

ПРОГРАММА АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО БИОЛОГИИ
для перевода для обучения в МГУ/между факультетами МГУ
на 2 курс биологического факультета

Зоология беспозвоночных

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, амебоидная, коккоидная, плазмодиальная, 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 *Lambliia* [*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 параксиального 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 Чагаса, *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 амебоидной организацией (Sarcodina)

Одноклеточные организмы, в жизненном цикле которых доминирует амебоидная 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 кв.м.), типы псевдоподий (лобоподии, филлоподии, ламеллиподии, гранулоретикулоподии, аксиподии). Механизм амебоидного движения (образование псевдоподии в результате надстройки «+» конца фибриллы актина за счет прикрепления к нему глобул актина). Морфология амебоидных протистов, форма тела, домики, раковинки, внутренний скелет, жгутики (у некоторых).

Некоторые группы саркодовых. **Тип Lobosea** (псевдоподии – лобоподии), голые и раковинные амебы: *Amoeba proteus*, *Chaos* sp., *Arcella* sp. **Тип Pelobionta** (свободноживущие протисты, обитающие в основном в водоемах с повышенным содержанием органики): *Entamoeba histolytica* – возбудитель амебиаза; *Pelomyxa polustris* – гигантская многоядерная амеба. **Тип Heterolobosea**. Класс Schizopyrenida (*Naegleria* sp. – свободноживущая, пресноводная амеба; при высоких температурах воды способна проникать через слизистую носа в мозг и вызывать смертельное заболевание – первичный амебный 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 – аксиподий. Строение аксиподий. **Тип Radiolaria**. Организация радиолярий (эктоплазма, эндоплазма, центральная капсула, аксопласт, аксиподии, скелет из кремнезема, полигеномное ядро). Биология и распространение (радиоляриевые илы, яшмы, опалы, трепел). Класс Polycystinea (отряды Spumellaria и Nasselaria). **Тип Acantharia** – группа, родственная RRadiolaria. 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 альвеоляты – *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, микронемы). 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 микронем). 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 цилиатура (мембраны, мембранеллы), работа ресничек (метахрональная волна), координация биения ресничек (действие ионов K и Ca). «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); отр. 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 гастреи (Э. Геккель, 1872, 1874, 1875). Каждой стадии онтогенеза многоклеточных соответствует стадия филогенеза: цитея, морея, бластея, гастрея.
 - Б) гипотеза фагоцителлы (И.И. Мечников). Предок многоклеточных – пелагическая колония жгутиконосцев; дифференцировка клеток по выполнению функций на кинобласт 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 наружного 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): пинакоциты (экзо- и эндопинакодерма), пороциты, хоаноциты, 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 Calcareea – известковые губки (500 видов, скелет из углекислого кальция, только морские, личинки бластульного типа); класс Demospongia – кремнеугольные 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 губки) – 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 начальные 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, зародышевых листков). Подцарство Eumetazoa образовано двумя группами: Radiata (радиально симметричные) и Bilateria (билатерально симметричные). В составе Radiata – 2 типа животных: Cnidaria (стрекающие) и Stenophora (гребневика).

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

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

Гистологическое строение: эпидермис, мезogleя, гастродермис. Цитологическое строение участка стенки тела: эпидермис, мезogleя, гастродермис. Эпидермис образован 4 типами клеток: эпителиально-мышечные клетки [миофиламенты образуют продольную мускулатуру]; стрекательные клетки; интерстициальные (или стволовые) клетки; нервные клетки. Мезogleя: 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], выполняющие, 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 Octocorallia; 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 педалей, 4 кармана желудка очень длинные и тянутся вдоль всего зонтика, заходя в педали. 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 не клеточный 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, *Millerpora* и т.д.

6. Организация гребневиков – тип Ctenophora

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, гребневиков – 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 (организация половой системы) и развития противоречат этим взглядам.

2) Архицеломатная гипотеза (Masterman, 1898; Ulrich, 1950; Marcus, 1958; Remane, 1950, 1967; 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 также современные Cnidaria, часть которых сохраняет билатеральную симметрию.

8. Система Bilateria

«Классическая» система, господствовавшая до конца 20 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 отшнуровывание участков первичной кишки), единой судьбой бластопора (он становится анусом, а рот прорывается 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 2х 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), Plathelminthes (плоские черви). Ляняющие животные характеризуются наличием особых покровов (кутикулы), которые способны сбрасываться (лянять) 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 (простомиум с чувствительными придатками и глазами, перистомиум со ртом, сегментированное туловище, пигидий с анусом, параподии). Организация параподии (спинной и брюшной усики, ацикулы, щетинки, щетинконосный мешок и хетобласт).

Покровы: эпидермис и кутикула (микровиллярная – не лянлет, 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). 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 – околокишечного 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 жидкости по каналу и вторичное всасывание. 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.

Нервная система. Головной мозг (надглоточный ганглий в простомиуме), 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 простомиума, нет пароподий, 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 отр. *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 отр. *Acanthobdellida* на 4 первых сегментах тела]. Пищеварительная система – слюнные железы и гирудин, дивертикулы для запасания крови. Характерна сильная редукция целома и превращение его в лакунарную систему, содержащую кровь. Особенности организации целома в некоторых группах – отр. *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 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, жабры). Особенности анатомии – метамерия в строении многих систем: целомическая система (2 пары целомов: дорсальный и перикард); кровеносная система (два 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, плевральные (или же церебро-плевральные), 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 (сем. *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, 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), Brachiopoda (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 сближены из-за чего кишечник имеет вид U-образной трубки. Для всех лофофорат характерно наличие трех отделов целома (предротовой, постротовой, туловищный), радиального дробления яйца и многоклеточной закладки 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 (продольная 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 Brachiopoda – 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. 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. Личинка – цифонаутис.

13. Плоские черви – тип Plathelminthes

Тело уплощено в дорсо-вентральном направлении. Нет целомической и кровеносной систем. Нет обширных полостей между органами (так называемая паренхиматозная организация). 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, реди, 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 felineus* (яйцо – мирацидий – проникновение в брюхоногого моллюска (спроциста, реди) – 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, реди) – 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* как представителя цестод со сложным жизненным циклом (яйцо – корацидий (в воде) – процеркоид (в рачке п/кл. 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.

EDYSOZOA

Экдизозои или линяющие животные – одна из двух главных ветвей первичноротых животных. Характерные черты организации экдизозоа: немикровиллярная кутикула, которая может линять (экдизон – гормон роста), 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» экдизозоа. В нашем курсе мы рассмотрим 2 группы линяющих животных: тип *Athropoda* и тип *Nematoda*.

