

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ ПО БИОЛОГИИ

## **Микология и альгология**

Традиционное понимание сборной группы «низшие растения». Общие черты строения. Понятие о талломе. Положение низших растений в современной системе органического мира. Основные группы низших растений, их краткая характеристика.

Значение низших растений в природе и практической деятельности человека. Низшие растения как модельные объекты.

Водоросли. Общая характеристика. Строение клетки и таллома. Основные типы талломов. Пигменты водорослей, их роль в адаптациях к окружающей среде и в систематике. Особенности размножения и циклов развития водорослей. Современные принципы классификации, деление на отделы и краткая характеристика основных отделов. Распространение и роль водорослей в природе. Водоросли планктона и бентоса, водоросли вневодных местообитаний, симбиотические водоросли. Значение водорослей в природе и практической деятельности человека.

Грибы и псевдогрибы (грибоподобные организмы). Общая характеристика. Черты сходства грибов и псевдогрибов и основные различия. Положение в современной системе органического мира. Строение клетки и мицелия, особенности питания. Размножение и циклы развития. Современные принципы классификации, деление на отделы и краткая характеристика основных отделов. Распространение в природе, сапротрофные, паразитные и симбиотические формы. Значение грибов в круговороте веществ и их положительное и отрицательное хозяйственное значение.

Лишайники. Морфологическое и анатомическое строение таллома. Систематическое положение водорослей и грибов – симбионтов в лишайниках. Взаимоотношения компонентов лишайников. Способы размножения. Роль в природе и практической деятельности человека.

Слизевики. Общая характеристика. Положение в системе органического мира. Характерные черты организации, основные особенности. Размножение и циклы развития. Основные отделы слизевиков и их краткая характеристика.

## Литература

1. *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.

## **Высшие растения**

Высшие растения как ключевая группа продуцентов наземных экосистем. Общая характеристика высших растений. Важнейшие особенности организации высших растений: неподвижность, полярность, открытый рост, – их биологическое значение. Представления о монофилии высших растений. Родственные связи высших растений. Важнейшие отличия высших растений от ближайших родственных групп водорослей.

Жизненный цикл высших растений. Бесполое размножение и половое воспроизведение. Изоспоровые и гетероспоровые высшие растения. Многократное возникновение гетероспории в эволюции высших растений. Общие черты гетероспоровых высших растений. Типы спорангиев высших растений. Типы гаметангиев высших растений. Типы полового процесса, известные у высших растений и их эволюционные взаимоотношения.

Общие принципы организации тела высших растений. Талломы, теломы и побеги. Различные пути возникновения побеговой организации в ходе эволюции высших растений. Листья синтеломной и энационной природы. Структурные компоненты и описательная морфология листа. Важнейшие особенности морфологии побегов и побеговых систем.

Возникновение корня в ходе эволюции. Важнейшие особенности морфологии корней и корневых систем.

Понятие ткани; различные подходы к классификации тканей. Основные типы растительных тканей. Типы меристем. Сравнительная характеристика колленхимы и склеренхимы. Покровные ткани (эпидерма, экзодерма, феллема), их образование, строение. Перидерма. Сравнительная характеристика флоэмы и ксилемы. Сравнительная характеристика анатомического строения корня и стебля (на примере семенных растений). Вторичное утолщение осевых органов. Возрастные изменения вторичной древесины и вторичной коры.

Мохообразные и сосудистые растения как две основные группы высших растений. Общая морфолого-анатомическая характеристика гаметофита и спорофита мохообразных. Отделы печеночники (Marchantiophyta), антоцеротовые (Anthocerotophyta) и мхи (Bryophyta): общая характеристика, эволюционные взаимоотношения, важнейшие различия.

Общая характеристика сосудистых растений. Отделы сосудистых растений, важнейшие различия между ними. Эволюция жизненного цикла высших растений. Сосудистые споровые растения. Их место в системе высших растений, характеристика важнейших групп сосудистых споровых растений.

Отдел Spermatophyta (семенные растения). Общая характеристика. Морфологическая природа и происхождение семяпочки. Таксономический статус и важнейшие особенности голосеменных растений. Сравнительная характеристика основных групп современных голосеменных растений: хвойных (Pinopsida), гнетовых (Gnetopsida), саговниковых (Cycadopsida) и гинкговых (Ginkgoopsida).

Общая характеристика покрытосеменных, или цветковых растений (класс Angiospermae). Цветок. Строение мужского и женского гаметофитов. Важнейшие различия между голосеменными и покрытосеменными растениями. Проблема происхождения покрытосеменных растений, важнейшие теории происхождения цветка. Сравнительная характеристика двудольных и однодольных растений. Парафилия двудольных. Современные представления о макросистеме и макроэволюции цветковых растений.

Понятие о факторах внешней среды. Климатические и эдафические факторы. Экологические группы растений по отношению к воде, свету, субстрату. Особенности растений разных экологических групп.

### Литература:

1. Лотова Л.И. 2007. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. Учебник. Изд. 3-е, испр. – М.: КомКнига. 512 с.
2. Ботаника: в 4 т. Т. 3. Высшие растения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.К.Тимонин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.
3. Ботаника; в 4 т. Т.4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш. учеб. заведений. В 2 кн. / под. Ред. А.К.Тимонина. – Кн.1 / А.К.Тимонин, В.Р.Филин. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с.
4. Ботаника: в 4 т. Т. 4. Систематика высших растений: учебник для студ. высш.учеб.заведений. В 2 кн./ под ред. А.К.Тимонина. – Кн. 2 / А.К.Тимонин, Д.Д.Соколов, А.Б.Шипунов. – И.: Издательский центр «Академия», 2009. – 352 с.

### **Зоология беспозвоночных**

Происхождение эукариотной клетки, современные представления о системе эукариот. Строение, биология и медицинское значение паразитических Kinetoplastida - трипаносом и лейшманий. Общая характеристика споровиков (Sporozoa), жизненные циклы грегаринов (Gregarineae), кокцидий (Coccidea), кровяных споровиков (Haemosporidia). Общая характеристика и строение ядерного аппарата ресничных простейших (Ciliophora). Характеристика типов Foraminifera, Radiolaria, Acantharia. Организация амeboидных простейших Amoebozoa, свободноживущие и паразитические амобы. Строение и биология воротничковых жгутиконосцев (Choanoflagellata).

Анатомическое строение, размножение и развитие губок (Porifera). План строения и

гистологическая организация и жизненные циклы стрекающих кишечнополостных (Cnidaria).

Происхождение и классификация трёхслойных билатерально-симметричных организмов (Bilateria). Происхождение сквозного кишечника. Строение и основные функции целома, развитие целома в онтогенезе. Происхождение и строение кровеносной системы. Современная классификация трёхслойных Bilateria: надтипы Trochozoa, Lophophorata, Ecdysozoa, Deuterostomia.

Общая характеристика кольчатых червей (Annelida). Строение, размножение, развитие и биология многощетинковых червей (Polychaeta), малощетинковых червей (Oligochaeta) и пиявок (Hirudinea). Общая характеристика моллюсков (Mollusca). Морфология и анатомия примитивных моллюсков Polyplacophora. Особенности строения и биология двустворчатых моллюсков (Bivalvia). Характеристика головоногих (Cephalopoda). Характеристика брюхоногих моллюсков (Gastropoda). Общая характеристика плоских червей (Plathelminthes). Строение, жизненные циклы и медицинское значение ленточных червей (Cestodes) и сосальщиков (Trematodes), их адаптации к паразитизму.

