

Тематический план дисциплины

Биология

Направление подготовки / специальность: 30.05.01 – Медицинская биохимия

Направленность (профиль) подготовки / специализация: Медицинская биохимия

Квалификация выпускника: врач-биохимик

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Тема 1. Биология клетки

Этапы развития биологии. Уровни организации живой материи. Молекулы и их ансамбли; клеточные органеллы; клетки; тканно-органный уровень; организмы, вид и популяции; биоценотический уровень, экосистемы и биогеоценозы, биосфера. Эмерджентность живых систем. Фундаментальные свойства живой материи. Единство химического состава, клеточная организация, живые системы -открытые системы; гомеостаз и его регуляторные механизмы на разных уровнях, принцип обратной отрицательной связи; способность к воспроизведению. Раздражимость. Свойства наследственности и изменчивости. Онтогенез и филогенез. Химическая основа жизни. Строение, свойства и функции белков, углеводов, липидов. Нуклеиновые кислоты - ДНК, РНК, строение хромосом. ДНК как наследственный фактор. Биосинтез белка: принцип матричного синтеза как информационная основа наследственных свойств. Единицы транскрипции. Процессинг РНК – посттранскрипционные модификации РНК у эукариот. Трансляция- строение и функции рибосом. Эволюция «проторибосомы» из РНК как доказательство гипотезы РНК-мира. Клетка -элементарная единица живого. Теории происхождения жизни. Абиогенез - преодоление границ между неживой и живой материей: гипотезы биохимической эволюции, биопоэза, РНК-мира. Клеточная теория. Типы клеточной организации. Структурно-функциональная организация клетки. Принцип компартментализации. Регуляция клеточного цикла и контрольные точки клеточного цикла. Репликация ДНК – сигнальные белки (митогены). Реплисома – комплекс белков репликации. Репликон – единица репликации. Клеточное дыхание. Микроскопия. История микроскопии. Световой микроскоп (разрешающая способность), способы контрастирования изображения (темнопольный, фазово-контрастный и люминесцентный микроскопы). Применение в биологии и медицине. Электронные микроскопы. Работа на микроскопе (последовательность этапов установки и работы с препаратом). Прокариоты и эукариоты. Биохимический состав клетки. Строение и функции клеточной мембраны (работа с рисунками). Строение клетки. Мембранные и немембранные органоиды клетки. Структура и функции органелл: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи,

лизосомы, вакуоли, пероксисомы, митохондрии, рибосомы, цитоскелет. Канальцево-вакуолярная система клетки. Клеточное ядро – его роль в жизни клетки. Ультраструктура клетки на примере гепатоцита. Жизненный цикл клетки. Деление клеточного ядра (митоз). Амитоз, эндомитоз, шизогония. Цитокинез. Мейотическое деление клетки. Этапы мейоза, этапы профазы I мейоза. Этапы митоза и мейоза, сравнительная характеристика.

Тема 2. Общая генетика. Структура генома эукариот

Структура ядерного генома эукариот: уникальные последовательности генома (кодирующая ДНК и некодирующие участки – псевдогены, генные фрагменты, интроны, регуляторные сайты), регуляторные последовательности – цис-, транс-элементы); повторяющиеся последовательности (мобильные элементы, тандемные повторы и др.). Характеристика структуры ядерного генома человека. С-парадокс. Альтернативный сплайсинг. Универсальные законы наследственности и изменчивости. Менделевские законы наследования. Их переоткрытие в начале XX века (Хуго де Фриз, Карл Корренс, Эрих Чермак-Зейзенегг). Выводы У. Сеттона и Т. Бовери о параллелизме в поведении менделевских факторов наследственности и хромосом. Т.Морган, А.Стёртевант, К.Бриджес – сцепленное с половыми хромосомами наследование, группы сцепления, первая генетическая карта, формулировка основных положений хромосомной теории. Наследственность и изменчивость организмов. Понятие о гене и его роли в наследственности. Генотип и фенотип. Опыты Грегора. Рецессивные и доминантные признаки. Гомозиготные и гетерозиготные особи. Абсолютное доминирование. Закон чистоты гамет. Законы Г.Менделя (закон единообразия первого поколения при скрещивании чистых линий, Закон расщепления признаков, Закон независимого распределения признаков. Анализирующее скрещивание. Методы решения генетических задач по моногибридному, дигибридному и полигибридному скрещиванию).

