивные Bilateria, занимающие место в основании филогенетического древа. Чуть выше на филогенетическом древе располагаются первичнополостные черви (например, нематоды), еще выше — целомические животные.

Современная система, основанная на результатах молекулярной филогенетики. Выделение в составе Bilateria двух главных ветвей: Deuterostomia (вторичноротые) и Protostomia (первичноротые). Вторичноротые занимают базальное положение по отношению к первичноротым, т.е. считаются более плезиоморфными (примитивными). Они характеризуются радиальным дроблением яйца, происхождением мезодермы из многоклеточных зачатков (часто это просто отщипывание участков первичной кишки), единой судьбой бластопора (он становится анусом, а рот проры-

вается заново). К вторичноротым относятся 3 типа животных: Echinodermata (иглокожие), Hemichordata (полухордовые), Chordata (хордовые). Ветвь первичноротых подразделяется на две большие группы: Lophotrochozoa (лофотрохозоа) и Ecdysozoa (линяющие). Лофотрохозоа характеризуются особым типом дробления яйца — спиральным (за некоторым исключением), малоклеточной закладкой целомической мезодермы (из двух клеток — телобластов), единой судьбой бластопора (как правило, он становится ртом, а анус прорывается заново) и наличием ресничных личинок. Эта группа включает наибольшее число таксонов беспозвоночных, среди них такие крупные типы как Annelida (кольчатые черви), Mollusca (моллюски), Nemertea (немертины), Lophophorata (лофофораты, группа типов), Plathelminthes (плоские черви). Линающие животные характеризуются наличием особых покровов (кутикулы), которые способны сбрасываться (линять) под воздействием особого гормона — экдизона. Ecdysozoa — это самая многочисленная группа животных, обитающих на нашей планете. В ее состав входят такие крупные типы беспозвоночных как Arthropoda (членистоногие) и Nematoda (нематоды).

LOPHOTROCHOZOA

9. Организация и развитие кольчатых червей — тип Annelida

Тело подразделено на сегменты (есть исключения). Имеются щетинки. Целом хорошо развит, метамерный. Дробление яйца спиральное, бластопор становится ртом, личинка (если есть) — трохофора.

Надкласс ACLITELLATA (беспоясковые).

Класс Polychaeta — многощетинковые черви. Размеры тела и внешнее строение (простомииум с чувствительными придатками и глазами, перистомииум со ртом, сегментированное туловище, пигидий с анусом, параподии). Организация параподии (спинной и брюшной усики, ацикулы, щетинки, щетинконосный мешок и хетобласт).

Покровы: эпидермис и кутикула (миковиллярная — не линяет, растягивается). Пищеварительная система (передняя кишка — эктодермальная, средняя кишка — энтодермальная, задняя кишка — эктодермальная).

Целомическая система (парные целомические мешки в каждом сегменте, мезентерии и диссепименты, выстилка целома — от эпителиально-мышечных клеток до специализированного целомического эпителия на поверхности мускулатуры). Главные функции целома (опорная, выделительная, половая).

Кровеносная система. Анатомическая организация (всегда 2 главных кровеносных сосуда — спинной и брюшной [спинной сосуд выполняет функцию сердца; движение крови: по спинному сосуду от заднего конца тела к переднему; по брюшному — от переднего конца к заднему]; кровеносные капилляры — окологлазничного плексуса, эпидермиса). Гистологическая организация: кровеносные сосуды — это щели в толще неклеточного вещества, это остатки первичной полости тела, стенка сосуда — слой внеклеточного матрикса (базальная пластинка). Форменные элементы крови (эритроциты, амебоциты).

Выделительная система. Протонефридии (у личинок и мелких форм), залегают в первичной полости и со всех сторон окружены базальной пластинкой: эктодермальный выделительный канал и терминальные клетки (тело клетки, длинные микроворсинки, образующие воротничок или «вершу» вокруг жгутика). Функционирование: биение жгутика — движение жидкости в сторону «верши» — фильтрация жидкости на базальной пластинке — образование первичной мочи внутри воротничка терминальной клетки — движение первичной мочи по каналу и вторичное всасывание — выведение вторичной мочи. Метанефридии — парные сегментарные органы, расположенные в каждом сегменте: ресничная воронка (обращена в целом и располагается на диссепименте), извитой выделительный канал (открывается выделительным отверстием на следующем сегменте). Функционирование связано с работой кровеносной системы: продукты обмена из плазмы крови поступают в целом, при этом на стенке сосуда (базальной пластинке) происходит ультрафильтрация (крупные молекулы задерживаются и остаются в плазме крови, мелкие молекулы и ионы проходят в целом); давление на плазму крови оказывают сокращающиеся эпителиально-мышечные клетки целомической выстилки; целомическая жидкость — первичная моча — захватывается потоком, создаваемым ресничками воронки метанефридия, и поступает в извитой канал, где происходит вторичное всасывание. Вторичная моча выводится через выделительное отверстие.

Нервная система. Головной мозг (надглоточный ганглий в простомииуме), окологлоточные коннективы и брюшная нервная цепочка (2 ганглия в каждом сегменте). Ганглий (скопление тел нервных клеток), коннективы (нервные стволы, соединяющие разноименные ганглии), комиссуры (нервные стволы, соединяющие одноименные ганглии). Органы чувств (хемо-, фото-, механорецепторы).

Половая система (раздельнополые, обычно нет оформленных гонад, половые клетки дифференцируются из клеток целомической выстилки и созревают в целоме, будучи прикрепленными к кровеносным сосудам). Атокные и эпитокные формы. Нерест и оплодотворение. Дробление яйца (спиральное), строение личинки — трохофоры, замыкание бластопора. Телобласты и формирование целомической и кровеносной систем в онтогенезе.

Группа *Pogonophora* (погонофоры) и *Vestimentifera* (вестиментиферы) — строение и биология.

Надкласс CLITELLATA — поясковые. Класс Oligochaeta (малощетинковые). Особенности организации: нет чувствительных придатков простомииума, нет параподий, есть только щетинки, гермафродитная половая система, оплодотворение внутри муфточки (кокона). Особенности экологии некоторых малощетинковых червей, обитателей пресноводных водоемов и почв, хищников. **Класс Hirudinea** (пиявки). Пиявки — это свободноживущие хищники или гораздо чаще эктопаразиты, нападающие на других нередко крупных животных и питающиеся их кровью. Морские, пресноводные и в редких случаях наземные животные. Известно около 400 видов пиявок. Пиявки могут быть охарактеризованы как полимерные Clitellata со стабилизированным числом сегментов, без щетинок (за исключением отряда Acanthobdellida). Сегменты пиявок разделены на наружные вторичные колечки. Морфология: передняя присоска со ртом (4 сегмента), туловище (22 или 19 сегментов), задняя присоска (7 сегментов), анус сдвинут на спинную сторону, щетинки [есть только у отряда Acanthobdellida на 4 первых сегментах тела]. Пищеварительная система — слюнные железы и гирудин, дивертикулы для запасаения крови. Характерна сильная редукция целома и превращение его в лакунарную систему, содержащую кровь. Особенности организации целома в некоторых группах — отряды Acanthobdellida, Gnathobdelliformes, Rhynchobdelliformes; организация выделительной системы у Gnathobdella). Гермафродиты с прямым развитием.

10. Организация и развитие моллюсков — тип Mollusca

Целомические билатерально-симметричные животные. Тело подразделено на голову, ногу и туловищный (висцеральный) мешок. Имеется мантия (складка покровов) и мантийная полость, в которой располагаются органы дыхания, анальное, выделительное и половое отверстия, некоторые органы чувств. Клетки мантии секретируют раковину, которая в некоторых группах может редуцироваться или вовсе отсутствовать. У большинства в составе пищеварительной системы имеется особый орган — радула (терка) и челюсти. Наиболее примитивные формы сохраняют метамерию (иногда даже согласованную метамерию) и обширный целом. Для большинства характерно спиральное дробление яйца, бластопор становится ртом, личинки — трохофора, велигер. У некоторых развитие прямое.

Подтип ACULIFERA (колючие, или несущие шипы).

Класс Polyplacophora, или Loricata — хитоны. Внешняя морфология (8 пластинок раковины, голова без придатков, со ртом, нога, туловище, мантия, снаружи с шипиками, мантийная полость с ктенидиями, анусом, выделительным и половым отверстиями, осфрадиями). Анатомия: пищеварительная система; целомическая система (перикард и гоноцель); кровеносная система (сердце — два предсердия и один желудочек; жаберные вены; спинная аорта; часть пути кровь течет не по сосудам, а по лакунам — крупным пространствам между органами); выделительная система (1 пара метанефридиев, связанных с перикардом); нервная система (парные педальные и плевровисцеральные стволы, надглоточная дуга, буккальные ганглии; органы чувств — осфрадии, эстеты); половая система (раздельнополые, половые клетки созревают в гоноцеле и выводятся через специализированные целомодукты — гоноодукты). Оплодотворение наружное, дробление спиральное, бластопор переходит в рот, личинка похожа на трохофору. Метаморфоз.

Подтип CONCHIFERA (раковинные).

Класс Monoplacophora — моноплакофоры. Обитают на больших глубинах, всего около 12 видов. Внешнее строение (раковина — завиток вперед, голова с придатками, нога, жаберы). Особенности анатомии — метамерия в строении многих систем: целомичес-

кая система (2 пары целомов: дорсальный и перикард); кровеносная система (2 сердца — 4 предсердия и 2 желудочка); выделительная система (6 пар целомодуктов: 4 пары в дорсальном целоме и 2 пары — в перикарде); дыхательная система (5 пар ктенидиев, чередующихся с выделительными отверстиями); нервная система (педальная и висцеральная дуги, соединенные 10 коннективами).

Класс Gastropoda — брюхоногие. Внешнее строение (голова, нога, внутренностный мешок, раковина). Строение раковины (завиток назад). По-видимому, произошли от предков, подобных моноплакофорам. Торсион (закручивание внутренностного мешка на 180 градусов), подтверждения торсиона: хиастоневрия, петля кишечника, положение завитка раковины и мантийной полости. Деторсия (регулятивное раскручивание по часовой стрелке) связана с появлением турбоспиральной раковины. Деторсия и связанная с ней редукция органов и изменения нервной системы в разных группах брюхоногих (Prosobranchia, Pulmonata, Opisthobranchia). Развитие, строение и метаморфоз личинки. Биология гастропод, хищные гастроподы: *Conus*, *Natica*, *Rapana* (используют радулу для нападения на жертв). Хозяйственное значение брюхоногих.

Класс Cephalopoda — головоногие. Высокоорганизованные, морские, хищники. Реактивный способ движения. У современных представителей (около 780 видов) раковина редуцирована (это вторично). Есть 1 род с настоящей наружной раковиной — *Nautilus* (подкласс Nautiloidea). Организация *Nautilus* — раковина, голова со множественными щупальцами, воронка, мантийная полость, пищеварительная система (радула), сифон. Подкласс Coleoidea — большинство современных видов. Организация *Sepia* (каракатица): голова с 8 щупальцами и 2 руками, несут присоски; туловище; воронка; мантийная полость; рудимент раковины; сложнейшая пищеварительная система; чернильный мешок; хроматофоры и фотофоры; «мозг» и сложнейшие органы чувств; настоящая эндокринная система (оптическая железа, белое тело). Целомы и связанные с ними органы. Яйца очень крупные, развитие прямое. Особенности организации и биологии некоторых других представителей головоногих: кальмары, осьминоги.

Класс Bivalvia — двустворчатые. Голова, глотка и радула редуцированы. Раковина состоит из двух кусков, закрывающих тело с боков. Строение раковины: до 3 слоев, створки, замок, лигамент, аддукторы. Мантийная полость, сифоны, движение воды в

мантийной полости, жабры (у Protobranchia, Filibranchia, Eulamellibranchia), сортировка пищевых частиц, псевдофекалии. Пищеварительная система: ротовые лопасти, кристаллический стебелек, желудок и печень, петля средней кишки в ноге, задняя кишка (проходит сквозь желудочек сердца). Целомическая система: перикард и полость гонад. Кровеносная система: сложная, незамкнутая (часть пути кровь проходит не по сосудам, а по системе лакун), сердце — 2 предсердия и желудочек.

