

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Биологический факультет



«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Учёного Совета  
биологического факультета

Г.В. Шляхтин

Протокол № 7 от 20.02.2014 г.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для направления подготовки аспирантов

**06.06.01 Биология**

Форма обучения

**Очная**

Саратов  
2014

Целью вступительных испытаний является определение теоретической и практической подготовленности абитуриента, определение соответствия знаний, умений и навыков абитуриента требованиям обучения в аспирантуре по направлению подготовки 06.06.01 «Биология», выявление склонности поступающего к исследовательской работе и оценка потенциальных возможностей абитуриента в сфере научно-исследовательской работы.

Абитуриент должен показать: глубокие знания по основным дисциплинам предшествующей подготовки и представления о фундаментальных работах и публикациях, значимых в избранной области; умение ориентироваться в проблематике научных дискуссий и разных точках зрения на рассматриваемые проблемы, логично излагать материал; навыки владения понятийно-исследовательским аппаратом, а также продемонстрировать свой научно-исследовательский потенциал, необходимый для успешного освоения образовательной программы по направлению подготовки 06.06.01 «Биология» и защиты диссертации по тематике специальности.

Формой проведения вступительных экзаменов является устное собеседование по вопросам программы с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению комиссии. Комиссия вправе задавать дополнительные вопросы, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по тематике данного направления.

Критериями оценки на вступительном экзамене служат:

- знание теоретического материала;
- логика, структура, стиль ответа; культура речи, манера общения;
- готовность к дискуссии, аргументированность ответа;
- уровень самостоятельного мышления;
- умение приложить теорию к практике.

Оценка «отлично» ставится абитуриенту, ответ которого содержит глубокое знание программного содержания биологических дисциплин и концептуально-понятийного аппарата, правильные ответы на дополнительные вопросы комиссии, свидетельствует о способности связывать теорию с практикой, изложен точно и аргументировано.

Оценка «хорошо» ставится абитуриенту, ответ которого свидетельствует о полном знании материала по программе, содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится абитуриенту, ответ которого содержит поверхностные знания важнейших разделов программы; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии.

Оценка «неудовлетворительно» ставится абитуриенту, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

**БОТАНИКА.** Общая характеристика и классификация растительных тканей. Образовательные ткани, их функции и расположение в теле растения. Первичные и вторичные меристемы. Особенности анатомического строения листьев двудольных, злаковых и хвойных растений. Заложение и рост листьев. Метаморфозы листа. Типы листорасположения. Побег и стебель. Почка. Типы ветвления побегов, кущение злаков. Метаморфозы побегов и стеблей. Строение стебля травянистых однодольных и древесных двудольных растений. Первичная структура корня. Переход от первичного строения корня к вторичному у двудольных растений. Типы корневых систем в зависимости от условий обитания. Корнеотпрысковые растения, микориза. Метаморфоз корня. Цветок как орган полового размножения. Андроцей и гинецей, микро- и макроспорогенез. Типы опыления, клейстогамия, дихогамия, гетеростилия. Двойное оплодотворение. Соцветия. Плод и семя. Развитие семени, типы семян: семена без эндосперма, с эндоспермом и периспермом. Апомиксис и полиэмбриония. Развитие плодов. Классификация плодов. Приспособления к распространению плодов и семян. Ткань как функционально-структурная система клеток в растительном организме. Принципы классификации тканей. Образовательные ткани. Их функции и расположение в теле растения. Первичные и вторичные меристемы. Признаки высших растений, их характеристика и систематика. Современные представления о происхождении высших растений. Основные направления эволюции гаметофита и спорофита. Теория теломы. Эволюция ветвления. Эволюция стели. Происхождение и эволюция листовых органов. Эволюция гаметофита и гаметангиев. Общая характеристика и происхождение цветковых. Особенности строения и экологии цветковых. Теории происхождения цветка Арбера и Паркера; Ветштейна. Происхождение цветковых растений. Теории А.Тахтаджана, В.Тихомирова, М.Попова, В.Красилова. Систематика цветковых растений. Понятие о растительности. Понятие о фитоценозе и ассоциации. Основные признаки фитоценоза. Состав фитоценоза. Флористический состав. Структура фитоценозов. Вертикальная структура. Горизонтальная структура фитоценозов и растительного покрова. Мозаичность и ее типы. Причины мозаичности.