14. Членистоногие – тип *Arthropoda*

Билатерально-симметричные животные с выраженной внешней метамерией. Тело подразделено на отделы (тагмы), состоящие 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 варьируют 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. Местообитание – дизъюнктивный ареал. Внешнее строение. Просома состоит из 7 сегментов, 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 (Pp4) 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 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. Выделительная 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 Arachnoidea** – паукообразные. Сухопутные хелицероветы. Приспособления к жизни на суше: прочный, но легкий (без CaCO₃) «панцирь», изменение ходильных конечностей (появление лапки), формирование особых органов дыхания (легкие – видоизмененные конечности; трахеи – эктодермальные впячивания покровов) и органов выделения (мальпигиевы сосуды), внутреннее оплодотворение. Подкласс *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. Подкласс *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 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 протозойных 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 marginatus*, *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 хелицеровых 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, или 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 истатоциста. 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 (вкусно)

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, гнатохиларий – сросшиеся максиллы 2) + туловище (3 первых сегмента несут по одной паре конечностей, последующие сегменты – диплосомиты – несут по две пары конечностей; ядовитые железы на 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, 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 – 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 1; 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. Rhodensiense* – 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 – *Bombix 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 метров [*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. 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, амебоидные, движутся за счет специального белка. Развитие: растут во время линьки, 5 возрастов, 4 линьки. Хозяйственное значение нематод: фитопаразиты – на переднем конце тела есть копье (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 канал, 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 жабры. Другие органы дыхания: бурсы (у офиур), водяные легкие (у голотурий). Выделительная система: специализированных органов нет, продукты обмена выводятся через кожные жабры и амбулакральные ножки путем диффузии и вместе с амебоцитами. 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), бластопор переходит в анус, рот прорывается заново, личинка – диплеврула. 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. С. 1-606.

Вестхайде В., Ригер Р. 2008. Зоология беспозвоночных в 2 томах. М.: КМК. С. 1-935.

Дополнительная:

Карпов С.А. 2001. Строение клетки протистов. С-Петербург: Тесса. С. 1-383.

Малахов В.В. 1990. Загадочные группы морских беспозвоночных. Трихоплакс, ортонектиды, дициемиды, губки. М.: Издательство МГУ. С. 1-144.

Райков И.Б. 1978. Ядро простейших. Л.: Наука. С. 1-327.

Рупперт Э., Фокс Р., Барнс Р. 2008. Зоология беспозвоночных. В 4 томах. М.: Академия.

Хаусман К. 2010. Протистология: руководство. С.А. Корсун (ред). М.: КМК. С.1-408.

Протисты: руководство по зоологии. 2000. СПб, Наука. Ч. 1, 679 стр.

Протисты: руководство по зоологии. 2007. СПб, Наука. Ч. 2, 1144 стр.

Протисты: руководство по зоологии. 2011. СПб, Наука. Ч. 3, в печати.

ЗООЛОГИЯ ПОЗВОНОЧНЫХ

Место зоологии позвоночных среди современных биологических наук.

Система типа хордовых. Ланцетник - современный представитель подтипа головохордовых - простейшая «модель» хордовых. Ключевые черты организации хордовых, отражающие принципиальные этапы истории эволюционного становления типа. Комплекс специфических черт хордовых, определивший их эволюционный успех. Формирование зародышевых листков у хордовых; образование связанных с ними основных систем органов.

Система подтипа оболочников; асцидии, сальпы, аппендикулярии. Основные черты биологии и морфофизиологических особенностей оболочников на примере асцидий. Упрощенная организация асцидий как результат сидячего образа жизни. Особенности размножения асцидий; половое и бесполое размножение. Особенности развития и строение личинок асцидий. Обоснование присутствия оболочников в типе хордовых.

Образ жизни и морфофункциональные особенности сальп и аппендикулярий. Метагенез.

Гипотезы о происхождении хордовых.

Морфобиологическая характеристика подтипа позвоночных.

Нервный гребень и его роль в формировании организации позвоночных. Панцирные бесчелюстные – первые представители подтипа. Эволюционная инновация - формирование костной ткани.

Миноги и миксины – современные круглоротые - представители раздела бесчелюстных.

Морфобиологическое своеобразие класса круглоротых, связанное со спецификой их образа жизни.

Морфобиологическая характеристика раздела челюстноротых.

Класс хрящевых рыб. Система класса. Морфофункциональные и физиологические адаптации к особенностям водной среды. Передвижение в плотной среде, захват пищевых объектов, дыхание, кровообращение, водно-солевой обмен, функционирование органов чувств. Особенности размножения.

Класс костные рыбы. Система класса: лучеперые и лопастнеперые рыбы. Пути окостенения скелета.

Морфофункциональные и физиологические адаптации костистых рыб к особенностям водной среды.

Передвижение в плотной среде, захват пищевых объектов, дыхательная система, кровообращение, водно-солевой обмен. Особенности размножения. Обзор разнообразия рыб.

Морфобиологические особенности кистеперых и двоякодышащих рыб. Адаптации, создавшие предпосылки к освоению суши. Исторические причины и стимулы к освоению позвоночными суши.

Происхождение наземных позвоночных.

Амфибии как первый класс наземных позвоночных. Преобразования опорно-двигательной системы, дыхательной системы, захвата пищевых объектов, кровообращения, водно-солевого обмена, органов чувств, обусловленные воздушной средой и силами гравитации.

Морфофизиологические ограничения к распространению амфибий в наземной среде. Размножение амфибий. Метаморфоз, неотения. Обзор разнообразия амфибий.

Анамнии и амниоты. Ароморфозы, обусловившие становление амниот. Амниотическое яйцо, внутреннее оплодотворение, утрата личиночной стадии, формирование грудной клетки и смена механизма дыхания, ороговение кожи, тазовая почка.

Морфобиологические особенности класса рептилий. Система класса. Пути эволюции осевого черепа. Особенности посткраниального скелета. Кровеносная система. Обзор разнообразия рептилий.

Морфобиологическая характеристика класса птиц. Гомойотермия – механизмы терморегуляции, специфика дыхательной системы, особенности кровеносной системы. Специфика организации птиц в связи с адаптацией к полету. Особенности размножения. Происхождение птиц. Обзор разнообразия птиц.

Морфобиологическая характеристика класса млекопитающих. Морфофизиологические преобразования, обеспечившие высокий уровень метаболизма и становление гомойотермии. Механизмы терморегуляции, особенности дыхательной, кровеносной, пищеварительной и выделительной систем. Специфические эволюционные преобразования в черепе и посткраниальном скелете, связанные со становлением млекопитающих. Особенности размножения млекопитающих. Обзор разнообразия млекопитающих.