Строение, химический состав и функции кутикулы линяющих (Ecdysozoa). Строение и функции гемоцеля. Тип Общая характеристика и система типа членистоногих (Arthropoda). Особенности сегментации и строения конечностей у хелицерных ракообразных и насекомых. Анатомическое и гистологическое строение круглых червей. Жизненные циклы и медицинское значение паразитических круглых червей. Общая характеристика и система вторичноротых (Deuterostomia). Строение и развитие иглокожих (Echinodermata).

#### Литература:

1. Зоология беспозвоночных. В двух томах/ Под ред. В.Вестхайде и Р. Ригера. Перевод с немецкого под ред. А.В. Чесунова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.
2. Эдвард Э. Рунперт, Ричард С. Фокс, Роберт Д. Барнс. Зоология беспозвоночных (В четырех томах). М.: Издательский центр "Академия", 2008.

### **Зоология позвоночных**

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. 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.

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.

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. Пути эволюции осевого черепа. Особенности посткраниального скелета. Кровеносная система.

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

#### Литература:

1. *Левушкин С.И., Шилов И.А.* Общая зоология. М., «Высшая школа», 1994.
2. *Дзержинский Ф.Я., Васильев Б.Д., Малахов В.В.* Зоология позвоночных. М., «Академия», 2012.
3. *Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А.* Практикум по зоологии позвоночных. Изд. 3. В серии классический университетский учебник. М. «Аспект Пресс», 2005.

#### **Антропология**

Отличительные особенности отряда приматов. Систематика отряда приматов. Особенности низших приматов. Систематика и географическое распространение низших приматов. Высшие приматы, характеристика и систематика. Особенности австралопитеков и основные их находки в Восточной и Южной Африке. Древнейшие люда африканского континента. Ископаемые свидетельства первых миграций человека и реконструкция их маршрутов. Древнейшие люди Азии. Эволюционный пласт гейдельбергских людей, история изучения, характеристика, географическое распространение и основные находки. Общая характеристика неандертальцев. Гипотезы исчезновения неандертальцев. Проблема смешения неандертальцев и сапиенсов. Место и время появления человека современного типа. Кроманьонцы как представители древнейших сапиенсов Европы. Роль изоляции и метисации на ранних и поздних этапах эволюции человека. Адаптация и генный дрейф в процессе становления современных антропологических вариантов. Признаки, применяемые в антропологии для описания внешних биологических особенностей человека. Общая характеристика больших антропологических подразделений современного человечества (человеческих рас).

Периодизация индивидуального развития человека, этапы онтогенеза и их морфофункциональная характеристика. Понятие о биологическом возрасте, оценка биологического возраста у детей и взрослых. Основные факторы роста и развития детей и подростков. Эпохальные изменения темпов развития. Процесс акселерации и его проявления. Основные гипотезы, объясняющие явление акселерации. Морфологическая конституция человека, координаты телосложения. Состав тела человека и современные методы его определения. Основные схемы телосложения. Экологические аспекты конституции: адаптивные типы.

## Литература:

1. В.А. Бахолдина, М.А. Незаишева. Эволюция и морфология человека. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2014
2. В.Е. Дерябин Антропология. Курс лекций. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2009.

## Теория эволюции

История эволюционной биологии. Креационизм, трансформизм и эволюционизм - объяснение биоразнообразия и приспособленности живых организмов в рамках этих подходов. Доказательство эволюции Ч. Дарвином. «Происхождение видов» и его роль в естественно-научном осмыслении мира. Развитие эволюционной биологии в XX - XXI веках (Синтетическая теория эволюции, Эволюционная биология развития и т.п.). Великие открытия молекулярной биологии, их роль в развитии представлений об эволюции.

Факторы эволюции. Генетическая изменчивость. Формы генетической изменчивости. Мутационная изменчивость, её роль в эволюции про- и эукариот. Современные представления о случайности мутаций и темпах мутагенеза. Мобильные генетические элементы: их типы и эволюционная роль. Комбинативная изменчивость, ее роль в эволюции. Половое размножение как межорганизменная рекомбинация: его происхождение и эволюционная роль. Горизонтальный перенос генов, его формы и эволюционная роль.

Факторы эволюции. Фенотипическая изменчивость, формирование фенотипа в онтогенезе. Соотношение генотипа и фенотипа, его неоднозначность. Норма реакции. Основные свойства онтогенеза и фенотипа — пластичность и помехоустойчивость. Механизмы, повышающие точность воспроизведения фенотипа в ходе онтогенеза. Генетический фон, явление эпистаза. Роль средовых факторов в регуляции онтогенеза. Молекулярные основы модификационной изменчивости, длительные модификации. Концепция эпигенетического ландшафта К.Х. Уоддингтона. Генетическая ассимиляция: экспериментальные доказательства и молекулярные механизмы.

Факторы эволюции. Борьба за существование и естественный отбор. Популяция как элементарная единица микроэволюции. Комплекс экологических взаимодействий, которые входят в понятие «борьба за существование». Приспособленность, компоненты приспособленности. Множественность путей достижения одного и того же уровня приспособленности. Реакция организма на отбор как единого целого, косвенные эффекты отбора.

Формы естественного отбора. Движущий отбор, роль мутационной и комбинативной изменчивости в преобразовании фенотипа. Стабилизирующий отбор, его роль в накоплении скрытой генетической изменчивости и повышении устойчивости онтогенеза. Очищающий отбор, его влияние на генофонд популяции. Дизруптивный отбор. Балансирующий отбор: частотно- и плотностнозависимый отбор. Половой отбор: конфликт полов, индикаторы приспособленности, стратегии выбора партнеров. Групповой отбор, родственанный отбор и теория эволюции альтруизма; адаптации, вредные для особи, но полезных для группы.

Генетические процессы в популяциях. Системы скрещивания, их влияние на генофонд популяции. Естественный отбор и генетический дрейф: моделирование отбора и дрейфа, зависимость их эффективности от численности популяции. Нейтральная эволюция и «молекулярные часы». Эффекты основателя и бутылочного горлышка. Детекция генетических процессов в популяции с помощью анализа нуклеотидных последовательностей.

Видообразование. Эволюция и систематика. Концепции вида. Условность грани между видом и разновидностью. Аллопатрическое видообразование. Симпатрическое видообразование: примеры и возможные механизмы. Экспериментальное изучение формирования пре- и постзиготической репродуктивной изоляции. Адаптивная радиация.

Основы эволюционной биологии развития. Биогенетический закон и теория филэмбриогенезов как попытки выявления механизмов эволюции онтогенеза. Фундаментальные принципы онтогенеза. Генетическая информация как набор параметров самоорганизации. Эволюция стадий онтогенеза, жизненных циклов и стратегий размножения. Онтогенетические корреляции, причины частичной рекапитуляции предковых стадий онтогенеза. Проблема гомологии.

Макроэволюция. Макро- и микроэволюция: соотношение и методические подходы в изучении их закономерностей. Направленность и канализированность макроэволюции: функциональная эволюция; адаптивная зона таксона; адаптациоморфоз, закономерная смена его фаз; конвергенция, дивергенция и параллелизм. Филогенез таксонов.

Коэволюция и симбиогенез. Формы межвидовых взаимодействий. Симбиоз и симбиогенез как магистральные направления эволюции. Многоклеточные эукариоты как симбиотические сверхорганизмы. Внутригеномные конфликты и «эгоистичные гены». Коэволюция на уровне клетки и на молекулярном уровне.

Происхождение жизни. Предполагаемые сценарии и этапы абиогенеза. Абиогенный синтез простой органики в эксперименте и в естественных обстановках. Первые репликаторы и старт дарвиновской эволюции.