**ЭНТОМОЛОГИЯ.** Современное состояние систематики насекомых. Реконструкция и классификация организмов – составные части эволюционной систематики. Особенности строения у насекомых с полным и неполным превращением. Основные типы ротовых аппаратов (грызущий, лижуще-сосущий, колюще-сосущий). Биологическое значение полета и его роль в эволюции насекомых. Органы дыхания водных насекомых. Строение органов зрения насекомых (сложные и простые глаза, дорсальные и латеральные глазки). Образование изображения в фасеточных глазах. Цветовое зрение, восприятие движений и форм предметов. Факторы, регулирующие численность насекомых. Вспышки массового размножения насекомых. Циркадные ритмы насекомых. Важнейшие методы борьбы с вредными насекомыми. Современные методы защиты растений от насекомых. Насекомые опылители. Охрана редких и исчезающих видов.

**БИОХИМИЯ.** Белки, их биологическая роль. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Физико-химические свойства и принципы классификации белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Простые и сложные белки. Особенности ферментативного катализа. Классификация и номенклатура ферментов. Коферменты, простетические группы. Специфичность действия ферментов. Влияние ингибиторов на ферментативную активность. Принципы регуляции ферментативных процессов в клетке. Строение и функции нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания, углеводные компоненты, нуклеозиды и нуклеотиды. Вторичная структура ДНК. Виды РНК и их структурно-функциональная характеристика. Методы исследования нуклеиновых кислот. Секвенирование нуклеиновых кислот. Биосинтез ДНК. Виды ДНК полимераз, различия их у про- и эукариот. Механизм синтеза в репликационной вилке. Фрагменты Оказаки. Повреждения ДНК, репарация повреждений. Синтез матричной РНК

(транскрипция), этапы и особенности реализации процесса у про- и эукариот. Процессинг первичных транскриптов. Генетический код. Активация аминокислот. Трансляция (инициация, элонгация, терминация). Пути образования и распада аминокислот в организме. Общие пути катаболизма аминокислот: дезаминирование и декарбоксилирование. Биогенные амины. Временная детоксикация аммиака и биосинтез мочевины. Углеводы: классификация, свойства, биологическая роль, отдельные представители моно-, ди- и полисахаридов. Энергетическая характеристика аэробной и анаэробной фаз углеводного обмена. Гликолиз. Брожение, основные этапы процессов, энергетический итог. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Пути образования и распада ацетил коэнзима А. Цикл трикарбоновых кислот – как общий путь катаболизма. Классификация липидов, их функции. Нейтральные жиры. Мембранные липиды, строение молекул, амфифильность. Фосфолипиды. Стерины. Пути образования и окисления жирных кислот. Энергетический итог  $\beta$ -окисления жирных кислот. АТФ – структура и роль в метаболизме. Пути образования АТФ – субстратное и окислительное фосфорилирование. Этапы и механизм окислительного фосфорилирования, связь с биологическим окислением.