Центральная нервная система позвоночных, основные этапы ее эволюции в ряду позвоночных.

Обзор особенностей поведения позвоночных

Литература

Дзержинский Ф.Я., Васильев Б.Д., Малахов В.В. Зоология позвоночных. М., Изд. Центр «Академия», 2012.

Левушкин С.И., Шилов И.А. Общая зоология. М., «Высшая школа», 1994.

Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных. М., «Высшая школа», 1978.

Курс зоологии. Т.11. Зоология позвоночных. Изд. 7. Под ред. Б.С.Матвеева. М., «Высшая школа», 1966.

Гуртовой Н.Н. Систематика и анатомия хордовых животных. М. ИКЦ «Академкнига», 2004.

Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных. Изд. 3. В серии классический университетский учебник. М. «Аспект Пресс», 2005.

МИКОЛОГИЯ И АЛЬГОЛОГИЯ

Краткая характеристика низших растений в традиционном понимании. Понятие о талломе. Общие черты строения. Место низших растений в системе органического мира (принципы современного деления на царства).

Основные группы низших растений и их краткая характеристика Распределение их по группам **Procaryota** и **Eucaryota**.

Значение низших растений в круговороте веществ в природе и практической деятельности человека. Теоретическое значение низших растений.

Водоросли. Общая характеристика. Строение клетки и таллома. Принципы систематики водорослей.

Основные типы талломов и их представленность в разных отделах водорослей. Возможная эволюция талломов.

Размножение водорослей: вегетативное, бесполое и половое. Циклы развития. Смена ядерных фаз и генераций.

Строение водорослевой клетки (клеточные покровы, пластиды, митохондрии, ядра и другие органеллы клетки). Митоз и цитокинез.

Пигменты водорослей, их роль в адаптациях к окружающей среде и в систематике. Строение (внешний вид и тонкая структура) хлоропластов (хроматофоров) водорослей.

Основные отделы водорослей и их характеристика.

Распространение водорослей в природе и распределение их в водоемах. Отношение водорослей к световым лучам. Пресноводные и морские водоросли. Планктон и бентос. Особенности строения в связи с образом жизни. Фитопланктон морской и пресноводный. Характерные приспособительные черты в строении планктонных водорослей. Пикопланктон и его роль в природе. Значение фитопланктона в жизни водоемов и рыбном хозяйстве. Водоросли вневодных местообитаний (почвенные, аэрофильные, литофильные). Симбиотические водоросли.

Значение водорослей в природе и народном хозяйстве.

Отдел Эвгленовые водоросли (Euglenophyta). Общая характеристика отдела. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Euglena*¹, *Trachelomonas*.

¹ В тексте указаны только те представители, которые рассматривают на Малом практикуме.

Отдел Динофитовые водоросли (Dinophyta). Общая характеристика отдела. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Ceratium, Peridinium*.

Отдел Охрофитовые водоросли (Ochromphyta). Общая характеристика отдела. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Деление на классы.

Класс Золотистые водоросли (Chrysophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Dinobryon, Hydrurus*.

Класс Синуровые водоросли (Synurophyceae) Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Synura*.

Класс Желтозеленые водоросли (Xanthophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители *Tribonema, Vaucheria*.

Класс Диатомовые (Diatomophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Особенности строения клетки. Движение. Деление на группы. Основные представители. *Melosira, Pinnularia* и другие.

Класс Бурые водоросли (Phaeophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Главнейшие систематические порядки класса. Основные представители.

Пор. **Эктокарповые (Ectocarpales).** Общая характеристика порядка. Строение таллома, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере *Ectocarpus*.

Пор. **Ламинариевые (Laminariales).** Общая характеристика порядка. Строение таллома и его размеры, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере *Laminaria*.

Пор. **Фукусовые (Fucales).** Общая характеристика порядка. Строение таллома, размножение, распространение и экология. Жизненный цикл на примере *Fucus*.

Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta). Общая характеристика отдела. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Деление на классы.

Класс Собственно зеленые водоросли (Chlorophyceae). Общая характеристика класса. Деление на порядки. Основные представители.

Пор. **Вольвоксовые (Volvocales).** Общая характеристика порядка. Одноклеточные и ценобиальные формы. Размножение, распространение и экология. *Chlamydomonas, Dunaliella, Pandorina, Volvox*.

Пор. **Хлорококковые (Chlorococcales)**. Общая характеристика порядка. Размножение, распространение и экология. Адаптация планктонных форм к условиям среды обитания. *Hydrodictyon*, *Scenedesmus*.

Пор. **Эдогониевые (Oedogoniales)**. Общая характеристика порядка. Особенности строения. Половой диморфизм у некоторых представителей. Размножение, распространение и экология. *Oedogonium*.

Пор. **Хетофоровые (Chaetophorales)**. Общая характеристика порядка. Особенности строения таллома у разных представителей. *Draparnaldia*.

Класс Требуксиевые (Trebouxiophyceae). Общая характеристика класса. Пор. **Хлорелловые (Chlorellales)**. Размножение, распространение и экология. *Chlorella*.

Класс Ульвовые (Ulvophyceae). Общая характеристика класса. Деление на порядки. Основные представители.

Пор. **Улотриховые (Ulothrichales)**. Общая характеристика порядка. Размножение, распространение и экология. Особенности жизненного цикла. *Ulothrix*.

Пор. **Бриопсидовые (Bryopsidales)**. Общая характеристика порядка. Размножение, распространение и экология. Особенности жизненного цикла. *Codium*, *Caulerpa*.

Пор. **Дазикладовые (Dasycladales)**. Общая характеристика порядка. Особенности строения. Размножение, распространение и экология. *Acetabularia*.

Пор. **Сифонокладовые (Siphonocladales)**. Общая характеристика порядка. Особенности строения. Размножение, распространение и экология. *Cladophora*.

Пор. **Трентеполиевые (Trentepohliales)**. Общая характеристика порядка. Размножение, распространение и экология. Адаптация представителей порядка к условиям обитания вне водной среды. *Trentepohlia*.

Отдел Харовые водоросли (Charophyta). Общая характеристика отдела. Деление на классы.

Класс Зигнемовые (Zygnematophyceae). Общая характеристика класса. Особенности полового процесса. Деление на порядки. Основные представители. *Spirogyra*, *Cosmarium* и другие.

Класс Харовые (Charophyceae). Общая характеристика класса. Черты высокой организации в строении и размножении. Основные представители. *Chara*.