Основные этапы развития жизни. Эволюция сообществ. Измерение геологического времени. Геохронологические шкалы. Ранние этапы развития Земли и жизни на ней. Начало палеонтологической летописи. Микробные сообщества. Предпосылки оксигенизации атмосферы, «Великое кислородное событие». Цикл углерода, его связь с изменениями климата. Венд: диверсификация многоклеточных. Проблема «кембрийского взрыва», его возможные предпосылки и механизмы. Адаптивная радиация и становление типов Metazoa. Эволюция сообществ: экогенез и специогенез, эволюция за счет изменения сукцессионных рядов. Биосферные кризисы и массовые вымирания, их причины.

#### Литература:

- 1, *Северцов А.С.* Теория эволюции. М.: "Владос". 2005.
- 2, *Марков А., Наймарк Е.* Эволюция: классические идеи в свете новых открытий. М.:Изд."АСТ", 2014 г.
3. *Гилберт Скотт Ф.* Биология развития. 7-е изд. СПб.: Политехника. 2010.

#### **Экология**

Предмет и методы экологии. Использование термина «экология» в современном обществе: экология как синоним состояния окружающей природной среды, как система общественных отношений в сфере природопользования и как научная дисциплина. Представление об уровнях организации живой материи (клетка, ткань, орган, организм, популяция, сообщество, экосистема, ландшафт, биом, биосфера). Введение понятий "экосистема" (А. Тенсли) и "биогеоценоз" (В.Н. Сукачев). Системный подход в экологии, основные положения общей теории систем.

Экологические факторы. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Диапазон значений основных физических и химических показателей (температуры, влажности, рН, солевого состава и др.), в пределах которого возможно существование и размножение организмов. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю. Либиха". Кривая толерантности, зоны оптимума и пессимума. Стенобионтные и эврибионтные виды. Многомерная модель экологической ниши. Взаимодействие факторов. Влияние температуры, света, влажности, солености на организмы.

Популяционная экология. Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая). Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Распределение смертности по возрастам. Основные типы кривых выживания. Экспоненциальная и логистическая модели популяционного роста. Представление о г- и К-отборе. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому-Грайму.

Взаимодействие популяций. Разные типы взаимодействий (хищничество, конкуренция, мутуализм) и способы их выявления. Теоретический подход к изучению конкуренции и хищничества: системы уравнений Лотки-Вольтерры и их графическая интерпретация. Лабораторные опыты по конкуренции и хищничеству с простейшими, микроорганизмами и насекомыми. Конкуренция и хищничество в природе. Симбиоз, примеры ключевых типов симбиотических взаимоотношений.

Трофические отношения и потоки энергии. Трофические уровни: продуценты, консументы и редуценты; трофические цепи и сети. Биомасса и продукция. Первичная продукция: чистая, валовая. Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Потребление, ассимиляция, гетеротрофное дыхание, вторичная продукция. Пастбищная и детритная трофические цепи. Чистая продукция экосистемы.

Биогеохимические циклы. Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Содержание диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) в атмосфере: многолетние колебания и их связь с глобальными изменениями климата. Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере в течение последнего столетия. Парниковый эффект: механизм возникновения и возможные последствия. Международные соглашения (Рамочная конвенция ООН по изменению климата, Киотский протокол). Биосферный цикл кислорода. Свободный кислород атмосферы и его происхождение. Озоновый слой и опасность его разрушения. Международные соглашения по охране озонового слоя. Биосферный цикл азота. Азотфиксация, роль микроорганизмов в трансформации соединений азота. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в океане. Производство и применение азотных удобрений: масштабы этого процесса в сравнении с естественной азотфиксацией. Накопление нитратов в грунтовых водах. Выбросы оксидов азота промышленными предприятиями. Дальнейшая трансформация оксидов азота в атмосфере. Биосферный цикл фосфора. Отсутствие в атмосфере газообразных соединений фосфора. Сток фосфора с суши в море. Потребление фосфора организмами в сравнении с азотом и углеродом.

Эволюция биосферы. Связь биологической эволюции и изменений абиогенных компонентов биосферы. Роль изменений газового состава атмосферы в эволюции биосферы. Внешние и внутренние причины массовых вымираний. Смены ледниковых периодов и межледниковый в после.

Антропогенное воздействие на биосферу. Динамика численности человечества за последние 10 тысяч лет, переломные моменты (неолитическая и промышленная революции), приведшие к увеличению скорости роста численности человечества. Экологический след как интегральная характеристика антропогенного воздействия на биосферу. Экологический след различных стран.

### Литература

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология. 7-е изд.– М.: Дрофа, 2009. – 624 с.
2. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Часть I: Экология видов и популяций – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 206 с. Часть II: Экология экосистем и биосферы. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 180 с.

### **Цитология**

Клеточная теория и её постулаты. Функциональные системы клетки: ядро; вакуолярная система; митохондрии и хлоропласты; цитоскелет, плазматическая мембрана. Методы клеточной биологии. Методы микроскопии: световая, фазово-контрастная, флуоресцентная, электронная, видеомикроскопия. Иммуно-цитохимическое и цитохимическое окрашивание. Радиоавтография. Молекулярная гибридизация. Культура клеток и тканей.

Структурно-функциональная характеристика ядра. Хроматин и хромосомы. Клеточный и хромосомный циклы. Типы ДНК. Механизм репликация ДНК. Теломеры. Полиплоидия. Уровни компактизации хроматина и хромосом. Эухроматин и гетерохроматин. Гистоновые и негистоновые белки. Кариотип. Дифференциальное окрашивание хромосом. Методы гибридизации, полимеразной цепной реакции, «ДНК отпечатков пальцев». Модели организации хромосом. Ядерный белковый матрикс. Транскрипция и ядерные транскрипты. Типы РНК и РНК-полимераз. Процессинг и сплайсинг. Строение и функции субдоменов ядра: ядрышко, тельца Кахаля, speckles, PML. Хромосомные территории. Ядерная оболочка. Ядерно-цитоплазматический транспорт.

Мембранные компоненты клетки. Свойства и строение биологических мембран. Плазматическая мембрана: строение и функции. Транспорт низкомолекулярных и

высокомолекулярных соединений. Клеточные контакты. Синтез и топогенез белков. Трансляция. Рибосомы. Строение и функции гранулярного ЭПР. Молекулярные механизмы ко-трансляционного синтеза белков. Стресс ЭПР. Строение и функции аппарата Гольджи. Механизмы адресования и слияния везикул. Антероградный и ретроградный транспорты. Экзоцитоз. Строение и функции гладкого ЭПР. Лизосомы. Классификация, строение, модели образования. Аутофагия. Механизм образования аутофагосом и аутолизосом.

Системы энергообеспечения клеток. Гликолиз. Митохондрии. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования. Цикл Кребса. Биогенез митохондрий. Фотосинтез. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза.

Компоненты цитоскелета. Актиновые микрофиламенты: мономеры изоформы, строение филамента, белки. Локализация и функции актиновых филаментов. Миозины: структура, функция, локализация, роль в немышечной и мышечной подвижности. Промежуточные филаменты. Структура и функции микротрубочек, центросомы, центриолей, базальных тел и аксонемы. Полимеризация тубулина. MAP-белки. Семейства кинезинов и динеинов. Центриольный цикл. Образование центриолей. Реснички и жгутики.

Фазы митоза. Изменение структуры хромосом, конденсины, когезины. Митотическое веретено. Кинетохор. Механизм движения хромосом. Патология и эволюция митоза.

Мейоз. Образование половых клеток. Фазы мейоза. Синаптонемный комплекс. Кроссинговер. Фазы клеточного цикла. Регуляция клеточного цикла. Методы изучения клеточного цикла. Экзогенные и эндогенные факторы регуляции.

Типы клеточной гибели. Молекулярные механизмы.