Тема 3. Наследственная изменчивость. Неменделевские закономерности наследования. Пенетрантность и экспрессивность. Модификационная изменчивость и норма реакции

Наследственная изменчивость – комбинативная и мутационная. Формальная классификация мутаций – генные, хромосомные, геномные. Классификация генных мутаций по характеру изменения функционирования гена (Г.Д. Мёллер). Виды мутаций по эффекту на первичную структуру белка: сеймсенс-мутации, нонсенс-мутации, мисенс-мутации (радикальные и консервативные). Механизмы генных мутаций: транзиции, трансверсии, делеции, инсерции. Примеры наиболее частых генных мутаций у человека. Хромосомные мутации – делеции, инверсии, дупликации, транслокации. Примеры хромосомных aberrаций у человека. Геномные мутации – эуплоидные и анеуплоидные мутации. Примеры анеуплоидных мутаций соматических и половых хромосом у человека. Законы неменделевского наследования. Неполное доминирование, кодоминирование и

множественный аллелизм, сверхдоминирование. Плейотропия. Группы сцепления генов. Генетика пола. Сцепленное с полом наследование. Эпистазирование, комплементарное наследование, полимерия кумулятивная и некумулятивная, летальные гены. Пенетрантность – показатель частоты реализации гена в признак. Наследование, ограниченное полом, как пример пенетрантности. Экспрессивность – степень фенотипической выраженности гена. Температурная детерминация пола у животных. Характеристики модификационной изменчивости. Норма реакции. Примеры широкой и узкой нормы реакции для количественных и качественных признаков у человека. Морфозы – частный случай необратимой модификационной изменчивости. Тератозы. Основные группы тератогенов. Методы изучения соотносительной роли генотипа и внешней среды в формировании фенотипа – экспериментальный и близнецовый. Конкордантность и дискордантность при количественной оценке степени генетической детерминированности признака. Определение коэффициента наследуемости по отдельным признакам у человека.

Основные закономерности изменчивости. Комбинативная изменчивость (Источники комбинативной изменчивости. Процесс рекомбинации). Мутационная изменчивость (Геномные мутации. Хромосомные мутации. Генные мутации). Генеративные и соматические мутации. Основные положения мутационной теории. Причины возникновения и искусственное получение мутаций. Мутационные факторы среды. Неаллельное взаимодействие генов (Полимерия, эпистаз, комплементарность). Сцепленное с полом наследование. Наследование, ограниченное полом. Взаимодействие генотипа и среды. Качественные и количественные признаки. Модификационная изменчивость. Влияние условий среды на качественные признаки. Влияние условий среды на количественные признаки. Норма реакции. Медицинская генетика. Методы генетики человека (Генеалогический метод, Близнецовый метод, Цитогенетический метод). Типы наследования признаков и правила составления родословных. Аутомно-доминантное наследование. Аутомно-рецессивный тип наследования; X-сцепленное рецессивное и X-сцепленное доминантное наследование, Y-сцепленное наследование (голандрическое), митохондриальное наследование признаков

Тема 4. Организменный (онтогенетический) уровень организации жизни

Основные концепции биологии индивидуального развития. Этапы, периоды и стадии онтогенеза. Общие закономерности прогенеза. Особенности ово- и сперматогенеза у человека. Морфофункциональные и генетические особенности половых клеток. Оплодотворение, его фазы, биологическая сущность. Эмбриональное развитие. Дробление. Бластула, типы бластул. Гастрюляция. Способы гастрюляции. Образование органов и тканей. Провизорные органы анангий и амниот, их функции. Особенности эмбриогенеза человека. Закономерности постэмбрионального периода

онтогенеза. Механизмы регуляции развития на разных этапах онтогенеза. Генетическая регуляция развития, основные клеточные процессы в онтогенезе, дифференцировка, рост, морфогенез, межклеточные взаимодействия. Эмбриональная индукция и её виды. Критические периоды онтогенеза человека. Классификация врожденных пороков развития. Значение нарушения механизмов онтогенеза в формировании пороков развития. Теории и механизмы старения. Виды гомеостаза и механизмы его поддержания. Механизмы регуляции развития на разных этапах онтогенеза. Генетический гомеостаз и его нарушения. Репарация. Физиологическая и репаративная регенерация. Апоптоз как один из фундаментальных механизмов клеточного и тканевого гомеостаза. Причины старения.