Выделительная система: пара почек — видоизмененные метанефридии, связанные с перикардом. Нервная система (3 или 4 пары ганглиев): церебральные, плевроальные (или же церебро-плевроальные), педальные, висцеро-париетальные. Половая система: гонады, часто ассоциированные с выделительными каналами. Развитие, строение и метаморфоз личинки. Для некоторых характерно живорождение. Биология и хозяйственное значение двустворок: использование в пищу (семейства Ostreidae, Mytilidae, Pectinidae), выращивание жемчуга.

11. Немеретины — Nemertea (или Nemertini)

Группа насчитывает 900 видов. В основном морские, бентосные хищники. Форма и размеры тела: длинное, лентовидное, сплющено в дорсо-вентральной плоскости, обычно крупные, до 30 см. Головной конец лишен придатков, у некоторых есть боковые щели. Хобот: хоботное влагалище (ринхоцель и ринходеум — это настоящий целомический мешок), стилеты (если есть), ретрактор хобота, функции и работа хобота. Кожно-мускульный мешок: эпидермис (ресничный, железистый, однослойный); мускулатура очень сильно развита, может быть организована очень сложно, (основные слои: продольный, кольцевой, диагональный); соединительная ткань. Пищеварительная система и особенности питания (могут долгое время обходиться без пищи). Особенности организации кровеносной системы: анатомия (два боковых сосуда и один спинной, у некоторых есть дополнительные сосуды), циркуляция крови, наличие сплошной эндотелиальной выстилки в кровеносных сосудах, кровеносная система — остатки целомической полости. Выделительная система — протонефридиального типа. Нервная система (головной мозг, продольные нервные стволы, поперечные комиссуры) и органы чувств (церебральные

органы, фронтальные органы, головные ямки, глаза, статоцисты). Размножение и развитие: большинство раздельнополые, оплодотворение у большинства наружное, дробление спиральное. Планктонная личинка *Heteronemertini* — пилидий: строение и метаморфоз (формирование имагинальных дисков и судьба личиночных органов). Особенности биологии: обитатели пресных вод, наземные, комменсалы.

12. Лофофораты — *Lophophorata*

Полифилетичная группа, включающая три типа беспозвоночных животных: *Phoronida* (форониды), *Brachioroda* (брахиоподы) и *Bryozoa* (=Ectoprocta, мшанки). Были объединены в один таксон (*Lophophorata*), который ранее имел ранг типа, на основании морфологических данных: наличие лофофора — особого выроста переднего конца тела, несущего щупальца. Щупальца окружают ротовое отверстие. Через тонкие покровы щупалец происходит газообмен, на щупальцах находятся механорецепторные клетки, у некоторых форонид в лофофоре происходит вынашивание яиц. Однако главная функция лофофора — трофическая: он обеспечивает фильтрацию воды и извлечение из нее пищевых частиц. Имеют сходный план организации: рот и анус (если имеется) сближены из-за чего кишечник имеет вид U-образной трубки. Для всех лофофорат характерно наличие трех отделов целома (предротовой, постротовой, туловищный), радиальное дробление яйца и многоклеточная закладка целомической мезодермы. На основании этих признаков их традиционно рассматривали как группу, родственную вторичноротым животным. Однако, все данные молекулярной филогении свидетельствуют о родстве лофофорат и типичных первичноротых животных — моллюсков и аннелид. В настоящее время лофофорат не рассматривают как единую группу. Согласно данным молекулярной филогенетики, форониды и брахиоподы формируют единую монофилетичную ветвь (*Brachiozoa*). Мшанки же отстоят от *Brachiozoa* и формируют собственную ветвь.

Тип PHORONIDA — форониды. Насчитывает 12 видов, распространены по всему Мировому океану, чрезвычайно многочисленны. Взрослые животные — бентосные, сидячие, живут в трубках. Общий план организации: кожно-мускульный мешок (про-

дольная мускулатура образует складки); U-образный кишечник; замкнутая кровеносная система; кровь красная — есть эритроциты с гемоглобином; нервная система в виде нервной сети, образующей сгущения; выделительные органы — метанефридии; гонады созревают на кровеносных сосудах. Раздельнополые или гермафродиты, оплодотворение внутреннее. Личинка — актинотроха. Метаморфоз актинотрохи: выворачивание метасомального кармана, который становится телом взрослого животного; личиночные щупальца, головная лопасть и личиночный мозг поедаются.

Тип BRACHIORODA — брахиоподы. Группа, известная из кембрийских отложений. Исключительно морские. В современной фауне насчитывается более 300 видов, ископаемых — более 30000 видов. Тело заключено в раковинку, которая образует 2 створки: брюшную и спинную. У большинства на «заднем» конце тела имеется ножка для прикрепления к твердому субстрату. Общая анатомия: мускульного мешка нет — мышцы разбиты на отдельные ленты; у большинства кишечник слепо замкнут; кровеносная система замкнутая; выделительные органы — метанефридии; нервная система — есть брюшной ганглий. Личинка (лецитотрофная, непитающаяся) и ее метаморфоз (складывание на брюшную сторону).

Тип BRYOZOA — мшанки. Наиболее многочисленные лофофораты — известно 5000 современных видов и 15000 вымерших. Морские и пресноводные. Колониальные, размеры очень мелкие. Колония состоит из большого числа особей (зооидов), каждый из которых заключён в известковую, хитиноидную или студенистую ячейку (цистид). Через отверстие цистиды выдвигается передняя часть тела зооида — полипид, несущий лофофор со щупальцами. Полиморфизм особей в колонии. Общая анатомия: мышцы разбиты на отдельные ленты; кишечник U-образный; кровеносной системы нет; выделительные органы — метанефридии; в составе нервной системы есть ганглий; большинство — гермафродиты. Наиболее типичная личинка — цифонаутис.

13. Плоские черви — тип *Plathelminthes*

Тело уплощено в дорсо-вентральном направлении. Нет целомической и кровеносной систем. Нет обширных полостей между органами, пространства между органами заполнены клетками и отростками клеток (так называемая паренхиматозная организа-

ция). Пищеварительная система (если есть) — замкнутая. Половая система сложно устроена, гермафродитная, оплодотворение внутреннее. Дробление яйца спиральное, бластопор становится ртом. Ранее считались наиболее примитивными Bilateria. Сейчас показано, что это парафилетичная группа, из которой выделены в отдельную ветвь бескишечные турбеллярии (Acoela). Тем не менее все Plathelminthes — это целомические животные, у которых целом подвергся полной редукции, однако его «зачаток» (4d бластомер) сохранился.

Класс Turbellaria — ресничные черви. Свободноживущие. Внешняя морфология: размеры, форма тела, голова с органами чувств, туловище. Покровы: ресничный эпителий, рабдиты, рабдитные железы. Мускулатура: кольцевая, диагональная, поперечная, дорсо-вентральная. Клеточный состав «паренхимы»: закрепленные клетки, необласты, отростки других клеток. Пищеварительная система в разных группах (Acoela, Tricladida, Polycladida). Выделительная система: протонефридии — терминальные клетки (клетки ресничного пламени) и система выделительных каналов, мочевой пузырь. Нервная система: головной мозг + нервные стволы (у мелких форм до 11 пар); органы чувств (инвертированные глаза). Половая система (2 варианта организации женской составляющей: с желточниками и без них). Оплодотворение внутреннее, дробление типичное спиральное. Строение мюллеровской личинки. Бесполое размножение (паратомия, автотомия) и регенерация.

Класс Trematoda — сосальщики или двуустки. Морфология (тело обычно уплощено в дорсо-вентральном направлении и имеет листовидную форму, редко — цилиндрическое, имеются две присоски). Тегумент, мускулатура. Пищеварительная, выделительная, нервная и половая системы. Жизненные циклы и строение мирацидия, спороцисты, рении, церкарии. Жизненный цикл печеночной двуустки *Fasciola hepatica* (яйцо — мирацидий — проникновение в брюхоногого моллюска (спроциста, редия) — церкария — адолескария — проникновение в окончательного хозяина — корова, человек (марита)). Жизненный цикл кошачьей двуустки *Opisthorchis felinus* (яйцо — мирацидий — проникновение в брюхоногого моллюска (спроциста, редии) — церкария — проникновение в рыбу (метацеркария) — проникновение в окончательного хозяина — кошка, собака, человек, медведь (марита)). Жизненный цикл кровяной двуустки *Schistosoma haematobium* (яйцо с острым шипом —

мирацидий — проникновение в брюхоногого моллюска (спроциста, редии) — церкария — проникновение в окончательного хозяина — человек (марита)).

Класс Cestoda — ленточные черви. Морфология (размеры тела, сколекс с прикрепительным аппаратом, стробила, проглоттиды). Тегумент (микротрихии). Нет пищеварительной системы (всасывание всей поверхностью стробилы). Выделительная система (терминальные клетки + два главных выделительных канала и мочевой пузырь). Половая система (гермафродитная, автономная в каждой проглоттиде). Размножение (спаривание члеников стробилы, формирование зрелых члеников). Жизненный цикл широкого лентеца *Diphyllobotrium latum* (яйцо — корацидий (в воде) — процеркоид (в рачке подкласса Copepoda) — плероцеркоид (в рыбе) — марита (в человеке, кошке, собаке, медведе)). Жизненный цикл свиного солитера *Taenia solium* (яйцо — онкосфера и цистицерк (в промежуточном хозяине — свинья, корова, овца) — марита (в окончательном хозяине — человек и другие хищники)). Жизненный цикл эхинококка *Echinococcus granulosus*, опасность эхинококка для человека.

ECDYSOZOA

Экдизозои или линяющие животные — одна из двух главных ветвей первичноротых животных. Характерные черты организации экдизозоя: немикровиллярная кутикула, которая может линять (экдизон — гормон, вызывающий линьку), отсутствие ресничных эпителиев, редукция целома до выделительных мешочков и полости гонад, особенности организации чувствительных органов, полость тела — гемоцель, отсутствие ресничных личинок. Формирование полости тела экдизозойных животных в онтогенезе (закладка и разрушение целомических мешков), тонкая организация гемоцеля. Возможная «родина» экдизозоя. В нашем курсе мы рассмотрим 2 группы линяющих животных: тип Arthropoda и тип Nematoda.

14. Членистоногие — тип Arthropoda

Билатерально-симметричные животные с выраженной внешней метамерией. Тело подразделено на отделы (тагмы), состоя-

щие из групп сегментов (гетерономная сегментация). Сегменты несут конечности, специализирующиеся для выполнения разных функций (захват и обработка пищи, хождение, плавание, дыхание и др.). Тело покрыто кутикулой, которая у большинства представителей разбита на щитки — склериты, соединенные сочленовными мембранами. Толстая и прочная кутикула выполняет функцию наружного скелета, мускулатура поперечнополосатая и разбита на отдельные ленты. Анатомия и организация систем органов сильно варьирует в разных группах и связана с особенностями биологии. Оплодотворение у большинства внутреннее, но есть и наружное, развитие либо прямое, либо с измененной личинкой. Система: подтип Chelicerata, подтип Mandibulata.