**БИОФИЗИКА.** Основные представления о структуре и функциях мембран, унитарная модель. Модельные (искусственные) мембраны и способы их получения. Монослой, мицеллы, бислойные структуры, фосфолипидные везикулы. Подвижность липидной мембраны, способность самозамыкаться, механические свойства, поры. Латеральная диффузия и трансбислойное движение молекул. Транспорт незлектролитов через мембраны. Диффузия, коэффициент диффузии, проницаемость мембраны. Закон Фика. Другие механизмы проницаемости: проникновение через поры, облегчённая диффузия при участии переносчиков. Электрохимический потенциал. Роль электрохимического потенциала в пассивном транспорте. Ионное равновесие на границе фаз. Формула Нернста. Равновесие на границе водного электролита с неполярной жидкостью. Межфазный объёмный скачок потенциала. Изменение потенциала вблизи границ раздела фаз. Приближённое решение уравнения Пуассона-Больцмана. Дебаевский радиус экранирования. Доннановское равновесие между фазами. Пассивный ионный транспорт. Уравнение Нернста-Планка. Два подхода к решению уравнения Нернста-Планка: теория Гендерсона и теория Гольдмана-Ходжкина-Хаксли (приближение постоянного поля). Уравнение Ходжкина-Хаксли для трансмембранного потенциала при наличии трёх типов ионов. Индуцированный ионный транспорт. Факторы, снижающие барьер проникновения иона через мембрану. Типы индуцированного переноса. Активный мембранный транспорт. Основные представления о термодинамике и схеме рабочего цикла Na-насоса. Основные понятия о транспорте ионов  $Ca^{2+}$  и  $H^+$ . Строение нервной клетки: аксоны, дендриты, синапсы, миелиновая оболочка, перехваты Ранвье. Поляризация и деполяризация мембраны. Потенциалы покоя и действия. Общая картина зависимости потенциала нерва от импульса возбуждения. Мембранная природа генерации импульса. Схема распространения импульса. Уравнение для зависимости нервного импульса от времени. Скорость и форма нервного импульса. Постоянная длины волокна. Характерные свойства нервного импульса. Реобаза, хронаксия, рефрактерный период. Распространение нервного импульса в неоднородных и ветвящихся волокнах. Биофизика рецепции. Закон Вебера-Фехнера. Механическая, слуховая, зрительная, вкусовая и обонятельная рецепция. Биофизика мышечных сокращений. Саркомеры. Модель Дещеревского. Автоволны в сердце, электрокардиография.

**ГЕНЕТИКА.** Различные типы наследования признаков и их цитологическая основа. Независимое и сцепленное наследование. Типы аллельного взаимодействия: полное и неполное доминирование, кодоминирование, межаллельная комплементация. Неаллельные взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерия, плейотропия. Различные механизмы хромосомного определения пола. Половые хромосомы.

Наследование признаков, сцепленных с полом. Принципы генетического и цитологического картирования. Генетические функции ДНК и их связь со структурой и способом репродукции этой молекулы. Геном прокариот. Структура генома бактерий, вирусов и фагов. Принципы оперонной регуляции активности генов. Основные способы передачи генетической информации у прокариот (конъюгация, трансформация, трансдукция, транспозиция). Особенности структуры генома эукариот. Роль белков в составе хромосом эукариот. Избыточность ДНК эукариот и ее причины. Прерывистая структура эукариотических генов (интроны, экзоны). Механизм сплайсинга. Многоуровневый характер регуляции экспрессии эукариотических генов. Нехромосомная наследственность. Геном митохондрий и хлоропластов. Генетический контроль цитоплазматической мужской стерильности. Плазмидный геном. Прионы. Различные типы мутаций, причины их возникновения и генетические последствия. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Ненаследственная изменчивость (модификации). Норма реакции. Адаптивная направленность модификационной изменчивости. Фенокопии. Морфозы. Генетические основы селекции. Традиционные методы селекции. Использование достижений генетики в селекционных программах (гаплоидии, полиплоидии, ЦМС, генной и клеточной инженерии, клонирования).

*ВИРУСОЛОГИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ.* Особенности прокариотического типа организации клетки. Основные структурные компоненты бактериальной клетки и их функции. Фенотипическая и генотипическая изменчивость бактерий. Систематика и номенклатура микроорганизмов, принципы идентификации бактерий. Классификация бактерий по типу питания и типу дыхания. Влияние физических, химических и биологических факторов на микроорганизмы. Устойчивость микробов к антибиотикам и механизмы формирования устойчивости. Роль микроорганизмов в превращении веществ в природе. Участие в круговороте углерода, фиксация углекислого газа. Круговорот азота, основные этапы и их характеристика. Биологическая фиксация азота. Типы симбиотических взаимоотношений микроорганизмов: комменсализм, мутуализм, паразитизм (примеры). Практическое значение межвидовых взаимоотношений между организмами. Патогенность и вирулентность микроорганизмов. Факторы патогенности. Понятие об инфекции и инфекционном процессе, факторы инфекционного процесса. Основные источники, пути и механизмы передачи возбудителей инфекций. Сущность учения о природной очаговости инфекций; структура и типы природных очагов. Специфичность как экологическая категория. Экологическая и филогенетическая специфичность у паразитов. Формы существования и общая организация вирусов. Структура и химический состав вирусов. Биологические свойства вирусов. Природа и происхождение вирусов: гипотезы и реальность. Бактериофагия. Формы и строение фагов. Лизогения и лизогенная конверсия. Практическое использование фагов.

*ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ.* Организм как целостная саморегулирующаяся система. Понятие о нейро-гуморальной регуляции. Рефлекс. Классификация рефлексов. Рефлекторная дуга. Виды и свойства синапсов. Понятие о медиаторах. Механизм образования условных рефлексов. Торможение условных рефлексов: безусловное (внешнее, запредельное) и условное (угасательное, запаздывающее, дифференцировочное, условный тормоз). Биоэлектрические явления в мышцах и нервах. Потенциалы покоя, действия и механизм их возникновения. Калий-натриевый насос. К-Na-АТФаза. Распространение нервных импульсов с помощью местных круговых токов. Сальтаторный тип проведения возбуждения. Законы проведения возбуждения в нервах. Павловский метод изучения секреции пищеварительных желез. Питательные вещества. Обзор общего строения пищеварительной системы. Нейро-гуморальная регуляция функции пищеварительных желез. Процессы всасывания в кишечнике (фильтрация, осмос, диффузия). Роль микроворсинок. Всасывание углеводов, липидов, аминокислот, одновалентных и двухвалентных ионов, витаминов. Внутренняя

среда организма: кровь, тканевая жидкость, лимфа. Относительное постоянство внутренней среды. Состав крови: форменные элементы крови (эритроциты, лейкоциты, тромбоциты). Состав плазмы. Буферные системы крови. рН крови, щелочной резерв крови. Кровообращение. Общий план строения кровеносной системы. Круги кровообращения: большой и малый. Артерии, вены, капилляры. Воротная система печени. Особенности кровообращения плода млекопитающих. Свойства сердечной мышцы. Нейро-гуморальная регуляция работы сердца. Рефлексогенные зоны. Барорецепторы. Роль гормонов в регуляции сердечного ритма. Нейрогуморальная регуляция артериального давления с позиции теории функциональных систем. Гемодинамические факторы, влияющие на артериальное давление. Эволюция форм внешнего дыхания. Механизм вдоха и выдоха. Опыт Фредерика. Рефлекс Геринга-Брейера. Роль механорецепторов, углекислого газа в регуляции дыхания. Выделение. Основные функции почек. Строение нефрона. Методы изучения фильтрационной функции почек и обратного всасывания воды в канальцах. Механизм мочеобразования. Процессы фильтрации, реабсорбции и секреции. Нейро-гуморальная регуляция мочеобразования. Искусственная почка и пересадка почки. Архитектоника эндокринной системы. Свойства гормонов. Секреция гормонов. Регуляция синтеза и секреции гормонов. Механизм рецепции гормонов. Роль аденилатциклазы. Кальмодулин и роль кальция в передаче сигнала с гормональной молекулы. Фосфоинозитольный и диацилглицероловый механизмы рецепции.