Отдел Красные водоросли (Rhodophyta). Общая характеристика отдела. Строение таллома, строение клетки, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Деление на классы.

Класс Бангиевые (Bangioophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Porphyra*.

Класс Флоридеи (Florideophyceae). Общая характеристика класса. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Главнейшие систематические порядки класса. Основные представители. *Batrachospermum, Polysiphonia*.

Отдел Синезеленые водоросли или Цианобактерии (Cyanophyta, Cyanobacteria). Характерные черты строения клетки. Общая характеристика отдела. Строение таллома, пигменты, запасные вещества, размножение, распространение и экология. Основные представители. *Microcystis, Oscillatoria, Anabaena, Nostoc*.

Грибы². Общая характеристика. Место грибов в системе органического мира. Черты растительной и животной организации у грибов.

Строение клетки и мицелия, запасные вещества. Особенности питания.

Различные способы вегетативного, бесполого и полового размножения. Жизненные циклы. Плеоморфизм грибов.

Современные принципы классификации грибов. Деление на отделы и классы и их краткая характеристика.

Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы.

Значение грибов в круговороте веществ и их народнохозяйственное значение (положительное и отрицательное: плодородие почвы, инфекционные болезни растений и животных, бродильные и другие процессы).

Псевдогрибы. Общая характеристика группы. Биохимические и морфологические признаки, свидетельствующие об обособленности этой группы от других грибов.

Отдел Оомикота (Oomycota), Класс Оомицеты (Oomycetes). Общая характеристика. Образ жизни. Особенности бесполого и полового размножения. Деление на порядки.

Пор. **Сапролегниевые (Saprolegniales).** Общая характеристика порядка. Особенности строения и размножения. Образ жизни и практическое значение. Основные представители. *Saprolegnia*.

Пор. **Пероноспорные (Peronosporales).** Общая характеристика порядка. Особенности образа жизни и морфологии. Характер возможной эволюции в пределах порядка в связи с переходом к наземному образу жизни и паразитизму. Практически важные представители. Меры борьбы с соответствующими заболеваниями. Основные представители. *Albugo candida, Phytophthora infestans, Plasmopara, Peronospora*.

Собственно грибы. Общая характеристика группы. Характерные черты организации, основные особенности. Принципы деления на отделы (**Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota**) и их общая характеристика.

² В данном случае имеются в виду не только собственно грибы, но и псевдогрибы и слизевики.

Отдел Зигомикота (Zygomycota). Общая характеристика отдела. Класс Зигомицеты (Zygomycetes).

Общая характеристика класса. Характерные черты бесполого и полового размножения. Возможные пути эволюции бесполого размножения в связи с приспособлением к наземному образу жизни. Гомоталлизм и гетероталлизм. Сапротрофные, паразитные и симбиотические зигомицеты³. Основные представители. *Mucor, Rhizopus, Phycomyces, Cunninghamella*.

Отдел Аскомикота или Сумчатые грибы (Ascomycota). Общая характеристика отдела. Характерные черты организации, полового процесса и сумчатого спороношения. Строение плодовых тел и их возможная эволюция. Особенности бесполого спороношения и его место в цикле развития сумчатых грибов. Понятие о несовершенных грибах как о совокупности конидиальных стадий (анаморф) сумчатых грибов. Смена ядерных фаз. Деление на подотделы.

Подотдел Сахаромицеты (Saccharomycotina), Класс Сахаромицеты или Голосумчатые (Saccharomycetes). Общая характеристика. Дрожжи, их морфология и образ жизни. Смена ядерных фаз. Практическое значение дрожжей. Основные представители. *Saccharomyces ludwigii, Saccharomyces cerevisiae*.

Подотдел Аскомицеты или Плодосумчатые (Ascomycotina). Общая характеристика. Принцип деления на классы.

Класс Эвразиомицеты (Eurotiomycetes), Пор. Эвразиевые (Eurotiales). Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок. Бесполое размножение и его место в жизненном цикле. Распространение в природе, практическое значение. Антибиотики, их биологическое и терапевтическое значение. Основные представители. *Eurotium, Neosartorya (Aspergillus), Eupenicillium, Talaromyces (Penicillium)*.

Класс Сордариомицеты (Sordariomycetes). Общая характеристика класса. Строение плодовых тел и сумок. Бесполое и половое размножение. Основные порядки и их краткая характеристика.

Пор. **Сордариевые (Sordariales).** Общая характеристика порядка. Особенности полового спороношения у разных представителей порядка. Теоретическое значение некоторых видов. Основные представители. *Sordaria*.

Пор. **Гипокрейнные (Hypocreales).** Общая характеристика порядка. Сем. **Спорыньевые (Clavicipitaceae).** Общая характеристика семейства. Жизненный цикл на примере *Claviceps purpurea*, строение разных стадий, хозяйственное значение. Основные представители. *Claviceps purpurea (Sphacelia)*.

Класс Эризифомицеты (Erysiphomycetes), Пор. Эризифовые или Мучнисторосяные (Erysiphales). Общая характеристика. Их положение в системе. Образ жизни, характер паразитизма. Бесполое и

³ В настоящее время симбиотические зигомицеты рассматривают как самостоятельный класс *Glomeromycetes* отдела *Zygomycota* или даже как отдел *Glomeromycota*.

половое размножение. Наиболее важные заболевания культурных растений, вызываемые мучнисторосяными грибами. Основные представители. *Erysiphe graminis (Oidium)*, *Microsphaera alphitoides*.

Класс Пезизомицеты (Peizomycetes), Пор. **Пезизовые (Peiziales)**. Общая характеристика. Строение плодовых тел и сумок, рассеивание спор. Особенности строения плодовых тел у представителей с подземным образом жизни. Особенности экологии. Съедобные виды. Основные представители. *Peziza, Helvella, Morchella, Verpa, Gyromitra. Tuber, Choiromyces*.

Класс Леоциомицеты (Leotiomycetes). Общая характеристика класса. Пор. **Леоциевые (Leotiales)**. Общая характеристика порядка. Строение плодовых тел и сумок. Образ жизни. Практически важные паразитические формы. Основные представители. *Sclerotinia*.

Отдел Базидиомикота (Basidiomycota). Общая характеристика отдела. Характерные черты организации. Мицелий первичный и вторичный. Гомология базидии и сумки. Разные принципы классификации базидий и их связь с систематикой базидиомицетов. Деление на классы.