Подтип CHELICERATA — хелицеровые. Тело подразделено на просому (7 сегментов, несущих следующие конечности: хелицеры, педипальпы, 4 пары ходильных ног, 7-й сегмент рудиментарный — у примитивных представителей несет рудиментарные конечности — хилярии), мезосому (6 сегментов, несущих видоизмененные конечности: половые крышки, листовидные ножки, гребневидные органы, легкие и т.д.), метасому (6 сегментов, лишенных конечностей). В группе имеет место тенденция к миниатюризации тела, слиянию сегментов и тагм. Система. **Класс Xiphosura** — мечехвосты. Морские хелицеровые. Область распространения — дизъюнктивный ареал. Внешнее строение. Просома состоит из 7 сегментов, несущих конечности, которые имеют более менее сходное строение и выполняют сходные функции, снабжены клешнями (за исключением педипальп у самцов). Конечности шестого сегмента двуветвистые, не имеют клешней, используются для движения в мягком грунте. Кокса четвертой пары ходильных ног (Pr4) несет экзоподит — плоский и длинный вырост — флабеллум. Эндоподит этой конечности снабжен четырьмя листовидными выростами. Последний (7) сегмент несет рудиментарные конечности — хилярии. Мезосома состоит из 6 сегментов с половыми крышками и жаберными ножками. Метасома — хвостовой шип. Анатомия. Пищеварительная система: протяженные эктодермальные участки — передняя и задняя кишки, энтодермальная короткая средняя кишка и печень. Кровеносная система: полость тела — гемоцель, сердце — длинная трубка с остиями, проходящая вдоль спинной стороны тела. Дыхательная система: органы дыхания — жаберные ножки мезосомы. Вы-

делительная система: метамерные выделительные органы — 6 пар целомических мешочков, соединенных парными выделительными каналами. Нервная система: головной мозг, состоящий из 2 пар ганглиев — протоцеребрум и дейтоцеребрум, нервное кольцо вокруг рта с отходящими от него нервами к педипальпам и ходильным ногам. Раздельнополые, сложное половое поведение, оплодотворение наружное (спермии со жгутиком), развитие прямое. **Класс Arachnida** — паукообразные. Сухопутные хелицеровые. Приспособления к жизни на суше: прочный, но легкий (без CaCO_3) «панцирь», изменение ходильных конечностей (появление лапки), формирование особых органов дыхания (легкие — видоизмененные конечности; трахеи — эктодермальные впячивания покровов) и органов выделения (мальпигиевы сосуды), внутреннее оплодотворение. Отряд Scorpiones — скорпионы. Демонстрируют наиболее полное среди паукообразных расчленение тела. Педипальпы снабжены мощными клешнями. Мезосома несет видоизмененные конечности (половые крышки, гребневидные органы, 4 пары легких). На конце метасомы — придаток тельсона с ядовитой иглой. Отряд Aranei — пауки. Морфология: просома (мощные хелицеры с ядовитой железой; педипальпы, которые у самцов используются для совокупления; 4 пары ходильных ног с прядильными коготками), стебелек (видоизмененный 7-й сегмент просомы), опистосома (слившиеся сегменты мезо- и метасомы; паутинные бородавки — видоизмененные конечности). Биологический прогресс связан с паутиной (размножение, расселение, ловля добычи, совокупление и т.д.). Подкласс Acari — клещи. Биологический прогресс связан с миниатюризацией. У подавляющего большинства клещей тагмы тела сливаются в единое туловище. Наблюдается переход к паразитическому образу жизни. Клещи переносят 3 вирусных, 22 бактериальных и несколько протерозойных инфекций. *Ixodes ricinus* — таежный клещ, переносчик вирусного клещевого энцефалита (опасное природно-очаговое заболевание). Признаки и особенности клещевого энцефалита, меры предосторожности при посещении энцефалитных районов. Другие виды из семейства Ixodidae переносят опасное заболевание — болезнь Лайма (Боррелиоз), возбудитель — граммотрицательная спирохета, из рода *Borrelia*. Клещи — переносчики возбудителей гемморагических лихорадок (Конго-Крымская лихорадка: возбудитель — вирус Конго, переносчики — *Hyalomma*, *Dermacentor marginatus*, *Ixodes ricinus*).

Подтип MANDIBULATA. Тело подразделено на 2 (голова + туловище) или 3 (голова + грудь + брюшко) тагмы. Есть специализированные жевательные конечности (мандибулы и максиллы).

Надкласс Branchiata с единственным **классом Crustacea** — ракообразные. Одноветвистая конечность хелицевых и двуветвистая конечность ракообразных. Тагматизация: голова грудь (головогрудь), брюшко, тельсон. Организация сегментов: тергит, стернит, плеврит, сочленовные мембраны. Конечности, строение и специализация: сложные глаза, антеннулы (антенны 1), антенны (антенны 2), мандибулы, максиллы 1, максиллы 2, ногочелюсти (если есть), ходильные ноги (переоподы = торакоподы), плавательные ноги (плейоподы), уropоды. Появление специализированных конечностей позволило значительно расширить спектр питания. Пищеварительная система: протяженная и дифференцированная передняя кишка, короткая средняя кишка и печень, длинная задняя кишка. Кровеносная система: сердце на спинной стороне. Выделительная система: коксальные или антеннальные железы (парные целомические мешочки, связанные с окружающей средой выделительным каналом). Нервная система: головной мозг, брюшная нервная цепочка. Органы чувств: сложные глаза (у некоторых — стебельчатые), состоящие из множества простых глазков — омматидиев, организация механо- и хеморецепторов и статоциста. Половая система: раздельнополые (есть исключения, смена пола, партеногенез), оплодотворение наружное, спермии видоизмененные. Развитие: науплиус, метанауплиус, другие личинки (циприсовидная личинка, зоеа, мегалопа и т.д.). Биология и значение ракообразных: подкласс *Copepoda* — веслоногие ракообразные (морской планктон); подкласс *Cladocera* — ветвистоусые ракообразные (пресноводный планктон), *Decapoda* — десятиногие (использование в пищу).

Надкласс Myriapoda — многоножки. Тело подразделено на 2 тагмы: голова и туловище. Туловище состоит из сегментов, несущих одноветвистые конечности. Класс *Chilopoda* — губоногие. Некоторые представители могут достигать крупных размеров (например, гигантская пуэрто-риканская сколопендра — до 31 см. в длину). Голова (несет по бокам глазные пятна, антенны 1, мандибулы, максиллы 1, максиллы 2) + туловище (ногочелюсти — конечности первого сегмента с ядовитой железой). Для большинства представителей характерна анизотергия. Развитие прямое.

Хищники. Класс *Diplopoda* — двупарноногие (обычно небольшие размеры, однако, кивсяки могут достигать 28 см в длину, например, гигантский африканский кивсяк). Голова (антенны 1, мандибулы, гнатохилирий — сросшиеся максиллы 2) + туловище (3 первых сегмента несут по одной паре конечностей, последующие сегменты — диплосомиты — несут по две пары конечностей; ядовитые железы не границах сегментов). Развитие с анаморфозом. Живут в толще растительного опада, которым питаются.

Надкласс Insecta — насекомые. Тело подразделено на 3 тагмы: голова (антенны 1, интеркалярный сегмент — не несет конечностей, мандибулы — верхние челюсти, максиллы 1 — нижние челюсти, максиллы 2 — нижняя губа) + грудь (3 сегмента: 3 пары конечностей) + брюшко (в эмбриогенезе у всех закладывается 11 сегментов).

Группа *Apterygota* — первичнобескрылые насекомые. Нет крыльев, часто сегменты брюшка несут рудиментарные конечности. Очень мелкие животные, живущие в растительном опаде, почве, на поверхностной пленке воды. Класс *Diplura* — двухвостки (400 видов). Класс *Protura* — бессяжковые (220 видов; нет антенн 1 и глаз). Класс *Collembola* — коллемболы (2000 видов; брюшко из 6 сегментов; видоизмененные конечности брюшка — вилка и зацепка). Класс *Thysanura* — щетинкохвостки (400 видов; тело заканчивается тремя членистыми выростами).

Группа *Pterygota* — крылатые насекомые. Второй и третий сегменты груди несут крылья. В некоторых группах крылья могут быть вторично редуцированы. Крыло: два взгляда на происхождение крыла (от паранотальных выростов, от экзита конечности). Полет: принцип рычага, работа продольных, дорсо-вентральных и плейральных мышц (древнекрылые и новокрылые насекомые). Трахейная система (строение трахей, связь с размерами тела). Типы ротовых аппаратов и пищеварительная система (печень отсутствует). Органы выделения — мальпигиевы сосуды (механизм фильтрации жидкости из полости тела в полость сосудов; вторичное всасывание в ректуме), жировое тело, нефроциты. Кровеносная система — сердце на дорсальной стороне; вентральная и дорсальная диафрагмы разделяют единый гемоцель на 3 продольных камеры, в которых гемолимфа движется направленно. Строение гемолимфы: плазма + гемоциты (9 типов). Нервная система: головной мозг (образован слиянием 3 пар ганглиев: протоцеребрум —

иннервирует сложные глаза; дейтоцеребрум — иннервирует антенны I; тритоцеребрум — не иннервирует никаких конечностей) + подглоточное нервное скопление (иннервация мандибул и максилл) + брюшная нервная цепочка. Органы чувств: фото-, хемо-, термо-, механорецепторы (рецепторы напряжения, Джостонов орган, жужжальца), рецепторы звука. Раздельнополые, оплодотворение внутреннее. Партеногенез. Типы постэмбрионального развития: с неполным превращением, с полным превращением (имагинальные диски). Биологическое значение насекомых: опылители, универсальные разрушители растительных остатков. Хозяйственное значение насекомых: вредители сельского хозяйства (крапчатый долгоносик, саранча, клоп вредная черепашка, колорадский жук); переносчики опасных заболеваний человека (клопы рода *Triatoma* переносят *Trypanosoma cruzi* и *T. rhodesiense* — возбудители болезни Чагаса; блохи [отряд Siphonaptera] переносят *Yersenia pestis* — возбудитель чумы; муха це-це *Glossina palpalis* переносит *Trypanosoma gambiense* — возбудитель сонной болезни; комары рода *Anopheles* переносят *Plasmodium* — возбудитель малярии; москиты из рода *Phlebotomus* переносят *Leishmania* — возбудитель лейшманиозов; вши [отряд Anoplura] переносят сыпной тиф); используются в хозяйственной деятельности (медоносная пчела — *Apis mellifera*; тутовый шелкопряд — *Bombyx mori*).

15. Круглые черви, или нематоды — тип Nematoda

Биология: чрезвычайно многочисленны, занимают влажные частичковые среды; свободноживущие (морские и почвенные), паразиты растений, паразиты животных (во всех тканях и органах). Морфология чрезвычайно бедна признаками. Размеры (0,5 мм — у свободноживущих, до 8 м [*Placentonema* sp.] — у паразитов), тело вытянутое, веретеновидное, круглое в поперечном сечении. Для мелких нематод характерна малоклеточность (и эвтелия — постоянство клеточного состава) — до 1000 клеток на весь организм. Покровы и мускулатура: кутикула (кольчатая, выстилает все естественные отверстия; 4 слоя: эпи-, экзо-, мезо-, эндокутикула), гиподерма (хорды), мускулатура (только продольная).

Движение нематод (ползают на боку). Полость тела — гемоцель, жидкость полости тела находится под давлением и выполняет функцию гидроскелета; у мелких свободноживущих форм — узкие пространства между органами, у крупных паразитических форм — обширные полости. Пищеварительная система: глотка (работает как насос), слюнные железы (всего 3 клетки), передняя кишка (стома [часто вооружена зубами] + пищевод, средняя кишка, задняя кишка. Выделительная система представлена одной клеткой — ренеттой, которая открывается выделительным отверстием (шейная пора) на брюшной стороне тела вблизи головного конца. У мелких форм из 1000 клеток около 400 приходится на нервную систему. Нервная система: окологлоточное нервное кольцо, вокруг которого расположены тела нейронов, собранные в 4 группы + до 10 продольных нервных стволов, связанных кольцевыми нервами (главный — медио-вентральный нерв, содержащий тела нейронов). Особенность иннервации мускулатуры у нематод: мышечные клетки формируют выросты, подходящие к нервным волокнам. Органы чувств: механорецептор (щетинка), хеморецептор (амфид). Половая система: раздельнополые; самки — яичник, яйцевод, семяприемник, матка, вульва (на середине брюшной стороны); самец — семенник, семяпровод, семяизвергательный канал и пара копулятивных органов — кутикулярных спикул, связанных с анальным отверстием. Оплодотворение внутреннее, спермии очень необычные, амeboидные, движутся за счет специального белка. Развитие: растут во время линьки, 5 возрастов, 4 линьки. Хозяйственное значение нематод: фитопаразиты — на переднем конце тела есть копые (у *Dorylaimida*) или стилет (у *Tylenchida*), переносят вирусы растений (южная галловая нематода, стеблевая нематода картофеля, пшеничная угрица); паразиты человека — часто имеют сложный жизненный цикл (жизненный цикл *Dracunculus* — ришта; жизненный цикл *Wuchereria bancrofti* — нитчатка Банкрофта, вызывающая «слоновую болезнь»; жизненный цикл *Trichinella* — трихинелла, опасность трихинеллеза для человека; жизненный цикл *Ascaris lumbricoides* — аскарида человеческая, распространенность и опасность аскаридоза, меры профилактики; жизненный цикл *Toxocara canis* — собачьей токсокары, пути передачи заболевания и его опасность для человека, меры профилактики).