Тема 5. Медицинская паразитология. Вопросы происхождения паразитизма. Группы паразитарных заболеваний. Ко-эволюция паразитарных систем.

Предмет и задачи медицинской паразитологии. Распространение паразитизма в животном мире. Происхождение паразитизма: возникновение экто- и эндопаразитов. Кровопаразитизм. Различные формы отношений "хозяин - паразит". Адаптации к паразитическому образу жизни. Природно-очаговые заболевания. Медицинская протозоология. Медицинская гельминтология. Медицинская арахноэнтомология. Жизненные циклы паразитов, имеющих эпидемиологическое, эпизоотическое значение. Эволюция паразитов и паразитизма под действием антропогенных факторов. Человек и ядовитые животные. Основные проблемы паразитологии, решение практических задач в области медицинской и ветеринарной паразитологии. Паразиты и их роль в природе – регулятор численности популяций, фактор эволюции (вирусологическая теория эволюции), фактор "давления" среды; паразиты как хронологическая модель для палеореконструкций событий антропогенеза. Паразитизм как форма симбиоза. Учение Павловского Е.Н. о средах двух порядков. Распространение паразитизма в животном мире. Классификация форм паразитизма. Пути проникновения паразитов и способы передачи. Морфо-физиологические адаптации к паразитизму. Происхождение паразитизма. Медицинская протистология. Важнейшие паразиты и возбудители инвазионных заболеваний человека. Очаговый характер трансмиссивных заболеваний – учение Е.Н.Павловского. Биологические основы профилактики паразитарных заболеваний.

Тема 6. Медицинская паразитология. Частная паразитология.

Подцарство простейших (Protozoa). Строение простейших. Чередование бесполого и полового поколений – метагенез. Заболевания, вызываемые простейшими – протозозы. Тип Rhizopoda (саркодовые, или амёбы). Особенности строения и жизненных циклов паразитарных амёб: *Entamoeba histolytica* (дизентерийная амёба), Ротовая амёба (*Entamoeba gingivalis*), Акантамеба (род *Acanthamoeba*), Неглерия Фоулера (*Naegleria fowleri*). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики амёбиоза (кишечного и тканевого), акантамебиоза, ротового

амебиаза и неглерииоза. Тип Kinetoplastida. Особенности строения и жизненных циклов кинетопластид. Основные морфологические формы. Трипаносомозы, вызываемые *Trypanosoma cruzi* (американская трипаносома) и *Trypanosoma brucei* (африканская трипаносома). Отличия в патогенезе при родезийской и гамбийской сонной болезни (*Trypanosoma b. rodesiense* и *Trypanosoma b. gambiense*). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики болезни Чагаса и сонной болезни. Лейшманиозы, специфика протекания. Географическое распространение, особенности строения и жизненного цикла лейшманий: *Leishmania tropica* (лейшмания тропика), *Leishmania Mexicana* (мексиканская лейшмания), *Leishmania brasiliensis* (бразильская лейшмания), *Leishmania donovani* (лейшмания Донавана). Отличия антропонозного и зоонозного (пендинская язва) кожного лейшманиоза. Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики различных лейшманиозов. Тип: Polymastigota – Многожгутиковые. Географическое распространение, особенности строения и жизненных циклов *Giardia lamblia* (лямблия), *Trichomonas vaginalis* (урогенитальная трихомонада), *Trichomonas tenax* (Ротовая трихомонада), *Trichomonas hominis* (Кишечная трихомонада), *Dientamoeba fragilis* (Диэнтамеба). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики лямблиоза, трихомониоза (урогенитального, ротового и кишечного), диэнтамебиаза. Тип Apicomplexa – Апикомплекса, или споровики. Особенности строения и жизненных циклов. Строение апикального комплекса. Метагенез. Класс Haemosporida (кровяные споровики). Особенности строения и жизненного цикла малярийного плазмодия, пути заражения малярией, географическое распространение заболевания, эпидемиология, патогенез, диагностика и профилактика. Специфика протекания малярии, диагностические формы, период тканевой и эритроцитарной шизогонии, географическое распространение малярии, вызываемой четырьмя видами плазмодия: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium ovale*. Рецидивы малярии. Класс Coccidia. Особенности строения и жизненных циклов Кокцидий. *Toxoplasma gondii* (Токсоплазма). Особенности строения и жизненного цикла токсоплазмы. Пути заражения, особенности патогенеза, эпидемиологии, диагностики и профилактики токсоплазмоза. *Isospora belli* (изоспора). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики изоспороза. *Sarcocystis hominis* – саркоциста. Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики саркоцистоза. Специфика заражения и протекания саркоцистоза при мышечной и кишечной форме данного заболевания. Тип Ciliophora – инфузории. Особенности строения и жизненного цикла. *Balantidium coli* (балантидий) – особенности строения и жизненного цикла. Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики балантидиоза.