Класс Телиомицеты или Урединиомицеты (Teliomycetes, Urediniomycetes), Пор. **Ржавчинные (Uredinales)**. Общая характеристика. Цикл развития на примере *Puccinia graminis*. Разнохозяйственность и однохозяйственность. Полные и неполные циклы. Специализация: специализированные формы и физиологические расы. Наиболее важные заболевания культурных растений, вызываемые ржавчинными грибами. Основные представители. *Puccinia graminis, Phragmidium*.

Класс Устомицеты или Устилагиномицеты (Ustomycetes, Ustilaginomycetes), Пор. **Головневые (Ustilaginales)**. Общая характеристика. Формы паразитизма и способы инфекции хлебных злаков разными видами головневых. Половой процесс и ядерный цикл. Деление на семейства. Хозяйственное значение головни и способы борьбы с ней. Основные представители. *Ustilago tritici, U. maydis, Tilletia tritici, Urocystis*.

Класс Базидиомицеты (Basidiomycetes). Общая характеристика. Принципы выделения групп внутри класса. Характерные черты организации, способы размножения, распространение и условия жизни представителей.

Группа Гетеробазидиомицеты. Общая характеристика. Строение плодовых тел. Строение базидий. Распространение и условия жизни. *Exidia*.

Группа Гомобазидиомицеты. Общая характеристика. Деление на группы порядков.

Афиллофороидные базидиомицеты. Общая характеристика. Строение плодовых тел и рассеивание спор. Распространение и условия жизни. Значение разрушения древесины грибами. *Fomes fomentarius, Fomitopsis pinicola, Daedalea, Polyporus* и другие.

Агарикоидные базидиомицеты. Общая характеристика. Строение и развитие плодовых тел. Распространение и условия жизни. Съедобные и ядовитые представители. *Agaricus bisporus*, *Amanita muscaria*, *Russula*, *Boletus edulis*, *Leccinum scabrum* и другие.

Гастероидные базидиомицеты. Строение плодовых тел, способы распространения спор. Принципы деления на порядки. Основные представители. *Lycoperdon*, *Geastrum*, *Phallus impudicus*, *Dictyophora indusiata*.

Отдел Дейтеромицота или Несовершенные грибы (Deuteromycota). Особенности и отличия от других таксономических групп. Родственные связи с другими грибами. *Aspergillus*, *Penicillium* и другие.

Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Систематическое положение водорослей и грибов в лишайниках. Взаимоотношения компонентов лишайников. Способы размножения. Роль в природе и практической деятельности человека. *Collema*, *Physcia*, *Graphis*, *Xanthoria*, *Usnea*, *Cladonia* и другие.

Общая характеристика группы. Биохимические и морфологические признаки, свидетельствующие об обособленности этой группы от других грибов.

Слизевики. Общая характеристика группы. Характерные черты организации, основные особенности. Принципы деления на отделы.

Отдел Миксомицота (Mucromycota). Общая характеристика отдела. Строение вегетативного тела, органов спороношения. Размножение, распространение и экология. *Hemitrichia*, *Stemonitis*, *Trichia*, *Lycogala*.

Отдел Плазмодиофоромицота (Plasmodiophoromycota). Общая характеристика. Размножение, распространение, образ жизни и практическое значение. *Plasmodiophora brassicae*.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

Барсукова Т.Н., Белякова Г.А., Прохоров В.П., Тарасов К.Л. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. Издательский центр «Академия». 2005. 240 с.

Дьяков Ю.Т. (ред.). Ботаника: Курс альгологии и микологии. М. Изд-во МГУ. 2007. 557 с.

Дополнительная:

Дьяков Ю.Т. Введение в альгологию и микологию. М. Изд-во МГУ. 2000. 190 с.

Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ботаника: в 4 т. М. Издательский центр «Академия». 2006. Т. 1. 320 с. Т. 2. 320 с.

Саут Р., Виттик А. Основы альгологии. М. Мир. 1990. 595 с.

Мюллер Э., Леффлер В. Микология. М. Мир. 1995. 343 с.

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ.

Выход растений на сушу. Особенности жизни растений в наземных условиях. Теломная теория. Возникновение органов: корней, стебля, листьев. Специализация клеток и возникновение тканей. Структурные особенности их клеток. Первичная и вторичная меристемы. Первичные и вторичные постоянные ткани.

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Побег. Понятие о побеге. Узел, междоузлие. Листорасположение. Строение почки как зачатка побега. Типы почек. Конус нарастания. Заложение прокамбия и дифференциация тканей. Верхушечный и вставочный рост побега.

Стебель и его основные функции. Формы и размеры стеблей. Ветвление побегов: апикальное и боковое; нарастание побегов: дихотомическое, моноподиальное и симподиальное. Анатомическое строение типичного стебля: первичная кора, центральный цилиндр (стела). Ткани, их составляющие. Многообразие внутреннего строения стеблей семенных растений. Типы строения пучков. Камбий и вторичное утолщение. Особенности заложения и дифференциации ксилемы в стебле.

Стебель древесных растений. Нарастание древесины и луба. Структурные элементы древесины и луба и их функции. Годичные кольца древесины. Возрастные изменения древесины и луба. Использование древесины и луба в народном хозяйстве.

Лист и его основные функции. Основные части листа. Морфология и анатомия листовой пластинки. Жилкование. Влияние условий на строение листьев. Метаморфозы листа. Листопад, его значение в жизни растений, механизм листопада.

Видоизменения побегов: корневище, стolon, клубень, луковица, колючка, усик и т.д. Особенности их расположения и строения.

Корень. Основные функции корня. Топографические зоны корня: деления, растяжения, поглощения, проведения. Корневой чехлик. Корневые волоски. Внутреннее строение корня: первичная кора, центральный цилиндр. Особенности заложения и расположения первичных проводящих тканей. Отличие корня от стебля. Перицикл. Вторичное утолщение корня. Камбий и его деятельность.

Корень главный, боковые корни и придаточные. Строение корневой системы в зависимости от условий среды и видовых особенностей растения. Дополнительные функции и метаморфозы корней.

Размножение высших растений: вегетативное и бесполое.

Вегетативное размножение растений: корневищами, черенками, порослью, клубнями, луковицами, выводковыми почками. Значение вегетативного размножения растений в природе и сельскохозяйственной практике.

Бесполое размножение. Спорообразование у высших растений. Строение спор. Равно- и разноспоровость.

Половое воспроизведение. Особенности полового процесса у высших растений. Строение половых органов (антеридиев и архегониев) и гамет.

Чередование ядерных фаз у высших растений и его экологическая обусловленность. Понятие о спорофите и гаметофите. Редукция гаметофита в связи с разноспоровостью. Две линии эволюционного развития высших растений - с преобладанием гаметофита и спорофита.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Отдел Моховидные. Общая характеристика. Жизненный цикл. Деление на классы: антоцеротовые, печеночники, листостебельные мхи.