DEUTEROSTOMIA

Вторичноротые — большая группа Bilateria, включающая животных с радиальным дроблением яйца, энтероцельной закладкой целомической мезодермы, вторичным ртом и целомом, подразделенным на 3 отдела (предротовой, послеротовой и туловищный). Группа образована 3 типами животного царства: Echinodermata, Hemichordata, Chordata.

16. Иглокожие — тип Echinodermata

Тип Echinodermata. У всех представителей имеется в той или иной степени развитый известковый скелет, залегающий в толще соединительной ткани и продуцирующийся специальными клетками — склеробластами. Уникальные свойства соединительной ткани иглокожих. Известны и многочисленны с кембрия. Стеногалинные животные. Краткий обзор вымерших иглокожих: **подтип Carpozoa** (лежали на правом боку, аулакофор, стебелек); **подтип Crinozoa** (класс Cystoidea — морские пузыри, класс Blastoidea — морские бутоны). Современные представители: подтип Crinozoa (класс Crinoidea — морские лилии — ныне живущие представители подтипа. Имеется 5 рук с амбулакральными ножками для дыхания и сбора пищи, чашечка с внутренними органами, ртом, анусом и мадрепоровым отверстием, стебелек или цирри для заякоривания); **подтип Asterozoa** (класс Asteroidea — морские звезды, класс Echinoidea — морские ежи, класс Ophiuroidea — офиуры); **подтип Holothurozoa** (класс Holothuroidea — сохранили щупальца, многие представители утратили жесткий скелет, характерна вторичная билатеральная симметрия).

Пути филогенеза современных групп (от сидячих вымерших предков, перешедших к ползанию на оральной стороне). Морфология (размеры — от нескольких мм до 2 метров; центральный диск, лучи/руки, радиусы, интеррадиусы, оральная и аборальная стороны). Схема продольного среза через луч и плоскость мадрепоровой пластинки. Пищеварительная система: эктодермальные части очень короткие; у звезд желудок способен выворачиваться наружу. Амбулакральная система: мадрепоровая пластинка, ампула мадрепоровой пластинки, каменистый канал, кольцевой ка-

нал, Тидемановы тельца, Полиевы пузыри, радиальные каналы, ампулы амбулакральных ножек, амбулакральные ножки. Работа и функции амбулакральных ножек. Перигемальная система: парные целомические мешки, в мезентерии между которыми проходят основные сосуды кровеносной (гемальной) системы — осевой орган, оральный и аборальный кольцевые каналы, оральные и аборальные радиальные каналы. Радиальные целомические каналы перигемальной системы, расположенные с аборальной стороны, называют половым целомом (здесь созревают половые клетки). Туловищный целом: выстилка, кожные жаберы. Другие органы дыхания: бursy (у офиур), водяные легкие (у голотурий). Выделительная система: специализированных органов нет, продукты обмена выводятся через кожные жаберы и амбулакральные ножки путем диффузии и вместе с амёбоцитами. Нервная система — примитивная, эпидермальная: аборальная, гипоневральная (двигательная), эктоневральная (чувствительная); нет ганглиев. Органы чувств: амбулакральные ножки, глазки, тысячи рецепторных клеток на 1 кв.см кожи (в том числе органы химического чувства); статоцисты. Половая система: обычно раздельнополые (в каждой группе есть гермафродиты). Развитие: оплодотворение наружное, дробление яйца радиальное, на стадии гаструлы происходит формирование целомических мешков (за счет отшнуровывания эпителиальных выпячиваний первичной кишки — архентерона), blastopore переходит в анус, рот прорывается заново, личинка — диплевула. Строение личинки: ресничные шнуры, целомы. Строение и метаморфоз бипиннарии — личинки морской звезды. Значение иглокожих в морских сообществах: офиуры (составляют 90% биомассы глубоководного бентоса; микрофаги); морские ежи (некоторые ежи растительноядные — грызут макрофиты при помощи зубов [Аристотелев фонарь] — разрушители первичной продукции в океане); звезды — хищники (питаются моллюсками, другими звездами; регулируют численность моллюсков); голотурии (многие — грунтоеды, достигают большой численности на мягких грунтах). Хозяйственное значение: в пищу (ежи, голотурии), на корм скоту (морские звезды), разорители моллюсковых хозяйств (звезды), разрушители коралловых рифов *Acanthaster planci* (терновый венец).

Рекомендуемая литература

Основная

- Догель В.А. 1981. Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа. 606 с.
- Вестхайде В., Ригер Р. (ред.). 2008. Зоология беспозвоночных в 2 томах. М.: КМК. 935 с.

Дополнительная

- Карпов С.А. 2001. Строение клетки протистов. СПб.: Тесса. 383 с.
- Малахов В.В. 1990. Загадочные группы морских беспозвоночных. Трихоплакс, ортонектиды, дициемиды, губки. М.: Изд-во МГУ. 144 с.
- Протисты: руководство по зоологии. 2000. СПб.: Наука. Ч. 1. 679 с.
- Протисты: руководство по зоологии. 2007. СПб.: Наука. Ч. 2. 1144 с.
- Протисты: руководство по зоологии. 2011. СПб.-М.: КМК. Ч. 3 (в печати).
- Райков И.Б. 1978. Ядро простейших. Л.: Наука. 327 с.
- Рупперт Э., Фокс Р., Барнс Р. 2008. Зоология беспозвоночных. В 4 томах. М.: Академия.
- Хаусман К. и др. 2010. Протистология: руководство. М.: КМК. 408 с.

ПРОГРАММА МАЛОГО ПРАКТИКУМА

Занятие 1. Знакомство с микроскопом, техника зоологического рисунка и изучение представителей лобозных голых и раковинных амёб

СОДЕРЖАНИЕ:

- 1) Знакомство с микроскопом: штатив, станина, бинокулярная насадка. Окуляр (x10), револьвер и объективы (x5, x10, x20, x40, x90), предметный столик, держатель для стекла (закрепление и изменение положения держателей), препаратодержатель. Настройка резкости: макровинт, микровинт. Конденсор — линза, матовое стекло, диафрагма; положение конденсора. Источник света (зеркало + лампа или естественный свет, встроенная лампа) и его положение относительно микроскопа. Что такое «поле зрения» и как в нем ориентироваться.
- 2) Знакомство с микроскопом бинокулярным стереоскопическим (бинокуляр). Использование бинокуляра на малом практикуме.
- 3) Теория техники зоологического рисунка. Характеристика бумаги, карандаша и ластика, используемых при работе с зоологическим рисунком. Что такое «шапка» и ее положение на листе. Положение объекта на листе, размер объекта, число объектов на листе. Подписи к рисунку. Характер линий рисунка, пропорции объекта.
- 4) Постоянные и временные препараты и особенности работы с ними. Приготовление временных препаратов (препарат живой амёбы).
- 5) Посмотреть в бинокуляр, найти и заметить местоположение амёбы. Поставить препарат под малое увеличение микроскопа. Зарисовать строение живой амёбы, отметить: псевдоподии, эктоплазма, эндоплазма, пищеварительные вакуоли, сократительная вакуоль, ядро. Понаблюдать за передвижением амёбы. Зарисовать 3–4 последовательные стадии движения амёбы, отметить появляющиеся и исчезающие псевдоподии.
- 6) Рассмотреть живых или фиксированных раковинных амёб под микроскопом. На рисунках с постоянных препаратов отме-

тить: раковина, устье, эпиподии, ядра (если видны), микроскульптура раковинки под объективом х40.

Всего 4 рисунка: внешний вид амёбы, движение амёбы, раковина арцеллы (или другой раковинной амёбы), участок поверхности раковины арцеллы.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Тип Lobosea

Класс Gymnamoebia

Отряд Euamoebida

Семейство Amoebida

Amoeba proteus

Тип Lobosea

Класс Testacealobosea

Отряд Arcellida

Семейство Arcellidae

Arcella vulgaris

Занятие 2. Амебоидные простейшие с наружным и внутренним скелетом

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с представителями типа Foraminifera. Зарисовка представителей с разными типами и формами раковин: 2 — с секреторной спиральной раковинкой (в том числе *Globigerina* sp. с шипами), 2 — с агглютинированной однорядной раковинкой.

2) Знакомство с лучистыми простейшими. Найти на постоянных препаратах радиолярных илов и зарисовать 1 наиболее целый и необычный по форме скелет радиолярии (лучше — населлярии).

Всего 5 рисунков: 4 фораминиферы, 1 радиолярия.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Тип Foraminifera

Класс Astrorizata

Один объект из числа агглютинированных форм (*Hyperamina*, *Rhabdommina* или другие)

Тип Lobosea

Класс Rotaliata

Один из объектов с известковой спиральной раковиной (*Rotalia*, *Nonion*, *Elphidium* или другие)

Тип Radiolaria

Класс Polycystinea

Один объект (любой вид из отрядов Spumellaria или Nassellariida)

Занятие 3. Жгутиковые и ресничные простейшие

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии живой опалины на временных препаратах. Сделать рисунок внешнего вида, показать реснички и ядра.

2) Изготовление временных препаратов инфузории туфельки (в каплю воды положить немного волокон ваты и накрыть чистым покровным стеклом без «ножек»). Изучение живой парамеции: рисунок должен быть крупный, на лист А4 с изображением всех органелл, которые можно рассмотреть при большом (х40) увеличении микроскопа.

3) Физиология инфузории туфельки. Добавляя в каплю с парамециями дистиллированную воду, посмотреть работу сократительных вакуолей. Изготовить временные препараты с инфузориями, накормленными красителями (конго красный): показать циклоз пищеварительных вакуолей.

4) Зарисовать внешний вид стентора.

Всего 3–5 рисунков: внешний вид опалины, внешний вид инфузории туфельки, инфузория туфелька с пищеварительными вакуолями разного цвета, внешний вид стентора, внешний вид спироостомума.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Тип Opalinomonada

Класс Opalinata

Отряд Opalinida

Семейство Opalinidae

Opalina ranarum

Тип Ciliophora
Класс Olygogymenophora
Отряд Parameciida
Семейство Parameciidae
Paramecium caudatum

Тип Ciliophora
Класс Heterotrichea
Отряд Heterotrichida
Семейство Stentoridae
Stentor sp. (или *Spiristomum* sp.)

Занятие 4. Паразитические простейшие

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии грегарины на примере паразитов кишечного тракта мучных червей. Необходимо сделать большой рисунок живой грегарины (одиночной особи или сизигия), отметить части клетки (протомерит, дейтомерит), гранулы амилопектина, ядро, продольные гребни.

2) Правила использования иммерсионного объектива (х90).

3) Изучить отдельные стадии жизненного цикла *Eimeria magna*. На постоянных препаратах гистологических срезов кишечника кролика, зараженного кокцидозом, найти и нарисовать: шизогонию, мерозоиты, ооцисты (хорошо видны и в клетках, и в просвете кишечника), одну стадию развития оогаметы. Всего 3–4 рисунка.