Растительные клетки: химический состав, строение и образование клеточной стенки. Типы пластид. Цитоскелет. Митоз. Плазмодесмы. Особенности строения бактериальных клеток. Нуклеоид. Фотосинтетические структуры. Базальное тело и жгутик, клеточная стенка бактерий. Особенности деления бактерий.

### Литература:

1. *Ченцов Ю.С.* «Цитология с элементами клеточной патологии». Учебное пособие. М., «Медицинское информационное агентство», 2010.
2. *Альбертс Б. и др.* «Молекулярная биология клетки». – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2012. – 2000с.

### **Гистология**

Общая гистология, определение понятия “ткань”. Методы гистологических исследований. Классификация тканей на основе их развития (фило- и онтогенеза), функций и строения. Физиологическое и репаративное обновление тканей.

*Эпителиальная ткань.* Общая характеристика и морфофункциональная классификация эпителиев. Микроскопическое строение и регенеративные способности эпителиев. Понятие о стволовой эпителиальной клетке. Общая характеристика и морфофункциональная классификация железистого эпителия. Экзокринные и эндокринные железы.

*Ткани внутренней среды.* Происхождение, общая характеристика и функции. Клетки крови, их строение и функции. Органы кроветворения. Современные представления о гемопоэзе и стволовых кроветворных клетках. Регуляция кроветворения. Особенности эмбрионального гистогенеза крови.

Гуморальные и клеточные основы врожденного и адаптивного иммунитета. Характеристика лимфоцитов как клеток, обеспечивающих иммунную защиту. Кооперация клеток в иммунном ответе. Общие представления об организации центральных и периферических органов иммунной системы.

*Волокнистые соединительные ткани.* Общая морфофункциональная характеристика рыхлой волокнистой соединительной ткани. Типы клеток, их происхождение и функции. Структура и химический состав межклеточного матрикса. Происхождение и обновление клеток рыхлой соединительной ткани в постнатальном онтогенезе. Понятие о мезенхимной стволовой клетке (МСК) и мультипотентных мезенхимных стромальных клетках (ММСК). Воспалительная реакция.



Общая морфофункциональная характеристика плотной волокнистой соединительной ткани. Строение и функции сухожилия.

*Скелетные соединительные ткани.* Общая морфофункциональная характеристика хрящевой ткани. Клетки хряща, структура межклеточного матрикса и его химический состав. Общая морфофункциональная характеристика и классификация костной ткани. Костные клетки, структура и химический состав межклеточного матрикса кости. Гистогенез, рост и регенерация костной ткани.

*Мышечная ткань.* Морфофункциональная характеристика и классификация мышечной ткани. Происхождение, гистогенез и репаративные способности разных типов мышечной ткани. Микроскопическое строение поперечно-полосатой (скелетной) мышечной ткани. Структурно-химические основы сокращения миофибрилл. Микроскопическое строение поперечно-полосатой сердечной мышечной ткани. Разновидности кардиомиоцитов. Микроскопическое строение и особенности сокращения гладкой мышечной ткани.

*Нервная ткань.* Общая морфофункциональная характеристика. Строение и типы нейронов. Понятие о рефлекторной дуге. Строение нервного волокна. Ультраструктура синапсов. Механизмы синаптической передачи. Строение и функции нейроглии. Взаимоотношения нейронов и нейроглии. Понятие о нейральной стволовой клетке. Нейрогенез во взрослом мозге.

### Литература:

1. *Быков В.Л.* «Цитология и общая гистология». – СПб: СОТИС, 2003.
2. *Быков В.Л.* «Частная гистология человека». – СПб.: СОТИС, 2002.

### **Эмбриология**

Формирование первичных половых клеток (гоноцитов) у различных групп животных (губки, кишечнополостные, круглые черви, ракообразные, позвоночные). Миграции гоноцитов в гонаду. Дистантные взаимодействия гамет. Случаи хемотаксиса. Гиногамоны, андрогамоны, спермиолизины, их роль. Контактные взаимодействия гамет. Активация спермия - акросомная реакция. Активация яйцеклеток - кортикальная реакция. Ее биохимические основы.

Общая характеристика процесса дробления. Его биологический смысл. Особенности клеточного цикла при дроблении. Особенности синтетических процессов при дроблении. Моменты включения материнских и отцовских генов. Пространственная организация дробления. Значение количества и распределения желтка. Правила Сакса-Гертуига. Основные закономерности спирального дробления. Механизмы бластуляции. Типы бластул и связь их строения с морфологией дробления. Способы гастрюляции: деламинация, иммиграция, эпиболия, инвагинация и различные их сочетания. Типы гаструл. Способы закладки мезодермы. Искусственный и естественный партеногенез. Гиногенез. Андрогенез. Теоретический интерес и практическое применение этих явлений.

Формирование внезародышевых органов и оболочек у Амниота: амнион, сероза (хорион), желточный мешок, аллантоис. Особенности раннего развития млекопитающих. Характеристика этапов от оплодотворения до имплантации (геномный импринтинг, дробление, моруляция, компактизация, кавитация, вылупление). Формирование глаз, конечностей, сердца, почек позвоночных. Морфогенетические взаимодействия между частями зачатка при развитии этих органов. Классификация плацент у млекопитающих: эпителиохориальные, синдесмохориальные, эндотелиохориальные, гемохориальные.

### Литература:

1. *Белюсов Л.В.* Основы общей эмбриологии. М.: Изд-во МГУ. 2005.
2. *Гилберт Скотт Ф.* Биология развития. 7-е изд. СПб.: Политехника. 2010.
3. *Голиченков В.А., Иванов Е.А., Никерясова Е.Н.* Эмбриология. М.: Academia. 2004.

## **Генетика**

Цели и принципы генетического анализа. Наследственный признак. Признаки качественные и количественные, элементарные и комплексные. Принцип анализа единичных признаков. Методы генетического анализа. Моногибридное и полигибридное скрещивания.

Аллели и типы их взаимодействий. Статистический характер расщеплений. Цитологические основы законов наследования. Условия выполнения менделевских закономерностей наследования признаков. Взаимодействие генов: комплементарность, эпистаз, полимерия (кумулятивная и некумулятивная). Биохимические основы взаимодействия генов.

Типы детерминации пола. Половые хромосомы. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование при нерасхождении половых хромосом. Сцепленное наследование признаков. Группы сцепления. Кроссинговер. Множественный кроссинговер. Коинциденция. Интерференция. Линейное расположение генов в хромосомах. Генетические карты. Митотический кроссинговер. Хромосомная теория наследственности и роль Т. Моргана в ее формировании. Нехромосомное наследование.

Материнский эффект. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность. Организация геномов хлоропластов и митохондрий. Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Инфекционные факторы и неядерная наследственность. Плазмидное наследование. Свойства плазмид.

Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости. Взаимодействие генотипа и окружающей среды. Норма реакции генотипа. Пенетрантность и экспрессивность. Комбинативная изменчивость, механизмы ее возникновения и роль в эволюции. Геномные изменения: полиплоидия (эуплоидия и анеуплоидия). Автополиплоиды. Аллополиплоиды. Межвидовая гибридизация.

Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Генные мутации. Классификация генных мутаций. Спонтанный мутагенез. Механизмы возникновения генных мутаций. Гены мутаторы и антимутаторы. Индуцированный мутагенез. Мутагены: физические и химические. Механизмы их действия. Первичные (предмутационные) повреждения ДНК. Роль процессов репарации в мутагенезе. Многоэтапность и генетический контроль мутационного процесса. Антимутагены. Мутагены окружающей среды и методы их тестирования.

Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Репарация ДНК, ее роль в поддержании стабильности генетического материала. Виды репарации. Генетическая рекомбинация. Виды рекомбинации. Уровни регуляции экспрессии генов. Регуляция экспрессии генов у прокариот. Лактозный оперон. Регуляция экспрессии генов у эукариот. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков.