Тип Plathelminthes. Класс Trematoda (Digenea). Трематодозы. Особенности жизненных циклов трематод. Патогенное действие гельминтов на организм человека. Профилактика. Дегельминтизация. Географическое

распространение, особенности строения и жизненных циклов, локализация в организме человека и промежуточных хозяев *Fasciola hepatica* (печеночный сосальщик), *Fasciolopsis buski* (фасциолопсис), *Opisthorchis felinus* (кошачья двуустка), *Clonorchis sinensis* (китайская двуустка), *Paragonimus westermani* (легочный сосальщик), *Dicrocoelium lanceatum* (ланцетовидная двуустка), *Schistosoma mansoni* (шистосома Мансона), *Schistosoma haematobium* (урогенитальная шистосома), *Schistosoma japonicum* (японская шистосома), *Schistosoma intercalatum* (кишечная шистосома). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики фасциоза, фасциолопсидоза, описторхоза, клонорхоза, дикроцелиоза, парагонимоза, шистосомозов, церкариоза. Тип Plathelminthes. Класс Cestoda. Цестодозы. Особенности жизненных циклов цестод – типология ларвоцист. Пути инвазии псевдо- и циклофиллидами. Меры профилактики и способы лечения цестодозов, цистицеркозов, ценурозов и эхинококкозов. Географическое распространение, особенности строения и жизненных циклов, локализация в организме основных и промежуточных хозяев *Diphyllobotrium latum* (широкий лентец), *Taenia solium* (свиной цепень), *Taeniarrhynchus saginatus* (бычий цепень), *Hymenolepis nana* (карликовый цепень), *Echinococcus granulosus* (эхинококк), *Alveococcus multilocularis* (альвеококк). Пути заражения, особенности патогенеза, диагностики и профилактики дифиллоботриоза, тениаринхоза, тениоза, цистицеркоза, гименолепидоза, эхинококкоза и альвеококкоза. Тип Nematoda. Отр. Rhabditida (факультативные, облигатные паразиты и свободноживущие виды) -*Strongyloides*, *Protostrongylus*, *Ancylostoma*, *Necator*. Отр. Ascaridida (облигатные паразиты) *Ascaris*, *Ascaridia*, *Toxocara*, *Toxocaris* (п/о. Ascaridata); *Enterobius*, *Heterakis* (п/о. Oxiurata). Отр. Spirurida (паразиты с промежуточными хозяевами в цикле развития) *Loa*, *Wuchereria*, *Brugia*, *Onchocerca*, *Dracunculus*, *Dipetalonema*, *Dirofilaria*. Отр. Trichocephalida *Trichocephalus trichiurus* (власоглав) *Trichinella spiralis*. Отр. Dioctophymida (крупные паразиты кишечника, почек, желудка млекопитающих и птиц). Особенности жизненных циклов нематод разных систематических групп. Диагностические стадии и симптомы нематодозов. Средства лечения гельминтозов. Географическое распространение, особенности строения и жизненных циклов, локализация в организме основных и промежуточных хозяев *Trichocephalus trichiurus* (власоглав), *Enterobius vermicularis* (детская острица), *Ascaris lumbricoides* (аскарида человеческая), *Ancylostoma duodenale* (кривоголовка или анкилостома), *Necator americanus* (некатор), *Strongyloides stercoralis* (угрица кишечная), *Toxocara canis* (токсокара), *Trichinella spiralis* (трихинелла), *Dracunculus medinensis* (ришта), *Wuchereria bancrofti* (нитчатка Банкрофта (вухерерия)), *Brugia malayi* (бругия), *Onchocerca volvulus* (онхоцерка), *Loa loa* (лоа лоа), *Dipetalonema perstans* (дипеталонема), *Dirofilaria repens* и *Dirofilaria immitis* (дирофилярия), *Anisakis simplex* (анизакис). Геогельминты и биогельминты. Геогельминты, развивающиеся без миграции и с миграцией. Висцеральный и кожный синдром *larva migrans*. Пути заражения, особенности патогенеза,