4) Познакомиться с жизненным циклом малярийного плазмодия. Зарисовать одну стадию жизненного цикла: стадию кольца (она есть на старых препаратах), или стадию раннего шизонта (их много и на старых, и на новых препаратах). Преподаватель ставит стадии развития в эритроците демонстрационно. Найти хорошо выраженные 1–2 стадии. Поставить их на разных микро-скопах. Студенты должны сделать 1 рисунок (или стадию кольца или стадию шизонта с несколькими ядрами).

Всего 5–6 рисунков: внешний вид грегарины, 3–4 стадии жизненного цикла эймерии, 1 стадия жизненного цикла малярийного плазмодия.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Тип Apicomplexa
Класс Gregarinina
Отряд Eugregarinida
Семейство Gregarinidae
Gregarina sp.

Тип Apicomplexa
Класс Coccidiomorpha
Отряд Eimeriida
Семейство Eimeriidae
Eimeria magna

Тип Sporozoa
Класс Coccidiomorpha
Отряд Haemosporidiida
Семейство Plasmodiidae
Plasmodium vivax (или другой вид того же рода)

Занятие 5. Губки

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии губок. Для занятия необходимо принести *Sycon* sp. в качестве раздаточного материала или в цилиндрах, а так же крупных сухих демоспонгий — любые виды. Сделать рисунок внешнего вида губок с фиксированного раздаточного материала или зарисовать общую форму губок с сухого материала, где остается только скелет. Показать общую форму тела, положение пор и оскулюмов.

2) Изучение анатомии губок на постоянных микроскопических препаратах. Зарисовать общую схему поперечного среза, отметив: пинакодерму, жгутиковые камеры и хоанодерму, мезохил с клеточными элементами (амебоцитами, ооцитами), парагастральную полость.

3) Знакомство с размножением губок. Зарисовать амфиблестулу (преподаватель ставит демонстрационно).

4) Изучение скелета губок. На постоянных препаратах рассмотреть и зарисовать скелет *Geodia* sp. (найти и зарисовать все

типы спикул: микросклеры и макросклеры), *Euspongia officinalis* (туалетная губка, скелет образован только волокнами спонгина).

5) Геммулы пресноводной губки *Ephydatia* sp.

Всего 6 рисунков: внешний вид губки, схема поперечного среза, амфибластула, скелет геодии, скелет туалетной губки, геммула.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia

Тип Porifera

Класс Calcispongia

Sycon sp. (два объекта: сикон в цилиндре — внешний вид, препараты поперечного среза)

Царство Animalia

Тип Porifera

Класс Demospongia

Potamon peptuni (внешний вид) или любая другая крупная демоспонгия (*Xestospongia muta*, *Euspongia officinalis*, *Halicynthia panicea*)

Царство Animalia

Тип Porifera

Класс Demospongia

Geodia sp.

Царство Animalia

Тип Porifera

Класс Demospongia

Подкласс Ceractinomorpha

Отряд haplosclerida

Семейство Spongillidae

Ephydatia sp.

Царство Animalia

Тип Porifera

Класс Demospongia

Подкласс Ceractinomorpha

Отряд Dictyoceratida

Euspongia officinalis

Занятие 6. Кишечнополостные: гидроидные полипы

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Рассмотреть под биноклем живую пресноводную гидру. Зарисовать и подписать: стебелек, желудочный отдел, гипостом, щупальца, батареи стрекательных клеток, почка (если есть).

2) Мацерация тканей живой губки при помощи метиленовой сини и изготовление временного препарата. Изучение под микроскопом типов клеток гидры. Зарисовка стрекательной клетки — пенетранты.

3) Изучение гистологических срезов через тело гидры на постоянных окрашенных препаратах. Нарисовать схему среза, отметив на ней слои клеток (эпидермис, гастродермис), слой нектального вещества (=базальная мембрана, =мезоглея) и гастральную полость. Небольшой сектор среза постараться прорисовать подробно, уделив внимание клеточным типам в составе клеточных слоев: эпителиально-мышечные клетки (рассмотреть положение миофиламентов в клетках эпидермиса и гастродермиса; миофиламенты хорошо видны на препаратах с гонадами), стрекательные клетки, железистые клетки.

4) Изучение организации колониальных гидроидных полипов на примере обелии. Под биноклем рассмотреть и зарисовать участок колонии, отметив: мягкое (общее) тело колонии (ценосарк, гидротека, гонотека), перисарк, питающий гидрант с гипостомом и щупальцами, гонангий с бластостилем и медузами.

5) На постоянных тотальных препаратах изучить морфологию и зарисовать гидромедуз обелии. На рисунке отметить: щупальца, ротовой стебелек, радиальные и кольцевые каналы гастроваскулярной системы, гонады.

Всего 6 рисунков: внешний вид гидры, стрекательная клетка, схема поперечного среза, участок поперечного среза, участок колонии обелии, медуза обелии.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia

Раздел Diploblastica

Тип Cnidaria

Подтип Medusozoa
Класс Hydrozoa
Отряд Hydrida
Семейство Hydridae
Hydra sp.

Царство Animalia
Раздел Diploblastica
Тип Cnidaria
Подтип Medusozoa
Класс Hydrozoa
Отряд Thecaphora
Семейство Campanulariidae
Obelia longissima (медузы только у *O. geniculata*)

Занятие 7. Кишечнополостные: сцифоидные и кораллы

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии сцифоидных медуз. На раздаточном материале (в чашках Петри), под биноклем (!!!) изучить и зарисовать внешний вид *Aurelia aurita*. Сделать хороший большой рисунок, обозначив: ротовые лопасти, краевые щупальца, карманы желудка, радиальные и кольцевые каналы гастроваскулярной системы, ропалии.

2) Изучение морфологии и анатомии шестилучевых коралловых полипов. Используя демонстрационный материал (в цилиндрах), зарисовать внешний вид актинии *Aulactinia stella*, отметить подошву, щупальца, гипостом (оральный диск). На постоянных препаратах изучить поперечный срез на уровне глотки через тело актинии, обозначить: эпидермис, гастродермис, базальную мембрану, глотку, сифоноглифы, гастральную полость, септы (12 септ 1-го порядка), направительные камеры, внутренние и внешние (промежуточные) камеры, септы 2-го и n-го порядка во внешних промежуточных камерах, мышечные валики на септах.

3) Изучение морфологии и анатомии восьмилучевых коралловых полипов. Используя окрашенные тотальные препараты, зарисовать одного зооида колонии *Gersemia fruticosa*, показать:

щупальца, пиннулы, глотку, мезентериальные нити, гонады на мезентериальных нитях, спиккулы скелета и их специфическое положение в разных частях тела полипа. На постоянных препаратах изучить поперечный срез на уровне глотки через тело *Gersemia fruticosa*, отметить: эпидермис, гастродермис, базальную мембрану, глотку, сифоноглиф, 8 септ, «дорсальную», вентральную» камеры гастральной полости, мышечные валики (если есть).

4) Изучение морфологии скелета шестилучевых коралловых полипов. Посмотреть и зарисовать скелет *Acropora*. Отметить: кораллит, колюмелла, склеросепты 1 порядка, склеросепты 2-го и n-го порядка.

Всего 6 рисунков: внешний вид аурелии, внешний вид актинии, поперечный срез актинии, внешний вид зооида герсемии, поперечный срез герсемии, скелет акропоры.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia
Раздел Diploblastica
Тип Cnidaria
Подтип Medusozoa
Класс Scyphozoa
Отряд Semaestomae
Семейство Ulmaridae
Aurelia aurita

Царство Animalia
Раздел Diploblastica
Тип Cnidaria
Подтип Anthozoa
Класс Hexacorallia
Отряд Actinaria
Семейство Actiniidae
Aulactinia stella

Царство Animalia
Подцарство Eumetazoa
Раздел Diploblastica
Тип Cnidaria
Подтип Anthozoa

Класс Hexacorallia
Отряд Scleractinia
Семейство Acroporidae
Acropora sp.

Царство Animalia
Раздел Diploblastica
Тип Cnidaria
Подтип Anthozoa
Класс Octocorallia
Отряд Alcyonacea
Семейство Nephtheidae
Gersemia fruticosa

Занятие 8. Кольчатые черви

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии многощетинковых червей. Используя раздаточный материал, рассмотреть под биноклем фиксированных целых *Nereis virens*. Сделать крупный рисунок внешнего вида, отметить: простомииум, перистомииум, пальпы, антенны, глаза, перистомиальные усики, пароподии, сегменты, зона роста, пигидий, анальные усики. Отдельно с постоянного тотального препарата зарисовать пароподию, указать: нотоподию, спинной усик, невроподию, брюшной усик, щетинки, ацикулы.

2) Изучение анатомии многощетинковых червей на поперечных гистологических срезах. Сделать большой рисунок поперечного среза и подписать: кутикула, эпидермис, пароподия, щетинки, мускулатура, средняя кишка, целомические мешки (правый и левый), целотелий, спинной и брюшной кровеносные сосуды, брюшная нервная цепочка, канал метанефридия.

3) Изучение морфологии малощетинковых червей. Анестезированного дождевого червя рассмотреть под биноклем и зарисовать внешний вид, отметить: простомииум, сегменты, пояс, ряды щетинок.

4) Техника вскрытия беспозвоночных животных. Вскрытие дождевого червя. Разрез проводят вдоль спинной стороны от пояска к головному концу. Раздвигают концы разреза и прикалывают булавками к дну залитой парафином ванночки, заливают пре-

парат водой и рассматривают под биноклем. Сделать большой рисунок вскрытия и отметить на нем: диссепименты, пищеварительная система, известковые железы, крупные кровеносные сосуды и «кольцевые сердца», метанефридии, семенные мешки, семязприемники, нервная система, хлорогеновая ткань.

Всего 5 рисунков: внешний вид полихеты, схема поперечного среза полихеты, пароподия, внешний вид дождевого червя, вскрытие дождевого червя.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia
Подцарство Eumetazoa
Раздел Triploblastica
Надтип Lophotrochozoa
Тип Annelida
Класс Polychaeta
Отряд Nereimorpha
Семейство Nereididae
Nereis virens

Царство Animalia
Подцарство Eumetazoa
Раздел Triploblastica
Надтип Lophotrochozoa
Тип Annelida
Класс Oligochaeta
Отряд Lumbricida
Семейство Lumbricidae
Lumbricus terrestris

Занятие 9. Панцирные и брюхоногие моллюски

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией панцирных моллюсков. Используя раздаточный материал, рассмотреть под биноклем хитона. Обратить внимание на выраженную внешнюю метамерию. Делать рисунок не нужно.

2) Знакомство с морфологией брюхоногих моллюсков. Рассмотреть живую виноградную улитку, зарисовать внешний вид сбоку и подписать: голову со щупальцами, ногу, раковину, край мантии с легочным отверстием, половое отверстие (если видно).

3) Рассмотреть пустую раковину, сделать крупный рисунок со стороны устья, подписать: завиток, последний оборот, устье, пупок (если виден), внутренняя губа устья, наружная губа устья, шов.

4) Знакомство с анатомией виноградной улитки. Вскрытие: аккуратно разбить раковину молоточком; отламывая кусочки раковинки, освободить внутренностный мешок; подрезать коллюмельярный мускул, прикрепляющий моллюска к столбику раковинки; аккуратно поворачивая животное по часовой стрелке, выкрутить его из остатков раковинки. Вскрыть мантийную полость. Для этого сделать разрез от легочного отверстия поперек тела до левого края висцерального мешка; от левого края провести разрез вглубь мантийной полости. Закрепить моллюска на дне препаровальной ванночки спинной стороной вверх, головой вперед. Отвернуть направо прорезанный лоскут мантии и закрепить его булавками на дне ванночки. Ножницами аккуратно подрезать эпидермис висцерального мешка так, чтобы обнажились внутренние органы висцерального мешка. Сделать большой рисунок вскрытой мантийной полости, отметить: голову, задний конец ноги, висцеральный мешок, сердце, перикард, легочную вену, почку, первичный мочеточник, вторичный мочеточник, заднюю кишку.