Задачи и методология генетической инженерии. Ключевые ферменты генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Векторы на основе плазмид и фагов. Геномные библиотеки. Получение рекомбинантных молекул ДНК, молекулярное клонирование фрагментов ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Трансгенные организмы. Векторы эукариот. Генетическая инженерия животных и растений.

### Литература:

1. *Инге-Вечтомов С.Г.* Генетика с основами селекции - Н-Л. Санкт-Петербург, 2015. - С. 720.

## **Физиология человека и животных**

Структура и свойства мембраны возбудимых клеток. Соотношение основных потенциалобразующих ионов внутри клетки и в межклеточной жидкости, понятие о потенциалах равновесия для этих ионов. Механизмы трансмембранного транспорта ионов. Ионные насосы. Механизм формирования потенциала покоя.

Потенциал действия, ответ по закону "все или ничего". Ионный механизм генерации потенциала действия. Электрически управляемые ионные каналы и их свойства. Локальный ответ, критический уровень деполяризации. Рефрактерность.

Проведение возбуждения вдоль нервного или мышечного волокна. Зависимость

скорости проведения возбуждения от диаметра волокна. Особенности проведения возбуждения в миелинизированных нервных волокнах.

Передача возбуждения с одной клетки на другую. Электрические и химические синапсы, их структурные и функциональные различия. Химически управляемые ионные каналы. Постсинаптический потенциал, его отличия от потенциала действия. Пластичность синаптической передачи.

Поперечно-полосатые мышцы. Строение саркомера. Одиночное и тетаническое сокращение скелетной мускулатуры. Гладкие мышцы: особенности структурно-функциональной организации и свойства. Роль кальция и АТФ в сократительном ответе.

Нейрон как структурно-функциональная единица нервной системы. Элементы нейрона: сома, дендриты, аксон, аксонный холмик. Аксонный транспорт. Отличия между центральными и нервно-мышечными синапсами. Необходимость суммации постсинаптических потенциалов для генерации потенциала действия. Пресинаптическое и постсинаптическое облегчение и торможение. Ионная природа тормозных и возбуждающих постсинаптических воздействий. Основные типы медиаторов и механизмы их взаимодействия с рецепторами. Медиаторы и модуляторы. Понятие о рефлексе и рефлекторной дуге. Афферентные, промежуточные и эфферентные нейроны.

Сенсорные системы. Структурно-функциональная организация основных органов чувств: органы слуха, зрения, равновесия, обонятельные, вкусовые и кожные рецепторы.

Соматическая система. Спинной мозг: строение и функции. Спинномозговые двигательные рефлексы. Роль продолговатого, среднего, промежуточного мозга, мозжечка, подкорковых ядер и коры больших полушарий в формировании двигательных программ.

Вегетативная нервная система, ее роль в регуляции внутренних органов и поддержании гомеостаза. Структурно-функциональная организация симпатического и парасимпатического отделов, их регуляторные взаимоотношения. Медиаторы вегетативной нервной системы.

Эндокринная система. Особенности гуморальной регуляции. Химическая природа основных групп гормонов и особенности их взаимодействия с клетками-мишенями (внутриклеточная и мембранная рецепция). Основные железы внутренней секреции, выделяемые ими гормоны и их функциональная роль. Регуляция деятельности желез внутренней секреции, связь нервных и гормональных механизмов регуляции, гипоталамо-гипофизарная система, тропные гормоны.

Группы крови. Резус-фактор. Процесс свертывания крови. Фагоцитоз.

Функции системы кровообращения. Особенности кровообращения у разных классов позвоночных животных. Строение сердца теплокровного. Сердечный цикл. Автоматия, истинные и латентныеводители ритма. Проводящая система сердца. Электрокардиограмма: метод регистрации и информативное значение. Механизмы регуляции сердечной деятельности. Основные принципы гемодинамики и факторы, определяющие величину кровяного давления.

Строение легких. Механизм легочного дыхания. Дыхательные мышцы и их иннервация. Дыхательный центр и его работа. Регуляция дыхания. Рефлексы саморегуляции с рецепторов растяжения легких и их роль в механизмах смены вдоха выдохом. Влияние газового состава крови на дыхание. Рефлексы с хеморецепторов сосудистых рефлексогенных зон и продолговатого мозга.

Общее строение пищеварительного тракта. Особенности пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта. Нервные и гуморальные механизмы регуляции желудочной секреции и секреции поджелудочной железы. Строение кишечной ворсинки. Пристеночное (мембранное) пищеварение, его смысл и значение. Роль печени.

Почки. Строение нефрона. Особенности почечного кровообращения. Клубочковая фильтрация, канальцевая реабсорбция и секреция. Активная реабсорбция натрия и сопряженный транспорт воды. Противоточно-поворотная система и ее роль в механизмах концентрирования мочи. Регуляция выделительной функции почки. Роль почки в регуляции АД и осмотического давления плазмы: антидеуретический гормон, система ренин-ангиотензин-альдостерон, атриапептид.

## Литература:

1. Физиология человека. В 3-х томах. / Под ред. Р.Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир, 1996.
2. Эккерт Р., Рэнделл Д., Огастин Дж. Физиология животных. В 2-х томах. – М.: Мир, 1991. - 424 с.
3. Дубынин В.А., Каменский А.А., Сапин М.Р., Сивоглазов В.И. Регуляторные системы организма человека. – М.: Дрофа, 2003. - 367 с.
4. Гайтон А.Г., Холл Дж.Э. Медицинская физиология. – М.: Логосфера, 2008. – 1273с.
5. Фундаментальная и клиническая физиология. / Под ред. А.Г.Камкина, А.А. Каменского, – М.: Академия, 2004. - 1073с.

### **Физиология высшей нервной деятельности**

История исследований физиологических механизмов поведения животных и человека. Представления Р. Декарта и И.М. Сеченова. Создание И.П. Павловым учения о высшей нервной деятельности. Безусловные и условные рефлексы. Классический и инструментальный условные рефлексы: правила выработки, принцип образования, различные типы. Внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов.

Основная концепция бихевиоризма. Представления бихевиористов об инструментальном научении (Э. Торндайк, Д. Уотсон). Оперантный подход Б. Скиннера.

Этология. Представление об инстинкте К.Лоренца. Импринтинг. Иерархическая теория инстинкта Н. Тинбергена. Свойства и значение импринтинга. Биологическая роль агрессии. Когнитивные аспекты научения. Представления об инсайте В. Келера. Когнитивные карты (работы Э.Толмена). Элементарная рассудочная деятельность животных (по Л.В. Крушинскому).

Биологические мотивации. Триада «потребность, мотивация, эмоция»: представление о физиологических механизмах, роль в формировании поведения. Периферические и гуморальные теории мотиваций. Лимбическая система головного мозга как нейробиологический субстрат биологических мотиваций. Метод электростимуляции для исследования мотивационных состояний. Эмоции. Теории эмоций. Функции эмоций: отражательно-оценочная, переключающая, подкрепляющая.

Физиологические механизмы памяти. Виды памяти в биологических системах. Когнитивный подход к исследованию памяти у человека (исследования Г. Эббингауза). Формы памяти: сенсорная память, кратковременная и долговременная память; процедурная и декларативная память; эпизодическая и семантическая память. Нарушения памяти. Мозговые структуры, участвующие в физиологических механизмах памяти. Нейронные механизмы обучения и памяти, «синапс Хебба».

Сон и бодрствование. Электрическая активность мозга во время сна, стадии сна. Современные представления о физиологических механизмах сна. Особенности сна морских млекопитающих.