*БИОЭКОЛОГИЯ.* Место экологии в системе научных знаний. Аутэкология, демэкология, синэкология. Экология – теоретическая основа охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Формы воздействия экологических факторов и их компенсация. Внутривидовые экологические подразделения: экотипы, экологические расы. Классификация экологических факторов. Учение об экологических оптимумах видов. Концепция лимитирующих факторов. Тепло как экологический фактор. Стенотермные и эвритермные виды. Зависимость активности организмов от температуры, тепловой преферендум. Адаптации к экстремально высоким и низким температурам. Свет как экологический фактор. Световые кривые фотосинтеза. Экологические группы растений по отношению к свету. Растения короткого и длинного дня. Фотопериодизм и биологические ритмы животных. Классификация живых организмов по их потребности в воде. Адаптация ксерофилов к дефициту влаги. Биоиндикация. Экологические шкалы Раменского, Элленберга. Жизненные формы как результат приспособления организмов к действию комплекса экологических факторов. Определение понятия «популяция». Плотность и численность популяции. Половая структура популяции. Возрастная структура популяции. Скорость естественного роста популяции, кривые роста. Симбиотические отношения: мутуализм и комменсализм. Хищничество. Теория оптимального добывания пищи. Соотношение понятий экосистема, биогеоценоз, биоценоз. Подходы и методы изучения экосистем. Структура экосистем. Видовое разнообразие. «Учение о биосфере» как закономерный этап развития наук о Земле. Истоки учения В.И.Вернадского о биосфере и ноосфере. Определение понятия биосфера. Место человечества в эволюции биосферы. Современные методы исследования биосферы.

#### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

##### *БОТАНИКА*

1. Зитте П., Вайлер Э.В., Кадерайт Й.В., Кернер К. Ботаника. Учебник для вузов: в 4 т. – М.: Изд. Центр «Академия», 2007.
2. Еленевский А.Г., Соловьева М.П., Тихомиров В.Н. Ботаника: Систематика высших или наземных растений. – М.: Академия, 2004. – 432 с.
3. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений. Учебник для вузов. – М.: Академия, 2006. – 543 с.

### *ЭНТОМОЛОГИЯ*

1. Бей-Биенко. Г.Я. Общая энтомология: учебник. – СПб.: Проспект Науки, 2008. – 485 с.
2. Росс Г., Росс Ч., Росс Д. Энтомология. М.: Мир, 1985. – 572 с.
3. Барнс Р., Кейлоу П., Олив П., Голдинг Д. Беспозвоночные: Новый обобщенный подход. М., 1992.

### *БИОХИМИЯ*

1. Б. Глик, Дж. Пастернак Молекулярная биотехнология принципы и применение / пер. с англ. М.: Мир, 2003. – 589 с.
2. Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. – М., 2003.
3. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. – М.: Дрофа, 2004. – 640 с.
4. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. – М., 2003.
5. Леск А. Введение в биоинформатику / под ред. А.А.Миронова, В.К.Швядаса. – М.: Бином, 2009. – 300 с.

### *БИОФИЗИКА*

1. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т.: Учеб. для студентов биол. спец. Вузов. - 3-е изд. Т. 2: Биофизика клеточных процессов. - М.: Изд-во МГУ, 2004.
2. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. Биофизика: учебник. 3-е изд., испр. и доп. - М.: ВЛАДОС, 2006.
3. Волькенштейн М.В. Биофизика: учеб. пособие. 3-е изд., стер. - СПб.-М.-Краснодар: Лань, 2008.

### *ГЕНЕТИКА*

1. Никольский В.И. Генетика. – М.: Академия, 2010.
2. Бакай А.В., Кочиш И.И., Скрипниченко Г.Г. Генетика: учебник. – М.: КолосС, 2006.
3. Генетика: учебник для вузов /Под ред. В.И. Иванова. М.: Академкнига, 2006.
4. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002.
5. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: в 2 т. – М.: Мир, 1998.

### *ВИРУСОЛОГИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ*

1. Воробьев А.А., Быков А.С., Пашков Е.П. и др. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. – М.: Академия, 2011.
2. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология: Учеб. – М.: изд-во МГУ, 2003.
3. Коротяев А.И., Бабичев С.А. Медицинская микробиология, иммунология и вирусология. – СПб.: Спец. литература, 1998. – 580 с.