5) Вскрыть ногу и внутренностный мешок. Для этого в ротовое отверстие вставить глазные ножницы и подцепить кожу дорсальной стороны тела. Разрезать кожу вдоль дорсальной стороны вплоть до середины тела, где разрез соединится с вскрытым ранее висцеральным мешком. Развести края разреза и закрепить их на дне ванночки. Подрезав мускул ретрактор пениса, аккуратно вынуть из тела и отвести влево пищеварительную трубку. Сделать несколько отдельных рисунков систем органов. Пищеварительная система: глотка и одонтофор с дорсальной стороны, слюнные железы, пищевод, зоб, средняя кишка, правая доля печени, левая доля печени, задняя кишка. Половая система: гермафродитная железа, гермафродитный проток, семяцеппровод, предстательная железа, семяпровод, яйцевод, семяприемник, пенис, придаточные железы, мешок любовной стрелы.

6) Нервная система виноградной улитки. Перерезав пищевод поперек, вынуть пищеварительную трубку из окологлоточного нервного кольца. Рассмотреть подпищеводную нервную массу и отходящие от нее нервы к щупальцам, ноге и висцеральному мешку. Сделать рисунок нервной системы в эскизном наброске общих контуров тела моллюска.

Всего 6 рисунков: внешний вид, раковина, вскрытие мантийной полости, пищеварительная система, половая система, нервная система.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА:

Царство Animalia

Подцарство Eumetazoa

Раздел Triploblastica

Надтип Lophotrochozoa

Тип Mollusca

Класс Polyplacophora

Отряд Chitoniformes

Семейство Tonicellidae

Tonicella marmorea

Царство Animalia

Подцарство Eumetazoa

Раздел Triploblastica

Надтип Lophotrochozoa

Тип Mollusca

Класс Gastropoda

Подкласс Pulmonata

Отряд Stylommatophora

Семейство Helicidae

Helix pomatia

Занятие 10. Двустворчатые моллюски

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Изучение морфологии двустворчатых моллюсков. Зарисовать внешний вид беззубки, используя живые экземпляры, спокойно лежащие в кристаллизаторе с водой, подписать передний и задний конец, макушку раковины, вводной сифон, выводной си-

фон. Зарисовать любую створку раковинки изнутри (лучше взять сухие раковины или использовать створку после вскрытия) — показать отпечатки мышц-аддукторов и мантийную линию. Посмотреть раковины других двустворок и обратить внимание на замки, имеющие разное строение.

2) Изучение анатомии двустворок. Аккуратно разрезав мышцы-аддукторы и мышцы мантии, отделить одну створку так, чтобы мягкое тело осталось в другой створке. Удалить верхний (правый или левый) лоскут мантии. При помощи булавок укрепить створку с мягким телом на дне ванночки (булавки втыкаю рядом со створкой, чтобы зафиксировать ее между ними в неподвижном положении). Сделать крупный рисунок вскрытия, отметить: мантия, сифоны, нога, аддукторы, жабры, ротовые лопасти, рот, вскрытый перикард, сердце, область почки, печени, задняя кишка, cerebro-плевральные и висцеро-париетальные ганглии. Вскрывать ногу для показа педальных ганглиев, средней кишки и гонады необязательно.

3) Глохий. Собрать с жабр моллюска глохий (если они есть). Сделать временный препарат и рассмотреть его под микроскопом. Зарисовать личинку, подписать: створки раковинки, зубец раковинки, личиночная мантия, нить биссуса, мускул аддуктор (если видно). В случае отсутствия личинок в жабрах рисунок глохидия можно сделать с постоянного препарата.

Всего 4 рисунка: внешний вид двустворчатого моллюска, створка изнутри, вскрытие, глохий.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА:

Царство Animalia

Подцарство Eumetazoa

Раздел Triploblastica

Надтип Lophotrochozoa

Тип Mollusca

Класс Bivalvia

Отряд Unionida

Семейство Unionidae

Anodonta cygnea

Занятие 11. Плоские черви

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство со свободноживущими плоскими червями на примере *Dugesia gonocephala*. Рассмотреть под биноклем и зарисовать живого червя. Отметить на рисунке: головные лопасти, глаза, ветви кишечника и глотку, которые обычно просвечивают через покровы.

2) Знакомство со строением сосальщиков. Используя разные тотальные препараты печеночной двуустки, рассмотреть под биноклем и зарисовать системы органов: пищеварительную (глотка, пищевод, главные и боковые ветви кишечника), выделительную (главный и боковые каналы), половую (желточники, яичник, оотип, матка, семенники, семявыносящие каналы, сумка цирруса). Сделать 3 разных рисунка, на каждом отметить в том числе и ротовую, и брюшную присоски.

3) Изучение анатомии сосальщиков на гистологических поперечных срезах через тело печеночной двуустки. Зарисовать схему среза, отметить основные системы органов. Предложить студентам самим подписать элементы схемы, исходя из тех сведений, которые они получили о расположении систем органов при зарисовке тотальных препаратов.

4) Знакомство с морфологией ленточных червей. Используя бинокль и микроскоп, рассмотреть тотальные препараты участков тела свиного солитера. Зарисовать сколекс (крючья, присоски, шейка, боковые выделительные каналы) и гермафродитный членик (семенники, семявыносящий канал, семяизвергательный канал, циррус, половая клоака, яичник, желточники, оотип, скорлуповые железы, матка, влагалище).

Всего 7 рисунков: внешний вид турбеллярии, пищеварительная система печеночной двуустки, выделительная система печеночной двуустки, половая система печеночной двуустки, схема поперечного среза печеночной двуустки, сколекс свиного солитера, гермафродитный членик свиного солитера.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА:

Царство Animalia

Подцарство Eumetazoa

Раздел Triploblastica

Надтип Lophotrochozoa
 Тип Plathelminthes
 Класс Turbellaria
 Подкласс Neophora
 Отряд Triclada
 Семейство Planariidae
Dugesia gonocephala

Царство Animalia
 Подцарство Eumetazoa
 Раздел Triploblastica
 Надтип Lophotrochozoa
 Тип Plathelminthes
 Класс Trematoda
 Подкласс Prosostomata
 Отряд Fasciolida
 Семейство Fasciolidae
Fasciola hepatica

Царство Animalia
 Подцарство Eumetazoa
 Раздел Triploblastica
 Надтип Lophotrochozoa
 Тип Plathelminthes
 Класс Cestoda
 Отряд Cyclophyllida
 Семейство Taeniidae
Taenia solium

Занятие 12. Хелицеровые

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией хелицеровых из разных групп. Наиболее примитивные представители хелицеровых — мечехвосты. Изучить внешнюю морфологию мечехвостов, используя высушенный материал: мечехвосты в запаянных пластиковых коробках. Сделать два рисунка: с дорсальной стороны (показать сложные глаза, просому, мезосому и метасому — хвостовой шип) и с вентральной стороны (показать, конечности просомы — хелице-

ры, педипальпы, четыре пары ходильных ног, хилярии; конечности мезосомы — половые [=жаберные] крышки, пять пар жаберных ножек; анус, хвостовой шип=метасома).

2) Паукообразные — наиболее многочисленная группа хелицеровых. Скорпионы демонстрируют наиболее полное расчленение тела. Используя раздаточный материал (фиксированные животные), изучить морфологию скорпиона. Сделать рисунок скорпиона со спинной стороны; показать: просому, мезосому, метасому, переднебрюшье, заднебрюшье, хелицеры, педипальпы, четыре пары ходильных ног. Зарисовать скорпиона с брюшной стороны и показать конечности просомы и мезосомы (половые крышки, гребневидные органы, четыре пары легких, открывающихся стигмами с вентро-латеральных сторон мезосомы).

3) Рассмотреть под малым увеличением микроскопа препарат иксодового клеща. Отметить: гипостом, хелицеры, педипальпы, четыре пары ходильных ног, орган Галлера (терморецептор вблизи дистального конца первой пары ходильных ног), перитремы, анальное отверстие со «створками».

Всего 5 рисунков: мечехвост с дорсальной и вентральной сторон, скорпион с дорсальной и вентральной сторон, клещ.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia
 Раздел Triploblastica
 Надтип Ecdysozoa
 Тип Arthropoda
 Подтип Chelicerata
 Класс Merostomata
 Отряд Xiphosura
 Семейство Limulidae
Limulus polyphemus (американский вид) или
Carcinoscorpius rotundicauda (азиатский вид)

Царство Animalia
 Раздел Triploblastica
 Надтип Ecdysozoa
 Тип Arthropoda
 Подтип Chelicerata
 Класс Arachnida

Отряд Scorpiones
Семейство Buthidae
Buthus eupeus

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Ecdysozoa
Тип Arthropoda
Подтип Chelicerata
Класс Arachnida
Отряд Acari
Семейство Ixodidae
Ixodes ricinus

Занятие 13. Ракообразные

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией ракообразных на примере речного рака. Используя раздаточный материал (свежезафиксированных и отмытых от формалина раков), рассмотреть внешнюю морфологию животного. Сделать большой рисунок внешнего вида рака со спинной стороны. На рисунке подписать: карапакс, рострум, сложный глаз, антенны первые (AI), антенны вторые (AII), ходильные ноги (пять пар), настоящая клешня (на первой ходильной ноге), брюшко (6 сегментов), уropоды, тельсон.

2) Изучение анатомии речного рака. Сделать вскрытие рака. Для этого провести один разрез вдоль дорсо-латеральной стороны тела, начиная от края карапакса вперед до основания глаза, поперек тела вблизи рострума, назад до тельсона и вернуться к границе карапакса и тельсона. Аккуратно снять тергиты и подлежащую гиподерму. Убрать пинцетом дорсальные мышцы, закрывающие внутренние органы. Рассмотреть вскрытие и сделать большой рисунок. Подписать: жабы, мышцы мандибул, мышцы желудка, кардиальная часть желудка, пилорический желудок, печень, задняя кишка, сердце с остиями, передняя аорта, антеннальные артерии, верхняя брюшная артерия, половые протоки. Для того чтобы увидеть брюшную нервную цепочку необходимо удалить внутренние органы. Сделать отдельный рисунок нервной системы (брюшной нервной цепочки) в эскизном наброске общих кон-

туров тела рака. Подписать: надглоточный ганглий (если удалось его найти), окологлоточные коннективы, подглоточный ганглий, продольная щель брюшной нервной цепочки (обычно очень хорошо видна), брюшные ганглии.

3) Рассмотреть вид рака с брюшной стороны. Обратит внимание на разное строение конечностей в разных отделах тела. Вычленив ногоchelюсть 3-й пары и зарисовать ее. Подписать: экзоподит, эндоподит, жабра.

Всего 4 рисунка: внешний вид рака со спинной стороны, общий вид вскрытия, нервная система, ногоchelюсть III.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА:

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Ecdysozoa
Тип Arthropoda
Подтип Mandibulata
Класс Crustacea
Подкласс Malacostraca
Отряд Decapoda
Семейство Astacidae
Astacus leptodactylus или другой вид того же семейства

Занятие 14. Многоножки и насекомые

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией многоножек. Используя раздаточный материал рассмотреть внешнюю морфологию сколопендры и зарисовать ее со спинной стороны. Подписать: голова, туловище, ногоchelюсти, антенны.

2) Знакомство с морфологией насекомых на примере таракана. Наркотизированного таракана рассмотреть и зарисовать со спинной стороны, раздвинув крылья с одной стороны. Подписать: голова (обычно со спинной стороны виден только ее узкий край), антенны, переднеспинка, среднеспинка, заднеспинка, надкрылье, крыло, ходильные ноги, брюшко, стигмы трахей, церки.