Локализация функций в головном мозге. Взгляды эквипотенциалистов и локализационистов. Исследования речевой функции П.Брока и К.Вернике. Современные представления о локализации функций в коре и функциональной асимметрии полушарий.

Физиология анализаторов. Понятие об анализаторе. Сенсорные системы человека. Переработка информации на разных уровнях анализатора (на примере зрения).

Вторая сигнальная система. Коммуникативные способности животных. «Танцы» пчел, акустическая коммуникация у дельфинов. Обучение антропоидов языкам-посредникам. Этапы формирования речи у ребенка. Значение второй сигнальной системы для формирования абстрактно-логического типа мышления у человека.

## Литература:

1. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности. М.: Изд-во "Академия" 2014. 384 с. (Сер. Бакалавриат).

### **Физиология растений**

Особенности строения растительной клетки. Типы пластид, особенности их строения

и функционирования. Клеточная стенка растений.

Фотосинтез. Фотосинтетические пигменты. Строение и функционирование электрон-транспортной цепи фотосинтеза. Ассимиляция углерода при фотосинтезе. Цикл Кальвина, основные ферменты. С4 фотосинтез. Фотосинтез у САМ-растений.

Дыхание растений. Особенности гликолиза и цикла трикарбоновых кислот у растений. Окислительный пентозофосфатный цикл. Структура и функции электрон-транспортной цепи дыхания.

Водный обмен растений. Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Корневое давление. Транспирация и ее роль в водном обмене растения. Строение устьиц и механизм их работы.

Минеральное питание. Механизмы поглощения ионов и их передвижения по растению. Транспорт ионов через мембраны. Азотный обмен растений. Восстановление нитратов: нитрат- и нитритредуктаза. Обмен серы в растении. Физиологическая роль фосфора. Калий, натрий, кальций, магний их роль в жизнедеятельности растений. Микроэлементы.

Рост и развитие растений. Общая характеристика фитогормонов. Ауксины, цитокинины, гиббереллины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, жасмонаты. Физиологическое действие фитогормонов. Фоторецепторы: фитохромы, криптохромы, фототропины. Физиологическая роль фоторецепторов.

Устойчивость растений. Стрессы биотической и абиотической природы. Специфические и неспецифические ответные реакции растений на действие стрессоров. Механизмы ответа растений на внедрение патогена: реакция сверхчувствительности. Роль вторичных метаболитов в устойчивости растений.

#### Литература:

1. Физиология растений/ Под ред. И.П. Ермакова. М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 640 с.
2. *Медведев С.С., Шарова В.И.* Физиология растений. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2011.
3. *Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А.* Физиология растений в 2 т. Учебник для академического бакалавриата — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 459 с.
4. *Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В., Брезински А., Кёрнер К.* Ботаника, Т.2. Физиология растений. Учебник для вузов: на основе учебника Э.Страсбургера (и др.). М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 496 с.

### **Микробиология**

Систематика микроорганизмов. Место микроорганизмов в системе живого. Группы организмов, входящие в мир микробов, их особенности. Основные способы классификации микроорганизмов-прокариот (нумерическая, морфофизиологическая, молекулярно-генетическая). Принципы идентификации микроорганизмов.

Строение и развитие микроорганизмов. Цитология и морфология микробных клеток (внутреннее строение и поверхностные структуры). Особенности строения архей. Способы движения микроорганизмов (жгутиковое и скользящее). Таксисы. Способы размножения и дифференцировка в мире микробов. Жизненные циклы микроорганизмов. Покоящиеся формы (эндоспоры и цисты).

Генетика микроорганизмов. Наследственный аппарат прокариот, плазмиды и другие мигрирующие генетические элементы микроорганизмов. Процессы рекомбинации у прокариот (конъюгация, трансформация и трансдукция). Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутации, спонтанный и индуцированный мутагенез. Культивирование микроорганизмов. Накопительные и чистые культуры. Принципы выращивания микроорганизмов в лаборатории и основные параметры роста культур. Периодическое и непрерывное культивирование. Некультивируемые формы микроорганизмов. Антибиотики,

их значение и проблема множественной лекарственной устойчивости.

Метаболизм микроорганизмов. Типы питания микроорганизмов. Способы образования АТФ у микроорганизмов. Микробные электронтранспортные цепи. Пути использования сахаров, преобразования пирувата и этапы конечного окисления у микроорганизмов. Роль цикла Кребса и глиоксилатного шунта. Виды брожений и микроорганизмы, их осуществляющих. Гомоацетогенез. Виды анаэробного дыхания и особенности анаэробно дышащих микроорганизмов. Метаногенез. Аэробное дыхание с полным и неполным окислением органических субстратов. Аммонификация. Микробная биоллюминесценция. Метилотрофия. Окисление восстановленных неорганических соединений и особенности групп хемолитотрофных микроорганизмов. Особенности микробного фотосинтеза. Группы микроорганизмов-фототрофов, осуществляющих аноксигенный и оксигенный фотосинтез. Бесхлорофилльный фотосинтез галобактерий (галоархей). Автотрофная и гетеротрофная ассимиляция углекислоты у микроорганизмов. Ассимиляция азота (азотфиксация, ассимиляционная нитратредукция, ассимиляция аммония). Ассимиляция серы, фосфора, железа. Общее представление о синтезе микробных биополимеров. Вторичные метаболиты. Уровни регуляции микробного метаболизма (компарментализация, управление активностью ферментов, влияние на синтез ферментов).

Действие факторов окружающей среды на микроорганизмы. Основные абиотические факторы (активность воды, рН, температура, электромагнитные излучения, гидростатическое давление, наличие кислорода) и их влияние на рост микроорганизмов. Особенности микроорганизмов, развивающихся при экстремальных значениях абиотических факторов. Микробные местообитания, сочетающие несколько экстремальных физико-химических факторов. Биотические факторы окружающей среды. Симбиозы с участием микроорганизмов, их классификация. Микробные сообщества и трофические связи в них. Агрегация микроорганизмов, образование биопленок.

Экология микроорганизмов. Функции микроорганизмов в природных местообитаниях. Стратегии роста. Микроокружение. Особенности жизнедеятельности микроорганизмов в почве, водоемах, воздухе. Микроорганизмы бактериального газового фильтра. Парниковые газы. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах углерода, кислорода, азота, серы, железа. Роль микроорганизмов в эволюции биосферы. Теории панспермии и симбиогенеза.

Практическое применение микроорганизмов. Отрасли микробной биотехнологии (пищевые и непищевые производства). Микробная порча продуктов и материалов и биокоррозия. Роль микробиологии в решении глобальных проблем человечества (очистка окружающей среды, продовольственная и энергетическая проблемы, здоровье человека).

#### Литература:

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. «Микробиология. Университетский курс», 4-е изд., исправленное и дополненное. Учебник для вузов. М.: Изд-во «Академия», 2012.
2. Экология микроорганизмов. Учебник для бакалавров, 2-е изд. Под ред. Нетрусова А.И. - М.: Издательство Юрайт, 2013.

#### **Вирусология**

Структура генетического материала вирусов. ДНК- и РНК-содержащие вирусы. Разнообразие форм вирусных нуклеиновых кислот: линейные, кольцевые, одно- и двуцепочечные. Сегментированные и разделенные геномы. РНК-геномы с положительной и отрицательной полярностью. «Двусмысленные» РНК-геномы. Концевые структуры вирусных нуклеиновых кислот – кэп, тРНК-подобные структуры, терминальные белки, повторы. Классификация вирусов в зависимости от типа генетического материала.