### *ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ*

1. Физиология человека: учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. 2-е изд., доп. и перераб. - М.: Медицина, 2007.
2. Биология. Анатомия и физиология человека [Электронный ресурс]: мультимедийн. учеб. пособие нового образца: [на 2 дисках]. - М.: Новый Диск: Просвещение-МЕДИА [изд., распространение]; Екатеринбург: Урал. электрон. завод [изготовление], 2002.
4. Физиология человека: в 3 т. /под ред. Р.Ф.Шмидт, Г.Тевс. - М.: Мир, 1996.
5. Общий курс физиологии человека и животных: в 2 т. / под ред. А.Д.Ноздрачева. - М.: Высш. шк., 1991.

### *БИОЭКОЛОГИЯ*

1. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 602 с.
1. Шилов И.А. Экология. – М., Высш. шк., 2000.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М., 1989.
3. Болдырев В.А., Давиденко О.Н., Давиденко Т.Н. Экология и рациональное природопользование. Учебно-методическое пособие. – Саратов, 2009.

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОФИЗИКА»

1. *Оптика биотканей.*

Оптические свойства прозрачных биотканей. Оптические модели тканей глаза. Спектры пропускания и рассеяния тканей глаза. Поляризационные свойства тканей глаза и других прозрачных биологических объектов.

Оптические свойства биотканей с сильным (многократным) рассеянием. Распространение непрерывного света в биотканях, рассеяние и поглощение. Теоретическое описание. Моделирование методом Монте Карло. Распространение коротких импульсов в биотканях. Основные принципы и теоретический подход. Импульсная спектроскопия и визуализация биотканей с разрешением во времени. Диффузионные волны фотонной плотности. Принципы формирования и теоретический подход. Модуляционная спектроскопия и визуализация биотканей. Распространение пространственно-модулированного излучения в биотканях. Основные принципы и теоретический подход. Пространственно-модуляционная спектроскопия и визуализация биотканей.

Распространение поляризованного света в биотканях. Влияние характеристик рассеивающей среды (коэффициента рассеяния, анизотропии рассеяния, коэффициента поглощения) на поляризационные характеристики рассеянного света. Формирование спектрального состава степени остаточной поляризации и разностного поляризационного спектра ко- и кросс-поляризованных составляющих обратно рассеянного света. Структура и анизотропия биотканей. Теоретические модели для описания поляризационно-оптических свойств биотканей с анизотропными элементами.

Эффекты когерентности света при взаимодействии лазерного излучения с биотканями и потоками клеток. Формирование спеклов. Интерференция спекл-полей. Распространение пространственно-модулированных лазерных пучков в рассеивающих средах. Динамическое рассеяние света. Конфокальная микроскопия. Оптическая когерентная томография.

Управление оптическими свойствами биотканей. Оптическая иммерсия с помощью экзогенных химических агентов. Оптическое просветление фиброзных тканей. Оптическое просветление кожи. Визуализация клеток и клеточных потоков. Другие методы управления оптическими свойствами биотканей (компрессия и растяжение, температурные эффекты, отбеливание ткани).

Методы и алгоритмы для измерения оптических параметров биотканей. Метод интегрирующих сфер. Многопоточные модели. Обратный метод добавления-удвоения. Обратный метод Монте-Карло. Методы с пространственным разрешением. Оптическая когерентная томография.

Прямые измерения фазовой функции рассеяния. Измерение глубины проникновения света в биоткань и дозиметрия излучения. Измерения показателя преломления.

## *2. Оптическая биомедицинская диагностика*

Диагностика агрегации эритроцитов в пробах цельной крови методом обратного светорассеяния.

Спектроскопия рассеяния света эпителиальными тканями: принципы и приложения.

Отражательная и флуоресцентная спектроскопия кожи человека *in vivo*. Формирование спектров. Модели кожи для спектрального анализа. Цветовое восприятие рассеянного света.

Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния кожи человека *in vivo*. Основные принципы.