Класс антоцеротовые. Особенности их строения и размножения.

Класс печеночники. Общая характеристика. Талломные и листостебельные представители. Гаметофит, спорофит, их строение.

Класс листостебельные мхи. Общая характеристика. Особенности строения зеленых и сфагновых мхов. Строение их гаметофита и спорофита.

Происхождение мохообразных. Экология, географическое распространение, значение в природе и народном хозяйстве.

Отдел Риниофиты. Общая характеристика и анатомическая структура основных представителей: ринии, хорнеофитона, куксонии. Жизненный цикл. Разные точки зрения на положение отдельных представителей и всего отдела в системе высших растений.

Отдел Псилотовидные. Строение спорофита и гаметофита. Черты сходства с псилофитовидными.

Отдел Плауновидные. Общая характеристика. Жизненный цикл. Мелколистность. Происхождение листа. Особенности строения плауна и плаунка (селагинеллы): стебель, проводящая система, листья; равноспоровость и разноспоровость. Половое поколение, редукция гаметофита у разноспоровых представителей. Ископаемые плауновидные. Их значение для выяснения филогении плауновидных. Роль ископаемых плауновидных в растительном покрове палеозойской эры и в образовании каменного угля.

Отдел Хвощевидные. Общая характеристика хвоща. Жизненный цикл. Особенности строения спорофита: листья, ветвление, проводящая система. Гаметофит. Ископаемые представители хвощевидных, их значение для выяснения происхождения и эволюции хвощевидных, их геологическая роль.

Отдел Папоротниковидные. Общая характеристика. Жизненный цикл. Крупнолистность. Происхождение листа. Разнообразие строения спорофита. Гаметофит. Типы стелы. Особенности формирования спорангиев (эвспорангиатные и лептоспорангиатные формы).

Краткая характеристика папоротников. Эвспорангиатные папоротники, уховниковые и мараттиевые. Строение их спорофитов и гаметофитов. Лептоспорангиатные папоротники - мужской папоротник, папоротник-орляк, их морфологическое и анатомическое строение. Гаметофит. Водные папоротники: сальвиния и марсилия. Особенности их строения в связи с образом жизни. Разноспоровость. Строение спорокарпиев. Гаметофит. Значение современных папоротниковидных в природе.

Отдел семенные «папоротники». Общая характеристика. Возникновение семязачатка и семени. Значение семени для эволюции наземных растений. Значение этого отдела для дальнейшего развития семенных растений.

Отдел голосеменные. Общая характеристика. Жизненный цикл, Разделение на классы: саговниковые, шишконосные, оболочкосеменные, гинкговые.

Класс саговниковые. Общая характеристика. Саговник, строение листьев, стебля, органов спороношения. Особенности строения гаметофитов. Половой процесс. Семя. Беннеттиты.

Класс гинкговые. Общая характеристика. Современный представитель - гинкго. Строение его вегетативных органов. Органы размножения, половой процесс, формирование семени.

Класс шишконосные. Общая характеристика. Сосна - типичный представитель шишконосных. Строение листьев, стебля. Органы размножения. Развитие гаметофитов. Половой процесс и образование семян. Ископаемые представители - кордаиты.

Класс оболочкосеменные. Общая характеристика. Строение вегетативных органов. Органы размножения, гаметофиты, семена

Значение голосеменных в природе и народном хозяйстве.

Отдел покрытосеменные. Общая характеристика. Разнообразие жизненных форм и общего строения.

Строение цветка: цветоложе; околоцветник и многообразие его строения (симметрия, срастание, редукция); андроцей; строение тычинки, пыльник, образование микроспор и пыльцы. Разнообразие строения андрогония. Гинецей. Пестик. Апокарпия, ценокарпия. Положение завязи в цветке. Строение семязачатка. Образование мегаспор, строение женского гаметофита - зародышевого мешка. Основы экологии опыления. Абиотическое и биотическое опыление. Двойное оплодотворение. Развитие семени. Строение семян с эндоспермом, без эндосперма, с периспермом. Развитие плода. Основные типы плодов: апокарпии, синкарпии, паракарпии, лизикарпии. Многообразие плодов и семян. Плоды и семена - элементы расселения и возобновления растений.

Морфологическая природа и происхождение цветка покрытосеменных растений - эвантовая, псевдантовая и теломная теории. Соцветия, их основные типы. Направления эволюции соцветий.

Разделение покрытосеменных на классы.

Класс двудольные. Общая характеристика. Морфологические особенности вегетативных органов и цветка.

Класс однодольные. Признаки класса в строении вегетативных органов и цветка. Происхождение однодольных. Строение семени.

Основные направления эволюции покрытосеменных. Главные порядки покрытосеменных. Жизненный цикл покрытосеменных растений. Гомологии и аналогии с голосеменными и папоротниковидными. Значение покрытосеменных для человечества.

Основная литература:

Ботаника. Т. 3. Высшие растения / А.К. Тимонин. - М.: Издат. центр "Академия", 2007. - 352 с.

Ботаника. Т. 4. Систематика высших растений. Кн. 1. / А.К. Тимонин, В.Р. Филин. - М.: Издат. центр "Академия", 2009. - 320 с.

Ботаника. т. 4. Систематика высших растений. Кн. 2. / А.К. Тимонин, Д.Д. Соколов, А.Б. Шипунов. - М.: Издат. центр "Академия", 2009. - 352 с.

Малый практикум по ботанике. Морфология и анатомия растений. / А.К. Тимонин, В.Р. Филин, М.В. Нилова, Т.А. Фёдорова, А.С. Беэр. - М.: Издат. центр "Академия", 2012. - 208 с.

Мейер К.И. Практический курс морфологии архегониальных растений. 3-е изд. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. - 219 с.

Дополнительная:

Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. 3-е изд. - М.: КомКнига, 2007. - 512 с.

Ботаника высших, или наземных растений / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров. - М.: Издат. центр "Академия", 2000. - 432 с.

Охрана окружающей среды и рациональное природопользование: научные основы и практическая деятельность.

Краткая история охраны окружающей среды. Естественнонаучные, гуманитарные и технологические основы изучения проблем охраны окружающей среды и поисков путей их решения.

Экологический кризис и моделирование мировой динамики. Пределы роста.