3) Анатомия таракана. Провести вскрытие: сделать два разреза с дорсо-латеральных сторон тела и соединить их двумя попе-

речными разрезами у края головы и у супраанальной пластинки. Аккуратно снять тергиты и прилежащие к ним мышцы, закрепить их булавками на дне ванночки внутренней стороной вверх. Закрепить вскрытого таракана на дне препаровальной ванночки и залить водой. Выщипать пинцетом жировое тело, покрывающее внутренние органы, аккуратно промыть ванночку и таракана под водой, чтобы избавиться от кусочков жирового тела. Освободить пищеварительную систему и отвести ее влево, закрепив на дне ванночки. Сделать общий рисунок вскрытия. Найти и подписать все отделы пищеварительной, половой и нервной систем.

4) Рассмотреть под биноклем и зарисовать с готового препарата ротовой аппарат таракана.

Всего 4 рисунка: внешний вид сколопендры, внешний вид таракана, вскрытие таракана, ротовой аппарат таракана.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА:

Царство Animalia
 Раздел Triploblastica
 Надтип Ecdysozoa
 Тип Arthropoda
 Подтип Mandibulata
 Класс Chilopoda
 Отряд Scolopendromorpha
 Семейство Scolopendridae
Scolopendra sp.

Царство Animalia
 Раздел Triploblastica
 Надтип Ecdysozoa
 Тип Arthropoda
 Подтип Mandibulata
 Класс Insecta
 Подкласс Pterygota
 Отряд Blattoidea
 Семейство Blattidae
Blatta orientalis или *Blattella germanica*, или *Periplaneta americana*, или семейство Blaberidae:
Nauphoeta cinerea

Занятие 15. Нематоды

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией нематод на примере свободноживущей почвенной нематоды. Поставить под бинокляр предметное стекло с нематодами и посмотреть их движения. Сделать временный препарат и зарисовать, рассматривая под микроскопом, живую половозрелую особь нематоды (самку или самца). Если нематоды слишком активны, то их следует немного нагреть, приложив предметное стекло, например, к лампочке. Отметить на рисунке общие черты строения: стому, фаринкс, бульбус с дробильным аппаратом, среднюю и заднюю кишку, половую систему.

2) Анатомия нематод на гистологических срезах. Рассмотреть под малым увеличением микроскопа постоянный препарат поперечного гистологического среза через тело свиной аскариды. Сделать большой рисунок поперечного среза аскариды, отметить: кутикула, гиподерма, гиподермальные валики, продольная мускулатура (обратить внимание на апикальные цитоплазматические выросты клеток), нервные стволы, выделительные стволы, средняя кишка, яичник/семенник, яйцевод/семяпровод, матка (отделы половой системы различаются на срезах особенностями строения стенки и расположения содержимого). Целесообразно принести на занятие цилиндры с целыми аскаридами для ознакомления с внешним видом животных (рисовать их не надо!).

Всего 2 рисунка: внешний вид нематоды, поперечный срез аскариды.

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia
 Раздел Triploblastica
 Надтип Ecdysozoa
 Тип Nemata
 Класс Nematoda
 Подкласс Rhabditia
 Отряд Rhabditida
 Семейство Panagrolaimidae
Panagrellus aceti, или
 Семейство Rhabditidae
Rhabditis sp.

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Ecdysozoa
Тип Nemata
Класс Nematoda
Подкласс Rhabditia
Отряд Ascaridida
Семейство Ascarididae
Ascaris suum

Занятие 16. Иглокожие

СОДЕРЖАНИЕ:

1) Знакомство с морфологией иглокожих на примере морской звезды — *Asterias rubens*. Используя раздаточный материал, рассмотреть под биноклем и зарисовать внешний вид морской звезды с оральной и аборальной сторон. Отметить: лучи, ротовое отверстие, амбулакральные ножки, простые глазки, анус, мадрепоровая пластинка. Обозначить радиус и интеррадиус.

2) Провести вскрытие морской звезды и познакомиться с анатомией. Для вскрытия звезду кладут аборальной стороной вверх и проводят разрез вдоль боковых сторон каждого луча. Вокруг мадрепоровой пластинки и ануса оставляют кусочки кожи и их не срезают (!). Аккуратно снимают кожу с аборальной стороны, подрезая мезентерии, крепящие печеночные выросты. Закрепляют звезду булавками на дне ванночки и заливают водой. Из некоторых лучей удаляют печеночные выросты. Зарисовать общий вид вскрытия, отметить: оральная часть желудка, ретракторы желудка, аборальная часть желудка, печеночные выросты, прямая кишка, ректальные железы, гонады, ампулы амбулакральных ножек, осевой комплекс.

3) Вскрыть осевой комплекс (для этого аккуратно препаровальными иглами или ножницами разрезать целомическую стенку) и отдельно зарисовать амбулакральную систему и осевой орган. Для вскрытия необходимо разрезать стенки целома, окружающие осевой комплекс. Найти и подписать: каменистый канал, осевой орган, кольцевой канал амбулакральной системы, Тидемановы тельца (9 шт.).

4) Размножение иглокожих. Используя постоянные тотальные препараты, рассмотреть и сделать рисунок личинки морской звезды — бипиннарии. Отметить ресничные шнуры и пищеварительный тракт.

5) Если останется время (или если нет возможности провести вскрытие звезды) зарисовать морского ежа. Лучше взять у лаборантов раздаточный материал — неправильных морских ежей. Сделать 2 рисунка ежа: со спинной и брюшной стороны. На внешнем виде со спинной (аборальной) стороны показать мадрепоровую пластинку и отверстия для выхода амбулакральных ножек, расположенные в 10 рядов, сближенных в 5 пучков. Указать на заднем конце тела 10 пальцеобразных выростов. На рисунке с брюшной (оральной) стороны хорошо заметно отверстие рта и анальное отверстие. (Эти ежи были собраны Темеревой Е.Н. у побережья Анголы. Ежи живут там на песчаном грунте, зарываясь в него на глубину около 1 см. Ползая в грунте, ежи оставляют за собой полосы от задних выростов и весь песок, где ежей живет много, выглядит под водой как будто причесанный гребешком).

Всего 5–7 рисунков: внешний вид звезды с аборальной стороны, внешний вид звезды с оральной стороны, общий вид вскрытия, осевой комплекс, личинка, внешний вид неправильного морского ежа с дорсальной стороны, внешний вид неправильного морского ежа с вентральной стороны,

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ:

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Deuterostomia
Тип Echinodermata
Класс Asteroidea
Отряд Forcipulatida
Семейство Asteroidea
Asterias rubens

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Deuterostomia
Тип Echinodermata
Класс Asteroidea

Отряд Forcipulatida
Семейство Asteriidae
Личинка морской звезды (*Asterias rubens*)

Царство Animalia
Раздел Triploblastica
Надтип Deuterostomia
Тип Echinodermata
Класс Echinoidea
Отряд Echinacea
Семейство Strongylocentridae
Strongylocentrotus nudus или *S. drobachensis*

Лучше нарисовать неправильного ежа: *Heliophora orbicula*

Литература

- Иванов А.В., Полянский Ю.И., Стрелков А.А. 1981–1985. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. В 3-х томах. М.: Высшая школа.
- Тихомиров И.А., Добровольский А.А., Гранович А.И. 2008. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. Часть 1. 2-е изд. М.-СПб.: КМК. 304 с. + XIV табл.

ПРОГРАММА ЗАНЯТИЙ НА ЛЕТНЕЙ БЕЛОМОРСКОЙ ПРАКТИКЕ

(6 дней)

В зависимости от расписания приливов/отливов практику можно начать со знакомства либо с литоралью, либо с планктоном. Первое желательно, поскольку крупные объекты более просты и интересны для изучения и зарисовки в рамках практики. В случае если нет возможности совершить экскурсию на литораль в первую половину дня, то это время можно занять изучением планктона. Рекомендуется проводить экскурсии и траления в первую половину дня с тем, чтобы посвятить вторую половину дня определению и рисованию животных. Преподаватель сам варьирует расписание занятий. Здесь предложен желательный и наиболее полный вариант, который предполагает большое число экскурсий.

Цели и задачи практики:

- закрепление и пополнение знаний, полученных на лекционных и практических занятиях на факультете;
- знакомство с основными биотопами района ББС;
- знакомство с фауной беспозвоночных Белого моря;
- освоение методов сбора животных и их определения.

Организационная часть: получение литературы, оборудования и расходных материалов для практики, краткое знакомство с программой практики, правилами работы в лаборатории и работы с живым материалом, правилами поведения на станции и в ее окрестностях.

Продолжительность ежедневной работы — 7–10 ч (4 ч до обеда + 3–6 ч после обеда). Структура занятий: экскурсия, объяснение, разбор материала, самостоятельная работа.

«Литораль» (2 дня)

Снаряжения для экскурсий на литораль: лопата (2 шт.), ведра (3 шт.), банки (5 шт.), большие пипетки с грушей или обычные пипетки (2 шт.). Обязательная обувь — резиновые сапоги, желательно, чтобы у 1 или 2 человек были высокие сапоги-«болотники».

ДЕНЬ 1. Экскурсия на каменистую литораль к «Черным щелям» (продолжительность 2 ч). В ходе экскурсии рассказать о том,

что такое литораль, периодичность приливов и отливов, таблица приливов/отливов. Зональность литорали: супралитораль, верхняя, средняя и нижняя литораль, сублитораль. Характерная растительность и обитатели каждого горизонта литорали. На экскурсии преподаватель может предложить студентам самостоятельно выделить зоны литорали и охарактеризовать их. Приспособления разных животных к непростым условиям жизни на литорали (осушение, резкие перепады солености и температуры и т.д.). Особенности биологии некоторых обитателей литорали: образ жизни пескожила, особенности физиологии *Mytilus*, детали развития разных видов *Littorina* и т.д. Сбор животных: *Jera*, *Littorina* (3 вида), *Arenicola marina*, *Gammarus*, *Aulactinia*, *Buccinum*, *Mytilus*, *Balanus*, *Aeolida*, колонии мшанок и гидроидных полипов на водорослях. Если отлив сильный можно попробовать собрать животных из сублиторали: хитоны, морские блюдечки, *Buccinum* ит.д. После экскурсии в лаборатории рассадить животных в емкости со свежей морской водой, взятой с пирса.

Объяснение (30–40 мин): Краткий обзор зональности морского дна, литорали и особенностей жизни на литорали. Техника и правила оформления зоологического рисунка — кратко. Подробный разбор морфологии гаммарусов и строения конечностей. Обратить внимание на дифференцировку конечностей вдоль тела, их специализацию для выполнения тех или иных функций. Краткий обзор терминов, используемых при определении ракообразных.

Самостоятельная работа (4–7 ч): Изучение внешней морфологии и зарисовка внешнего вида гаммаруса, препаровка и зарисовка конечностей, изготовление временных препаратов конечностей, определение гаммаруса до вида, детализация рисунков внешнего вида и конечностей в соответствии с полученным определением вида. Определение и зарисовка других животных, собранных во время экскурсии.

ДЕНЬ 2. Экскурсия на песчаную литораль в Кислую губу (продолжительность 3 ч). Особенности организации и биологии типичных представителей песчаной литорали: *Mya*, *Crangon*, *Priapulida*, *Pectinaria*. Собрать на камнях крупных *Littorina littorea* в количестве, достаточном для проведения вскрытия в лаборатории.

Объяснение (30–40 мин): Вскрытие литорины. Для вскрытия понадобятся препаровальные ванночки, булавки, молоточки, глазные ножницы, пинцеты. Подробное объяснение техники вскры-

тия. Общая топография мантийного комплекса органов: обратить внимание на наличие у литорины только одной жабры и одного предсердия сердца. Препаровка нервной системы и демонстрация хиастоневрии.

Самостоятельная работа (3–6 ч): Зарисовать внешний вид раковины литорины со стороны устья. Провести вскрытие мантийной полости, зарисовать общую топографию органов. Отпрепарировать нервную систему и зарисовать центральный отдел нервной системы и хиастоневрию. Зарисовка и определение животных, собранных на экскурсии.