Общие принципы структуры вирусных частиц. Молекулярная организация вирионов простых вирусов. Понятия «капсид», «капсомер», «нуклеокапсид». Принципы спиральной симметрии (вирус табачной мозаики). Принципы икосаэдрической симметрии. Вирусы с комплексной симметрией. Оболочечные вирусы: происхождение и функции гликопротеинов. Пять основных видов симметрии вирусных частиц.

Взаимодействие вирусов с клеткой. Первые этапы инфекции. Разнообразие способов проникновения вирусного генома в бактериальные, растительные и животные клетки. Биологическая специфичность вирусов, роль первых фаз инфекции в определении спектра хозяев вируса. Варианты локализации синтеза компонентов вирусов в клетках. Сборка вирионов. Варианты выхода вирусного потомства из зараженной клетки. Типы вирусных инфекций: продуктивная инфекция (литическая, персистирующая), abortивная инфекция, интегративная форма – лизогения, интегративно-продуктивная форма - трансформация клетки.

Основные схемы репликации вирусов с различным геномом при продуктивной инфекции. Общие схемы репликации вирусов с позитивным РНК-геномом, вирусов с негативным РНК-геномом, ретровирусов, вирусов с одноцепочечной кольцевой ДНК, вирусов с двуцепочечной линейной ДНК, вирусов с кольцевой двуцепочечной ДНК.

РНК-содержащие вирусы с позитивным геномом. Строение вирионов, структура и особенности экспрессии генома. РНК-содержащих бактериофагов, пикорнавирусов и вируса табачной мозаики.

РНК-содержащие вирусы с негативным РНК-геномом. Вирусы с непрерывным и сегментированным (-)РНК геномами. Строение вирионов и цикл репликации рабдовирусов на примере вируса везикулярного стоматита и ортомиксовирусов на примере вируса гриппа. Изменчивость вируса гриппа А.

Ретровирусы. Общая характеристика семейства. Структура вириона. Структура генома и особенности репродукции. Вирионные ферменты. Принцип обратной транскрипции. Интеграция провируса в геном клетки. Жизненный цикл ретровирусов.

Вирусы, содержащие одноцепочечную ДНК. Бактериофаги с одноцепочечной ДНК. Структура вирионов и репликация ДНК фага φX174: принцип «разматывающегося рулона» в репликации ДНК. Роль клеточных и вирус-специфических белков в репликации ДНК. Особенности сборки бактериофага φX174.

Вирусы прокариот, содержащие двуцепочечную ДНК. Бактериофаг T7: структура вириона., структура генома, особенности регуляции транскрипции генома, схема репликации вирусной ДНК.

Вирусы эукариот, содержащие двуцепочечную ДНК. Общая характеристика полиомавирусов. Обезьяний вирус-40 (SV-40): структура, продуктивная и непродуктивная формы инфекции. Ранняя транскрипция генов SV-40. Т-антиген - мультифункциональный белок. Репликация ДНК SV-40. Поздняя транскрипция генов. Сборка вириона.

Субвирусные инфекционные агенты. Вироиды. Структура генома и принципы репликации. Прионы. Губчатые (спонгиформные) энцефалопатии. Свойства, отличающие прионные болезни от других инфекционных заболеваний. Белки PrP<sup>Sc</sup> и PrP<sup>C</sup> Изменение характера укладки полипептидной цепи при превращении белка PrP<sup>C</sup> в прион PrP<sup>Sc</sup> . Ген PRNP человека. Механизм копирования конформации. Прионные заболевания: инфекционные, спорадические и наследственные.

#### Литература:

1. *Alan Cann*, Principles of Molecular Virology, Fourth Edition, ELSEVIER, Academic Press, 2005.
2. *Карпова О.В., Градова Н.Б.* Основы вирусологии для биотехнологов, М.: ДеЛи плюс, 2012.
3. Вирусология (в 3- томах)/ Под ред. Б.Филдса, Д.Найпа при участии Р.Ченока и др. ; перевод с англ. А.В.Гудкова и др; под ред. Н.В.Каверина, Л.Л.Киселёва. – М.: Мир, 1989.
4. *А. В. Пиневич, А. К. Сироткин, О. В. Гаврилова, А. А. Потехин.* Вирусология. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2013.

#### **Биохимия**

Динамическая структура воды. рН и буферные растворы. Молекулярные взаимодействия в водных растворах.

Природные аминокислоты. Природные углеводы и их производные. Липофильные соединения и их классификация. Нуклеотиды.

Белки. Природа пептидной связи. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белка.

Биологические мембраны. Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны. Избирательная проницаемость биологических мембран

Ферментативный катализ. Специфичность ферментативного катализа. Основные представления о кинетике ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Регуляция ферментативных процессов.

Обмен углеводов. Гликолиз и глюконеогенез. Синтез и распад гликогена. Аллостерическая и гормональная регуляция углеводного обмена.

Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса).

Основы биоэнергетики. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах. Структура и локализация компонентов дыхательной цепи митохондрий. Синтез АТФ в аэробных клетках.

Обмен липидов. Активация жирных кислот. Транспорт жирных кислот в митохондрии.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Система синтеза жирных кислот. Гормональная регуляция липидного обмена.

Обмен аминокислот. Трансаминирование. Транспорт аммиака. Синтез мочевины. Конечные продукты распада аминокислот. Понятие заменимых и незаменимых аминокислот.

Взаимосвязь обмена углеводов, липидов и аминокислот. Общая схема метаболизма.

#### Литература:

1. Д. Нельсон, М. Кокс. Основы биохимии Ленинджера. В трех томах. М., Бином. Лаборатория знаний. 2012.
2. Л. Страйер. Биохимия. В трех томах. М., Мир. 1987.

#### **Молекулярная биология**

Доказательства генетической функции ДНК. Структура ДНК, принцип комплементарности. Неканонические формы ДНК. Сверхспирализация. Топоизомеразы.

Репликация ДНК. Точность воспроизведения ДНК, полимеразы, участвующие в репликации, их ферментативная активность. Вилка репликации, события на отстающей нити. Ферменты в репликационной вилке. Инициация репликации у прокариот и эукариот.

Репарация ДНК, типы повреждений ДНК и стратегии их репарации, классификация типов репарации. Прямая репарация тиминовых димеров и метилированного гуанина. Эксцизионная репарация, эксцизия оснований и эксцизия нуклеотидов, ферменты эксцизионной репарации. Механизм репарации неспаренных нуклеотидов, роль метилирования. Репарация двунитевых разрывов ДНК

Транскрипция у прокариот. Особенности структуры РНК-полимеразы, сигма-факторы. Негативная и позитивная регуляция транскрипции. Узнавание ДНК белками в прокариотических системах. Особенности регуляции работы катаболитных и анаболитных оперонов. Терминация транскрипции.

Транскрипция у эукариот. РНК полимеразы эукариот. Сборка пре-инициаторного комплекса РНК полимеразы II, общие факторы транскрипции. Эхансеры и сайленсеры. Транскрипционные факторы. Белковые домены, узнающие специфические последовательности ДНК.

Структура нуклеосом. Нуклеосомы и транскрипция. Модификации гистонов (гистоновый код). Активные и репрессивные домены хроматина. Представление о remodelировании хроматина.

Процессинг РНК. Экзоны и интроны, Механизм сплайсинга РНК Малые ядерные РНК и сплайсосома.

Общая схема биосинтеза белка. Роль РНК. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки. Расшифровка и общие свойства генетического кода.

Химические реакции и общий энергетический баланс биосинтеза белка. Транспортная РНК, ее структурные и функциональные особенности. Аминоацилирование тРНК, аминоацил-тРНК-синтетазы (АРСаза).

Рибосомы как молекулярные машины, осуществляющие синтез белка. Общие



принципы организации рибосом про- и эукариотического типа. Значение рибосомной РНК (рРНК). Рибосомные белки, их разнообразие, белковые комплексы, их взаимодействие с рРНК. Четвертичная структура рибосомы. Структурные превращения рибосом.