Экологические кризисы в системе «природа-общество», их характеристики и способы преодоления (И. Д. Люри). Примеры. Экономический рост как фактор воздействия на окружающую среду. Экологические проблемы промышленности, сельского хозяйства, транспорта, урбанизации. Идея пределов роста: модели мировой динамики Денниса и Донеллы Медоуз. Работа «Римского клуба», «Пределы роста» (1972) и «За пределами роста» (1992). Системно-динамическое моделирование. Особенности метода системной динамики, их применение к пониманию и решению экологических проблем. Анализ взаимосвязи экологических и социальных факторов в структуре проблемы. Примеры.

Экологический кризис как выход за пределы роста: исчерпание ресурсов и неприемлемый для общества рост загрязнения природных сред. Идея устойчивого развития как стабилизация потребностей общества близ пределов неистощительного использования природных ресурсов. Модель «World 3-91» Денниса и Донеллы Медоуз. Задачи и проблематика модели, ее организация, моделируемые параметры глобальной динамики.

Анализ поведения модели при различных исходных ресурсах. Варианты поведения модели за пределами роста, их интерпретация. Анализ поведения модели в сценарии «нулевого роста», соответствующего устойчивому развитию общества. Сравнение прогнозов модели «World 3» с некоторыми реальными ситуациями в мире и в отдельных регионах (Аральское море, добыча углеводородов, китобойный промысел, опустынивание и др.).

Антропогенная трансформация природного ландшафта как глобальный процесс.

Современное антропогенное преобразование ландшафта в сравнении с его природными темпами. Добыча и транспортировка минерального сырья, их масштабы, динамика и последствия для природы и общества. Примеры.

Демография и проблемы устойчивого развития.

Демографический взрыв и демографический переход. Факторы, влияющие на рождаемость и смертность в человеческих популяциях, природная и техногенная составляющие в демографических процессах. Экологические последствия «демографического взрыва» и «демографического перехода» в разных регионах Земли. Демографическая политика как часть экологической политики государства и общества.

Теории народонаселения: мальтузианцы и корнукопианцы. Урбанизация как естественный регулятор демографических процессов. Управляемость демографических процессов и возможности демографической политики. Демографическая политика и планирование семьи. Демографический переход, его связь с уровнем общественного развития. Репродуктивное здоровье популяции как функция состояния экосистем.

Сценарии роста населения Земли в XXI веке. Экосистемные последствия неконтролируемого роста населения (развивающиеся страны), а также депопуляции и сокращения численности населения (Россия и другие страны Восточной Европы).

Антропогенные изменения климата.

Энергетический баланс Земли и влияние на него человеческой деятельности. Основные закономерности и примеры.

Климаты Земли. Механизмы формирования климата. «Климатическая машина»: многолетние и многовековые циклы. Естественная цикличность климата. Солнечная активность и ее влияние на циклические процессы на Земле. Солнечные ритмы и периодические процессы в биосфере, возможные механизмы влияния (представления М.А.Боголепова, В.Г.Кривенко). Примеры.

Антропогенные воздействия на климат, их разнонаправленность и противоречивость. Глобальное потепление и глобальное похолодание как возможные пути трансформации современного климата (факторы, механизмы, способы управления ситуацией).

Прогнозирование изменений климата: основные проблемы и подходы. Основные факторы антропогенного воздействия на климат: выбросы пыли и аэрозолей, «парниковых газов» и озоноразрушающих веществ, разрушение экосистем. Рост неустойчивости климата, учащение стихийных бедствий как его следствие. Проблема охраны климата, «углеродные кредиты».

Развитие энергетики как глобальная экологическая проблема.

Природные и социальные факторы, определяющие потребление энергии. Экосистемные последствия производства энергии, возможности снижения экологического риска энергетики. Тепловое загрязнение и его влияние на окружающую среду.

Рост энергетических потребностей человека. Традиционная энергетика как фактор воздействия на окружающую среду. Энергетический баланс страны и региона и проблема устойчивого развития.

Альтернативная энергетика. Достоинства и недостатки альтернативных источников энергии. Потенциал эффективного решения энергетических и экологических проблем, возможности внедрения. Примеры. Проекты принципиально новых способов получения энергии.

Энергосбережение как один из путей устойчивого развития в энергетике. Его использование в экономике и в быту, достоинства, недостатки, ограничения. Примеры

Загрязнение природной среды как часть ее антропогенной трансформации.

Загрязнение как проблема охраны окружающей среды: загрязнение природное и техногенное. Объемы загрязнений по регионам и отраслям экономики. Классификации загрязнений по стойкости, типу, природным средам. Основные загрязнители, их миграция в экосистемах, токсическое воздействие на живые организмы. Примеры.

Дальние переносы загрязнений в атмосфере и гидросфере, их биосферная роль. Биосферные эффекты аэрокосмической деятельности. Влияние на окружающую среду в военных целях (экоцид) и его экологические последствия. Примеры.

Методы определения загрязнителей в природных средах: их достоинства и недостатки. Биоиндикация: основные методы и ограничения на их использование.

Принципиальные пути решения проблемы загрязнения. Разработка новых технологий: замкнутые циклы, безотходное производство, использование организмов-детоксикантов и организмов-накопителей загрязнения.

Продовольственное обеспечение человечества как глобальная экологическая проблема.

Производство продуктов питания и технического растительного и животного сырья как биосферный процесс. Экологические проблемы экстенсивного сельского хозяйства. Обезлесивание, опустынивание, засоление почв. Рост продуктивности сельского хозяйства и связанное с ним повышение неустойчивости агроэкосистем. Пищевые потребности населения и их связь с климатом, историей и традициями; структура потребления продовольствия в разных странах и регионах. Возможности экстенсивных и интенсивных сельскохозяйственных технологий в обеспечении населения продуктами питания.

Плодородие почвы и его роль в обеспечении населения продовольствием. Потеря естественного плодородия почвы, причины, его вызывающие, и возможные пути решения проблемы.

Водные запасы планеты, их структура и баланс. Запасы пресной воды, уровень ее потребления и темпы загрязнения и потери качества водных ресурсов. Экологические проблемы дефицита водных ресурсов, возможности устойчивого водопользования. Примеры.

Интенсивное сельское хозяйство как отрасль промышленности. Воздействие современных сельскохозяйственных технологий на окружающую среду. Сельскохозяйственное загрязнение, его формы и способы очистки. Урбанизация как фактор интенсификации сельского хозяйства.

Экосистемные ограничения на объемы сельскохозяйственного производства в разных частях планеты. Примеры. «Зеленая революция» в сельском хозяйстве, ее этапы и особенности, экологические и социальные последствия. Примеры.

Использование генно-модифицированных организмов (ГМО) в сельском хозяйстве: достижения, опасения, потенциальные возможности. Органическое земледелие, его возможности в производстве продуктов питания и природоохранный потенциал.