Флуоресцентные технологии в биомедицинской диагностике. Физические основы процессов флуоресценции. Аппаратура и методика проведения люминесцентных измерений. Автофлуоресценция эндогенных флуорофоров клеток и тканей. Флуоресцентные метки и зонды. Использование люминесценции в диагностических целях.

Использование динамики спеклов и эффекта Доплера при исследовании микропотоков лимфы и крови. Теоретические положения и экспериментальная реализация.

Визуализация микроструктуры ткани и кровотока в реальном времени с использованием оптической когерентной томографии (ОКТ). ОКТ в реальном времени. «Цветная» доплеровская ОКТ. Волоконно-оптическая ОКТ. Поляризационная ОКТ. Спектральная 3D ОКТ.

Спекл-корреляционные методы анализа структуры биотканей. Диффузионно-волновая спектроскопия для мониторинга биологических сред. Метод LASCA. Пространственная спекл-коррелометрия в структурной диагностике и визуализации биоткани.

Оптермические (фототермические) (ОТ/ФТ), оптоакустические (фотоакустические) (ОА/ФА) и акустооптические (АО) методы диагностики биотканей. Основные принципы и классификация.

## *3. Физико-химические основы фотобиологии.*

Систематизация фотобиологических процессов с энергетической и биологической точек зрения. Стадии фотобиологических процессов.

Внутримолекулярные фотофизические процессы. Энергетическая диаграмма (диаграмма Яблонского). Излучательные и безызлучательные переходы. Синглетные и триплетные состояния. Интеркомбинационная конверсия.

Люминесценция, ее основные закономерности. Спектр флуоресценции, квантовый выход, время жизни возбужденного состояния.

Миграция энергии. Индуктивно-резонансный механизм, обменно-резонансный механизм.

Основные закономерности протекания фотохимических процессов. Типы фотохимических реакций. Фотохимический и фотобиологический спектр действия.

Действие ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты. УФ повреждение белков. Действие ультрафиолетового излучения на мембранные липиды.

#### *4. Математические методы в биологии и физиологии*

Методы анализа биомедицинских сигналов. Принципы аналогово-цифрового преобразования. Обработка дискретных временных рядов: редактирование неправдоподобных значений, рекурсивная и нерекурсивная цифровая фильтрация, статистический, спектральный и спектрально-временной анализ дискретных последовательностей данных.

Математическое моделирование процессов в биологии, физиологии и экологии. Динамические системы. Оператор эволюции, фазовое пространство. Понятие устойчивости и бифуркаций. Состояния равновесия динамических систем и их устойчивость.

Биологические триггеры, силовое и параметрическое переключение биологического триггера.

Автоколебания в биологических системах. Предельный цикл как математический образ автоколебаний и их устойчивость. Синхронизация автоколебательных систем. Хаотические автоколебания.

Математические модели кинетики ферментативных реакций. Ингибирование и активация ферментов. Конкурентное и неконкурентное ингибирование, субстратное ингибирование.

Математические модели электрической активности живой клетки. Авторегуляция объема клетки. Уровни модельного представления нейрона в нейронауке. Модели типа накопление-сброс. Модельные системы ФитсХью-Нагумо, Морис-Лекара, Ходжкина-Хаксли.

Математические модели в системной физиологии: сердечный цикл, пульсовая волна, авторегуляция артериального давления.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Тучин. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике. / Перевод с англ. Под ред. В.В. Тучина. – М.: Физматлит, 2012.
2. В.В. Тучин, Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях, 2-е издание, Физматлит, 2010.
3. Оптическая биомедицинская диагностика. Т. 1, 2 / Под ред. Тучина В.В. Пер. с англ. М., Физматлит, 2007; Handbook on Optical Biomedical Diagnostics. V. PM107 / Ed. by Tuchin V.V. Bellingham, SPIE Press, 2002.
4. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов: учеб. для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дрофа, 2006.

5. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т.: Учеб. для студентов биол. спец. Вузов. - 3-е изд. Т. 2: Биофизика клеточных процессов. - М.: Изд. Московского университета, 2004. (ЭБС «Библиотех»).
6. Волькенштейн М.В. Биофизика: учеб. пособие. -3-е изд., стер. - СПб.; - М.; - Краснодар: Лань, 2008.
7. Анищенко В.С., Вадивасова Т.Е. Лекции по нелинейной динамике. - Саратов, Изд-во Сарат. Ун-та, 2010.
8. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.Ю. Нелинейные колебания: Учеб. пособие для вузов. – М.: Физматлит., 2002.
9. Павлов А.Н. Методы анализа сложных сигналов, учебное пособие, Саратов, Изд-во Научная книга, 2008 (электронная версия доступна на сайте <http://chaos.sgu.ru>).
10. Хованова Н.А., Хованов И.А. Методы анализа временных рядов. – Саратов: Изд-во ГосУНЦ «Колледж», 2001 (электронная версия доступна на сайте <http://chaos.sgu.ru>).

ВОПРОСЫ  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БИОФИЗИКА»

*Оптика биотканей.*

1. Строение и оптические свойства прозрачных биотканей.
2. Спектры пропускания и рассеяния тканей глаза.
3. Оптические свойства тканей с сильным (многократным) рассеянием.
4. Распространение света в биотканях, основные принципы распространения света и наиболее важные поглотители.
5. Метод Монте Карло.
6. Методы измерения оптических параметров биотканей, основные принципы, методы и результаты.
7. Прямые измерения фазовой функции рассеяния. Измерения показателя преломления.
8. Методы управления оптическими параметрами биотканей.
9. Распространение коротких импульсов в биотканях. Основные принципы и теоретический подход.
10. Принципы спектроскопии и томографии с временным разрешением.
11. Диффузионные волны фотонной плотности. Основные принципы и теоретический подход.
12. Принципы модуляционной спектроскопии и томографии биотканей.
13. Распространение поляризованного света в биотканях.
14. Эффекты когерентности света при взаимодействии лазерного излучения с биотканями и потоками клеток.
15. Распространение пространственно-модулированных лазерных пучков в рассеивающих средах.
16. Динамическое рассеяние света
17. Конфокальная микроскопия.
18. Оптическая когерентная томография.

*Оптическая биомедицинская диагностика.*

1. Спектроскопия рассеяния света эпителиальными тканями: принципы и приложения.
2. Отражательная и флуоресцентная спектроскопия биотканей *in vivo*. Основные принципы.
3. Спектроскопия инфракрасного поглощения и комбинационного рассеяния биотканей *in vivo*. Основные принципы.
4. Флуоресцентные технологии в биомедицинской диагностике.
5. Спектроскопия и томография биотканей с временным разрешением. Импульсные системы.
6. Когерентные методы и устройства для биомедицинской диагностики и томографии.

7. Фотон-корреляционная спектроскопия прозрачных биотканей и потоков клеток.
8. Диффузионно-волновая спектроскопия и интерферометрия – измерение скорости микроциркуляции крови в биотканях.
9. Оптическая спекл-топография и томография биотканей.
10. Интерферометрия и томография с использованием частично-когерентных источников света.
11. Оптотермические, оптоакустические и акустооптические методы диагностики биотканей. Основные принципы и классификация.

#### *Физико-химические основы фотобиологии.*

1. Систематизация фотобиологических процессов с энергетической и биологической точек зрения. Стадии фотобиологических процессов.
2. Внутримолекулярные фотофизические процессы.
3. Люминесценция, ее основные закономерности.
4. Миграция энергии. Механизмы миграции.
5. Основные закономерности протекания фотохимических процессов.
6. Действие ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты.

#### *Математические методы в биологии и физиологии*

1. Методы анализа биомедицинских сигналов.
2. Математическое моделирование процессов в биологии, физиологии и экологии.
3. Биологические триггеры, силовое и параметрическое переключение биологического триггера.
4. Автоколебания в биологических системах.
5. Математические модели кинетики ферментативных реакций.
6. Математические модели электрической активности живой клетки.
7. Математические модели в системной физиологии.