Рабочий цикл рибосомы. Элонгация: первый этап - поступление аминоацил-тРНК в рибосому. Концепция антикодона, кодон-антикодоновое взаимодействие. Адаптерная гипотеза. Участие фактора элонгации I в связывании аминоацил-тРНК. Антибиотики - ингибиторы первого этапа элонгации. Ложное кодирование. Второй этап элонгации - транспептидация. Химия и энергетический баланс реакции, ингибиторы. Третий этап элонгации - транслокация. Участие фактора элонгации II. Роль гидролиза GTP. Неравномерность элонгации: паузы, модулирующие кодоны, влияние структуры мРНК и растущих пептидов. Избирательная регуляция элонгации на разных мРНК. Терминация трансляции.

Инициация трансляции у прокариот. Инициаторные кодоны, места связывания рибосом на мРНК. Белковые факторы инициации. Регуляция трансляции, различная "сила" инициации мРНК, сопряженная и последовательная трансляция полицистронных матриц. Репрессия трансляции. Регуляция трансляции мРНК рибосомных белков. Независимая инициация цистронов.

Регуляция трансляции у эукариот. Особенности эукариотической мРНК, CAP структура, инициаторные кодоны. Внутренний сайт связывания рибосом. Белковые факторы, взаимодействующие с рибосомой и с мРНК. Котрансляционное сворачивание белков. Роль шаперонов.

Посттрансляционные модификации белков. Белковый сплайсинг, его механизм и биологическое значение.

#### Литература:

1. *Альбертс Б. и др.* «Молекулярная биология клетки». – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2012. – 2000с.
2. *Разин С.В., Быстрицкий А.А.* Хроматин: упакованный геном. М.: Бином, 2012. - 176 с.
3. *Спирин А.С.* Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М.: Академия, 2011.-513 с.

#### **Иммунология**

Врожденный и адаптивный иммунитет. Принципы иммунологического распознавания. Рецепторы врожденного иммунитета. Система комплемента. Белки острой фазы. Бактерицидные пептиды. Цитокины: биологические функции и классификация по типу рецептора.

Барьерные ткани. Органы и клетки иммунной системы. Первичные и вторичные лимфоидные органы. Схема гемопоэза у млекопитающих. Лимфоидные клетки. Активирующие и ингибирующие рецепторы естественных киллеров. Механизмы контактного цитолиза. Морфология и состав гранул миелоидных клеток. Молекулярные механизмы хемотаксиса, эндоцитоза, бактерицидности. Факторы и механизмы внеклеточного цитолиза.

Антигенраспознающие рецепторы Т и В лимфоцитов. Доменная структура антител, особенности строения переменных доменов. Молекулярные основы и биологический смысл V(D)J рекомбинации. Взаимодействие антигенов и антител. Формирование лигандов для TCR.

Дендритные клетки, презентация антигенов на МНС I и II класса. Иммунный синапс. Созревание аффинитета антител и переключение изотипов антител. Строение и функции тимуса. Положительная и отрицательная селекция. Формирование клональной структуры Т-лимфоцитов. Особенности  $\gamma\delta$ Т- и НКТ-клеток. Основные типы Т-хелперов и выбор типа иммунного ответа. Регуляторные Т-клетки. Иммунологическая память и вторичный иммунный ответ.

Онтогенез иммунной системы. Противоопухолевый иммунитет и подходы к его стимуляции. Иммунологическая толерантность. Группы крови. Трансплантационный иммунитет. Иммунитет и беременность. Аутоиммунные патологии. Клеточные и

молекулярные основы аллергических реакций. Классификация первичных иммунодефицитов. ВИЧ и СПИД.

#### Литература:

1. А.А. Ярилин. Иммунология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010 г. – 752 с.
2. С.А. Недоспасов. Врождённый иммунитет и его механизмы. М.: Научный мир, 2012. – 100 с.

#### **Биофизика**

Первый и второй законы термодинамики в биологии. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов. Термодинамическое сопряжение. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Обобщенные силы и потоки. Линейные соотношения и соотношения взаимности Онзагера. Стационарное состояние и теорема Пригожина. Связь энтропии и информации в биологических системах.

Типы объемных взаимодействий в макромолекулах. Водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия, поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Физические характеристики объемных взаимодействий. Кооперативные свойства макромолекул. Переходы глобула-клубок. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.

Конформационная подвижность биополимеров. Иерархия амплитуд и времен релаксации конформационных движений. Принцип работы и применение методов ЭПР и ЯМР в исследованиях динамики макромолекул. Электронные уровни молекул. Взаимодействие фотонов с биологически важными молекулами. Абсорбционная спектроскопия биологических объектов. Возбужденные состояния молекул. Схема Яблонского. Законы люминесценции. Принцип Франка-Кондона. Люминесценция биологически важных молекул. Миграция энергии. Механизмы миграции энергии. Примеры миграции энергии в биологических системах. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект. Электронно-конформационные взаимодействия.

Кинетика ферментативных процессов. Условия реализации стационарности в ферментативном катализе. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций. Механизмы ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

Структурная организация мембран. Характеристики мембранных белков и липидов. Модельные мембранные системы. Липидные монослои, бислойные липидные мембраны и липосомы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Динамика структурных элементов мембраны. Фазовые переходы в мембранных системах. Пассивный и активный транспорт веществ через мембраны. Простая диффузия неэлектролитов. Проницаемость мембраны для воды. Облегченная диффузия. Транспорт через мембрану с участием переносчиков. Транспорт ионов и ионная проницаемость мембран. Основы электродиффузионной теории. Уравнение Нернста-Планка. Приближение постоянного поля (уравнения для потока ионов и мембранного потенциала). Проницаемость и проводимость. Соотношение Уссинга для односторонних потоков ионов.

Транспорт ионов в каналах. Активный транспорт ионов с участием АТФаз. Ионные механизмы генерации потенциала действия (ПД). Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Механизмы проведения ПД. Основные положения хемиосмотической теории Митчела. Электрохимический градиент протонов. Сопрягающие комплексы и их локализация в мембране. Активные формы кислорода (АФК) в биологических системах. Механизмы генерации АФК в клетке. Ферментативные и неферментативные антиоксидантные системы. Перекисное окисление липидов биомембран.

Основные стадии фотобиологических процессов. Механизмы фотохимических и фотобиологических реакций. Молекулярные механизмы повреждающего действия ультрафиолетового излучения. Фотозащита и фотореактивация. Повреждающее и регуляторное действие света видимого диапазона. Сенсibilизаторы. Фотодинамическое действие. Первичные процессы фотосинтеза. Структурная организация и функционирование

фотосинтетических мембран.

Виды ионизирующих излучений. Общая физическая характеристика. Граница между ионизирующим и неионизирующим электромагнитным излучением. Дозы ионизирующих излучений и их единицы. Мощность дозы. Радиационные и биологические факторы, определяющие радиобиологические эффекты. Радиационные синдромы у млекопитающих, продолжительность жизни после облучения. Лучевая болезнь человека. Детерминированные и стохастические, соматические и генетические эффекты облучения. Дозовые кривые выживаемости облученных клеток. Теория мишени. Прямое и косвенное действие ионизирующего излучения. Радиолиз воды. Эффект Дейла. Кислородный эффект в радиобиологии и его механизм. Противолучевые химические средства. Классификация. Механизмы действия. Фактор изменения дозы. Понятие идеального радиопротектора.

#### Литература:

1. *Рубин А.Б.* Биофизика: в 3-х томах. — Институт компьютерных исследований. Москва-Ижевск, 2013. — С. 472.