Урбанизация как глобальная экологическая проблема.

Урбанизация как фактор воздействия на окружающую среду. Особенности урбанизации в мировом, национальном и региональном масштабе, экологические проблемы российских городов. «Экологические следы» городов. Экологические факторы формирования здоровья горожан.

Урбанизация населения и урбанизация территории. Рост и концентрация городов: формирование агломераций. Эволюционные модели урбанизации и прогноз урбанизации региона. Экономический, медицинский, климатический, земельный, правовой, психологический и другие аспекты урбанизации. Транспортные проблемы и проблема загрязнения в городах. Основные закономерности урбанизации.

Европейское движение за устойчивое развитие городов, его достижения и основные проблемы. Сохранение природного биоразнообразия на урбанизованных территориях как часть охраны дикой природы региона. Экологический каркас и экологическая инфраструктура города, город как территория ограниченного природопользования. Техногенные рефугиумы флоры и фауны на урбанизованных территориях, их обнаружение, сохранение и восстановление. Поиск решения проблем урбанизации, концепция «Экополиса» как отечественный вариант концепции устойчивого развития города. Роль архитектурно-планировочных мероприятий в оздоровлении городской среды.

Проблемы сохранения биоразнообразия

Продукция экосистем и ее потребление людьми. Эксплуатация человеком биоресурсов. Переэксплуатация биологических ресурсов и социально-экономические причины ее возникновения. Примеры. Способы перехода к неистощительной эксплуатации различных биоресурсов (устойчивое лесопользование, рыболовство, соглашение по китобойному промыслу, марикультура и др.).

Охрана видов. «Красные книги» и «красные списки», создание и ведение Красных книг регионов. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой уничтожения (СИТЕС). Панъевропейская стратегия сохранения биоразнообразия. Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия России. Инвазивные виды как экологическая проблема, меры борьбы с ними. Мониторинг динамики инвазивных видов и оценка состояния окружающей среды.

Территориальная охрана дикой природы: заповедники, заказники, национальные и природные парки, памятники природы и другие формы особо охраняемых природных территорий. Заповедная система России, ее история, достижения, проблемы и перспективы. Особенности систем охраняемых природных территорий других стран. Биосферные заповедники – замысел и концепция.

Экологические сети и экологические каркасы территорий

Территориальные сети и системы особо охраняемых природных территорий. Понятие «экологического каркаса», его цели и задачи. «Ядра» и «экологические коридоры» в структуре экологической сети региона. Экологические последствия фрагментации местообитаний: островной и барьерный эффект, их влияние на жизнеспособность популяций. Модели «островной биогеографии»: природоохранные приложения и их критика. Оптимальная конфигурация ООПТ разного уровня.

Планирование местных и региональных сетей ООПТ: научные основы и социальные условия. Проблема устойчивости / целостности экологической сети в условиях социально-экономического развития региона (рост городов, интенсификация с/х производства, рост рекреационной нагрузки, развитие дорожной сети и пр.).

Сохранение биоразнообразия на урбанизированных территориях. Экологический каркас и экологическая инфраструктура города

Городские экосистемы, их отличительные особенности. Закономерности формирования биоразнообразия городов: урбанизация «диких» видов, перспективы «встраивания» участков региональных экосистем в структуру урбанизированного ландшафта. Природоохранный потенциал крупных городов: город как заказник, техногенные рефугиумы фауны и флоры на урбанизированных территориях, их роль в сохранении биоразнообразия региона. Природный комплекс городов и городские ООПТ, их социальное значение и природоохранные функции. Сохранение биоразнообразия на урбанизированных территориях: содействие урбанизации новых видов, сохранение техногенных рефугиумов, создание устойчивых экологических каркасов городов. Экология города как фундаментальная дисциплина и природоохранная практика (Г.Зукопп, К.Н.Благосклонов). Экологические сети в высокоурбанизированных регионах центра Европейской России: сохранение биоразнообразия и рекреационного потенциала территорий.

Оценка неблагоприятных воздействий на природную среду. Экологический риск.

Оценка уровня воздействия на различные компоненты природной среды. Интегральные показатели воздействия хозяйственной деятельности на абиотическую и биотическую составляющие природы.

Экологический риск как интегральный показатель техногенного воздействия на общество. Закономерности изменения уровня риска в процессе трансформации природной среды. Техногенные катастрофы и аварии как фактор воздействия на экосистемы. Понятие суммации рисков, социально-приемлемого риска. Уровень риска как мера разрушения природных систем под антропогенным давлением. Наиболее значимые факторы экологического риска. Экологический риск и экологическая экспертиза.

Неприборные методы оценки экологических рисков. Разнообразие критериев оценки экологического риска и экологической неблагоприятности среды обитания: по степени трансформации фаунистических / флористических комплексов территорий, по степени преобразованности мозаики растительных сообществ по сравнению с доагрикультурным состоянием, по состоянию видов, являющихся тест-объектами. Нарушение стабильности развития живых организмов как способ индикации риска: научные основы, возможности и ограничения.

Здоровье населения как функция состояния экосистем. Экологическая обусловленность болезней, связанных с питанием, доступностью чистой питьевой воды, качеством воздуха, перенаселенностью, техногенной трансформацией среды обитания. Аэропалеонология и аллергические заболевания горожан, аллергенно-опасные инвазийные виды растений и животных. Мутагенные, канцерогенные, тератогенные эффекты, проблема роста психических заболеваний.

Перспективы устойчивого развития человечества.

Рост и развитие как альтернативные стороны мировой динамики. Программы ООН по устойчивому развитию и охране окружающей среды. Модели “стабилизации мира” как научная основа устойчивого развития. Глобальные встречи на высшем уровне по проблемам устойчивого развития (Рио-де-Жанейро, 1992 и Йоханнесбург, 2002). Современные глобальные модели биосферных процессов. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды. Деятельность ЮНЕСКО, МСОП и других международных организаций. Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Роль образования в решении проблем охраны окружающей среды. Панъевропейская стратегия образования в области устойчивого развития (2005).

Рекомендуемая литература

Медоуз Д. и др. Пределы роста. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991.

Медоуз Д. и др. За пределами роста. М.: Прогресс, 1994.

Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. В 3 т. М.: Прогресс, 1992, 1995.

Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник 1998-2004. М.: Изд-во Моск. независимого экол.-политол. ун-та.

Веб-атлас «Россия как система». <http://www.sci.aha.ru>

Сайт по биоразнообразию России [http:// www.biodat.ru](http://www.biodat.ru)