диагностики и профилактики энтеробиоза, трихоцефалеза, аскаридоза, анкилостомидоза и некатороза, стронгилоидоза, токсокароза, трихинеллеза, дракункулеза, вухерериоза, бругиоза, лоаоза, онхоцеркоза, дипеталонематоза, диروفляриоза, анизакидоза.

Медицинская арахноэнтомопаразитология. Тип членистоногие (Arthropoda). Подтип Жабродышащие. Класс: Ракообразные. Роль различных ракообразных как промежуточных хозяев в жизненных циклах различных паразитов. Эктопаразиты – дермафаги, гемотрофы, гистиотрофы, - как трасмиттеры инфекций и инвазий. Подтип Хелицеровые. Класс Arachnida – паукообразные. Подкласс Acari (клещи). Особенности строения и жизненного цикла клещей. Акариформные клещи – группа аллергогенных клещей из жилых помещений. Примеры облигатных временных паразитов среди артропод. Облигатные стационарные периодические/постоянные паразиты животных и человека. Чесотка – заболевание, вызываемое *Sarcoptes scabiei scabiei*. Меры профилактики, способы диагностики и лечения. Топическая разобщенность паразитов *Demodex brevis* и *D. folliculorum*, вызывающих у человека демодекозный дерматит. Строение и особенности жизненных циклов чесоточного зудня и демодекса. Симптомы, профилактика. Отряд Паразитиформные клещи – Parasitiformes, Семейство иксодовые клещи (Ixodidae). Иксодовые клещи как вектор для вируса клещевого энцефалита. Особенности морфологии, биологии. Однохозяинные, двуххозяинные и треххозяинные жизненные циклы клещей. Географическое строение, особенности внешнего вида и переносимые инфекционные заболевания *Ixodes persulcatus* (Таежный клещ), *Ixodes ricinus* (Собачий клещ), Пастбищные клещи рода (*Dermacentor*), Клещи рода (*Nyaloma*). Профилактика акаридозов. Краснотелковые клещи – причина тромбидиоза (осенней эритемы). Цикл развития. Семейство аргасовые клещи (*Argasidae*). Особенности строения, географическое распространение аргасовых клещей, переносимые ими заболевания. Орнитодорус, поселковый клещ (*Ornithodoros papilipes*). Подтип Трахейные (Tracheata), Класс Insecta – насекомые. Паразитические насекомые – вши, блохи, клопы, двукрылые. Особенности их жизненных циклов. Меры профилактики и лечения. Особенности строения и жизненных циклов насекомых. Насекомые с полным и с неполным метаморфозом. Насекомые с неполным превращением (*Hemimetabola*). Особенности строения представителей отрядов Клопы, или полужесткокрылые (*Hemiptera*, или *Heteroptera*), Отряд Вши – *Anoplura*, Отряд Блохи (*Aphaniptera*). Особенности строения, жизненных циклов и географическое распространение *Cimex lectularius* (Клоп постельный), Триатомовых клопов, *Pediculus humanus* (Головная вошь), *Pediculus corporis* (Платяная вошь), *Phthirus pubis* (Площица, или лобковая вошь), *Pulex irritans* (Блоха человеческая). Вызываемые данными насекомыми заболевания и патогенные состояния, диагностика и профилактика (педикулез, последствия укусов клопов и блох). Переносимые блохами и вшами инфекционные заболевания, роль триатомовых клопов в жизненном цикле американской трипаномы. Отряд двукрылые (*Diptera*). Семейство комары *Culicidae* –

внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Роды: *Anopheles*, *Culex* и *Aedes*. Семейство москиты *Phlebotominae* внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Семейство мошки *Simuliidae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Род: *Simulium*. Симулиотоксикоз. Семейство мокрецы *Ceratopogonidae* внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Род *Culicoides*. Семейство слепни *Tabanidae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Вид: Златоглазик кусачий. Семейство настоящие мухи *Muscidae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний, миазы. Виды: Комнатная муха (*Musca domestica*), Домовая муха (*Muscina stabulans*), Мухи рода *Glossina* - муха це-це, Осенняя жигалка (*Stomoxys calcitrans*). Семейство навозные мухи *Scathophagidae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний. Семейство каллифориды, или мясные мухи *Calliphoridae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний, миазы. Семейство серые мясные мухи *Sarcophagidae* – внешний вид, место развития личинок, роль в переносе заболеваний, миазы. *Wohlfahrtia magnifica* – вольфратова муха. Семейство Полостные оводы – *Oestridae*, Семейство Желудочные оводы – *Gasterophilidae*, Род: *Gastrophilus* – возбудители гастрофилеза, Семейство Кожные, или подкожные, оводы – *Hypodermatidae*, гиподерматоз, Человеческий кожный овод – *Dermatobia hominis*. Особенности внешнего вида, место развития личинок оводов.

Пятиустки *Linguatulaserrata*, *Porocephalusarmillatus* (Crustacea) – как причина назофарингеального ларвального пентастомоза у человека.

Тема 7. Антропогенез. Возможные пути происхождения гоминид и человека

Происхождение человека и изменчивость человека во времени. Триада гоминид. Основные этапы в эволюции рода *Homo*, изменчивость человека во времени. Проконсулы. Ранние австралопитеки-сахелантроп. Грацильные австралопитеки- *Australopithecus afarensis* наиболее вероятный предок рода *Homo*. Ранние люди (*Homo habilis*, *Homo rudolfensis*) – биологические и социальные признаки. Архантропы – *Homo ergaster* и "галечная" культура; *Homo erectus* – ашельская культура. Миграции архантропов. Протонеандертальцы – *Homo heidelbergensis* – прогрессивные черты. Палеоантропы – *Homo neanderthalensis* – биологическая и социальная эволюция. Появление в Африке неантропов *Homo sapiens* и расселение по континентам.

Тема 8. Экология. Учение о биосфере. Медицинская экология

Понятие и классификация экологических факторов. Экологическая ниша. Экология популяций. Понятие биоценоза. Пищевые цепи. Поток энергии и круговорот веществ. Трофические уровни и пищевые пирамиды. Экологические сукцессии. Основные принципы синтетической теории эволюции. Микроэволюция. Закон Харди-Вайнберга. Естественный отбор: определение, принципы действия, основные типы и формы. Генетический

дрейф и популяционные волны. Поток генов и изоляция как факторы микроэволюции. Вид и видообразование. Макроэволюция. Соотношение микро- и макроэволюции. Дивергенция, конвергенция, параллелизм. Адаптивная радиация. Прогресс и регресс в эволюции. Ароморфозы и идиоадаптации. Введение в учение о биосфере. Современные концепции биосферы. Структура и функции биосферы. Принципы систематики и таксономии. Фундаментальные признаки биологической организации, определяющие разделение природы на царства. Многообразие биологических видов - основа организации и устойчивости биосферы. Разнообразие жизни на Земле. Макросистематика живых организмов. Методы установления биологического родства. Типологические особенности представителей различных царств. Прокариоты: бактерии, археобактерии, цианобактерии. Вирусы как особая форма организации материи. Эукариоты: простейшие; грибы; растения (водоросли, мхи, споровые, голосеменные, покрытосеменные); животные (губки, кишечнополостные, черви: плоские, круглые, кольчатые; членистоногие; моллюски; иглокожие; хордовые). Основные черты организации ключевых групп живых организмов и их роль в биосфере.