Обязательные виды по теме «Литораль» (6): гаммарус с конечностями, литорина со вскрытием, креветка, полихета *Pectinaria* sp., голожаберник, любой брюхоногий моллюск.

«Сублитораль» (2 дня)

Изучение фауны сублиторали требует применения специальных орудий лова: драги, тралы, дночерпатели, «кошки», погружения с легководолазным оборудованием. В рамках практики можно добывать животных при помощи тралений, забрасывания «кошек» в зону водорослей. Кроме того, полезно использовать материал, добытый водолазами.

ДЕНЬ 1. Обитатели мягких грунтов.

Траление в Ермолинской губе (продолжительность 2 часа). Снаряжение для траления: трал Сигсби (1 шт.), траловый конец (20–30 м) и таз для него, термоящички (2 шт.), банки (7 шт.), ведра (4 шт.). Знакомство с устройством и принципом работы учебного трала Сигсби. Особенности работы с тралом и техника безопасности на судне. Обычно траление в Ермолинской губе позволяет получить материал не только с мягких грунтов, но так же из зоны ламинарий и багрянок. В результате студенты получают представление о зональности морского дна и фауне разных морских сообществ. Животных с водорослей снимают и рассаживают в емкости с водой. Крупных животных, которые попали в трал с илом и которых можно увидеть без промывки, следует сразу же отсадить в отдельные емкости. Вытраленный ил складывают в ящики.

Промывка ила (1 ч) на пирсе осуществляется с помощью специальных крупноячеистых сит. Вымытых животных рассаживают в банки и кристаллизаторы и приносят в лабораторию, где их сортируют и помещают в аквариумы.

Самостоятельная работа (4–7 ч): Зарисовка и определение животных, собранных в ходе траления.

ДЕНЬ 2. Обитатели твердых грунтов.

Экскурсия к Еремеевскому порогу (продолжительность 2 ч). Траление на твердых грунтах — весьма опасное занятие, сопряженное с высокой вероятностью порвать или потерять трал. Поэтому для знакомства с обитателями твердых грунтов лучше использовать водолазные сборы, а так же предпринять экскурсию с «кошкой» к Еремеевскому порогу. Снаряжение для экскурсии: «кошка» (1 шт.), ведра (3 шт.), банки (5 шт.), сапоги болотные (2 пары). Вытащив «кошку» ламинарии, следует хорошо осмотреть талломы и ризоиды и собрать сидячих медуз, морских козочек, брюхоногих моллюсков, губок, колонии гидроидных полипов и мшанок.

Для демонстрации обитателей жестких грунтов сублиторали необходимо посетить аквариальный корпус, где всегда содержатся крупные и интересные животные, добытые при водолазных погружениях. Кроме того, к этому занятию следует заказать водолазам достать багрянок и губок, а так же асцидий (*Halocynthia aurantium* или/и крупных *Molgula griffithsii*) в количестве, достаточном для проведения вскрытия.

Объяснение (30–40 мин): Вскрытие асцидии. Несмотря на то, что курс лекций по зоологии беспозвоночных не касается низших хордовых, вскрытие асцидии следует провести для демонстрации необычной организации этих животных. За несколько часов до вскрытия асцидий необходимо зафиксировать, чтобы уплотнить ткани. Для этого каждому экземпляру шприцом вкалывают по 5 мл 40%-ного формалина в область под выводным сифоном. Зафиксированных таким образом животных кладут в банку с 4%-ным формалином. Личинка и метаморфоз асцидий. Морфология взрослого животного. Анатомия, общая топография органов, вскрытие глотки.

Самостоятельная работа (4–7 ч): Зарисовать внешнюю морфологию асцидии. Провести вскрытие, зарисовать общую топографию органов. Определение и зарисовка животных, собранных на экскурсии.

Обязательные рисунки по теме «Сублитораль» (10): голотурия, кумовый рак, 2 массовых вида полихет из разных семейств, офиура, 1 вид брюхоногих моллюсков, 1 вид двустворок, асцидия и ее вскрытие, сидячая медуза.

«Планктон» (1 день)

Орудия лова планктона: сачки, качественные и количественные сети. Экскурсия за глубоководным планктоном (продолжительность 4 ч). Снаряжение для экскурсии: морской лед в пластиковых бутылках на 0,5 л (6 шт.), термоящики (2 шт.), кристаллизатор (2 шт.), банки (3 шт.), ведра (2 шт.), планктонная сеть (1 шт.) и конец для нее (150 м). Эта экскурсия позволяет получить крупных планктонных организмов, которых удобно рисовать и определять, например, *Calanus glacialis*, *Aglantha*. Кроме того, в глубоководных пробах планктона всегда много хетогнат (*Chaetognatha*; *Sagitta* sp.). Пробы глубоководного планктона необходимо хранить в холоде. Для этого, подготавливая экскурсию, возьмите с собой термоящики и предварительно замороженный морской лед. Лед в бутылках можно класть в ящики ставить туда невысокие банки или кристаллизаторы с планктонными пробами.

Поверхностный лов планктона сачком с пирса (30 мин): Обучение пользованию планктонным сачком, лов поверхностного планктона, сбор представителей макропланктона: *Aurelia aurita*, *Cyanea arctica*, *Bolinopsis infundibulum*, крупные гидромедузы и т.д. Обратить внимание на паразитических ракообразных (*Hyperia* sp.), паразитирующих в генитальных карманах медуз. В лаборатории собранный планктон наливают на дно чашки Петри и просматривают в лаборатории под биноклем. Интересных планктонных животных (ракообразных, личинок беспозвоночных и т.д.) отлавливают пипеткой и в капле воды помещают на предметное стекло. Затем изготавливают временный препарат, который рассматривают на малом увеличении микроскопа.

Объяснение (30 мин): Биология и морфология щетинкочелюстных.

Самостоятельная работа (1–5 ч): Зарисовка внешнего вида *Chaetognatha*, просмотр планктонных проб, изготовление временных препаратов, зарисовка представителей планктона.

Обязательные рисунки (5): *Calanus glacialis*, *Sagitta* sp., любая кладоцера, любая личинка, любая гидромедуза.

Зачет (1 день)

Зачет проводится в несколько этапов. Первый этап — контрольное определение. Каждому студенту предлагается животное, которое он должен самостоятельно определить, пользуясь только ключами для определений (атлас «Флора и фауна Белого моря» использовать НЕЛЬЗЯ!). Преподаватель проверяет правильность определения и оценивает работу по первому этапу. Второй этап — проверка рисунков и теоретических знаний. Рисунки должны быть оформлены согласно правилам зоологического рисунка. На рисунке должны быть прорисованы все определительные признаки изображенного животного. Проверая рисунки, преподаватель должен кратко опросить студента по тем теоретическим вопросам, которые рассматривались в ходе занятий. За этот этап преподаватель ставит 2 оценки: за рисунки (оценивается их оформление, количество, правильность, проработанность) и за ответы на теоретические вопросы. Суммируя оценки и принимая во внимание отношение студента к практике, преподаватель выставляет итоговую оценку.

Литература

Наумов А.Д., Оленев А.В. 1981. Зоологические экскурсии на Белом море. Л.: Изд-во ЛГУ. 175 с.
Определитель флоры и фауны Северных морей СССР. 1948. /Н.С. Гавевская (ред.). М.: Советская наука. 890 с.
Флора и фауна Белого моря. Иллюстрированный атлас. 2010. М.: КМК. 470 с.

Типичные экзаменационные вопросы

1. Организация покровов и защитные органеллы простейших
2. Скелетные образования
3. Основные группы жгутиконосцев.
4. Типы псевдоподий и механизм амeboидного движения у амeboидных простейших.
5. Строение и биология фораминифер.
6. Жизненный цикл фораминифер.
7. Актиноподы: строение, основные группы.
8. Споровики: строение, основные группы.
9. Жизненный цикл кровяных споровиков.
10. Жизненный цикл кокцидий.
11. Токсоплазмоз и его эпидемиологическое значение.
12. Жизненный цикл грегаринов.
13. Общая характеристика ресничных простейших.
14. Конъюгация у инфузорий. Сингены и типы спаривания.
15. Восстановление ядерного аппарата инфузорий после конъюгации.
16. Простейшие — возбудители заболеваний человека.
17. Гипотезы происхождения многоклеточных.
18. Анатомическое строение и клеточный состав тела губок.
19. Размножение и развитие губок.
20. Строение и развитие коралловых полипов.
21. Строение и механизм образования скелета у кораллов.
22. Жизненный цикл кубоидных медуз.
23. Общая характеристика и жизненный цикл гидроидных.
24. Строение и жизненный цикл сцифоидных.
25. Гипотезы происхождения Bilateria.
26. Общая характеристика и развитие многощетинковых червей.
27. Кровеносная система беспозвоночных: происхождение кровеносной системы в онтогенезе, план строения.
28. Функциональные взаимоотношения целома, кровеносной системы и органов выделения.

29. Строение и механизм работы метанефридиальной выделительной системы.
30. Строение и механизм работы протонефридиальной выделительной системы.
31. Строение и биология пиявок.
32. Биология и экология олигохет.
33. Общая характеристика и развитие хитонов.
34. Моноплакофоры как примитивные моллюски.
35. Строение брюхоногих моллюсков; представители, хозяйственное использование.
36. Свидетельства торсиона в строении современных Gastropoda. Деторсия и диссимметрия в разных группах брюхоногих.
37. Общая характеристика и биология головоногих моллюсков.
38. Общая характеристика, биология и развитие двустворчатых моллюсков.
43. Роль двустворчатых моллюсков в донных сообществах и практическое использование человеком.
44. Строение и биология беззубки.
44. Строение и развитие ресничных червей.
45. Общая характеристика сосальщиков.
46. Жизненный цикл кровяной двуустки.
47. Жизненные циклы кошачьей и печеночной двуустки.
48. Общая характеристика ленточных червей.
49. Жизненный цикл широкого лентеца и ареал его распространения.
50. Жизненный цикл свиного солитера.
51. Жизненный цикл эхинококка и его опасность для человека.
52. Строение и развитие форонид.
53. Организация покровов беспозвоночных: ресничные (жгутиковые) эпителии, микровиллярная и немикровиллярная (эктодермальная) кутикулы, линька.
54. Происхождение и строение гемоцеля у линяющих животных (Ecdysozoa).
55. Мечехвосты — примитивные Ecdysozoa: распространение, строение, развитие.
56. Организация наземных хелицеровых.
57. Общая характеристика и развитие ракообразных.
58. Строение и биология речного рака
59. Общая характеристика насекомых.

60. Постэмбриональное развитие насекомых.
61. Значение насекомых в природе и жизни человека.
62. Гомология конечностей в разных группах Arthropoda.
63. Органы дыхания и выделения у наземных членистоногих.
64. Приспособления членистоногих к жизни на суше.
65. Членистоногие — переносчики заболеваний человека.
66. Организация и биология круглых червей.
67. Круглые черви — вредители сельского хозяйства.
68. Жизненный цикл человеческой аскариды.
69. Опасные нематодозы человека: трихинеллез, токсокароз.
70. Общая характеристика иглокожих.
71. Роль иглокожих в донных сообществах и практическое использование человеком.
72. Планктонные личинки беспозвоночных (трохофора, велигер, мюллеровская личинка, науплиус, диплеврула): строение и биологическое значение.
73. Первичноротые и вторичноротые: дробление, способы закладки целомической мезодермы, судьба бластопора.
74. Строение, функции и способы развития вторичной полости тела (целома) в онтогенезе, происхождение целома в филогенезе.
75. Строение и функционирование органов чувств беспозвоночных: механорецепторы, хеморецепторы, фоторецепторы, органы равновесия.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность преподавателям кафедры зоологии беспозвоночных биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: профессору А.В. Чесунову, доцентам А.А. Львовой и Т.Г. Симдянову, ст. преподавателям Г.П. Сальковой и О.И. Малютину за внимательное прочтение этой программы, ценные замечания, критику и помощь.