



Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации
**Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный медицинский университет
имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения и социального
развития Российской Федерации**
(ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И.Разумовского Минздравсоцразвития России)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ
им. В.И. Разумовского
Минздравсоцразвития России

_____ **Ю.В. Черненко**

«_____» _____ 20__ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (ОД.А.03)**

БИОФИЗИКА

наименование дисциплины по учебному плану подготовки аспиранта

Научная специальность

03.01.02

Шифр

БИОФИЗИКА

наименование научной специальности

Лекции 72 часа

Практические занятия 72 часа

Самостоятельная внеаудиторная работа 324 часа

Всего 468 часа

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Приказом Министерства образования и науки РФ от 16 марта 2011г. №1365 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), на основе паспорта научной специальности 03.01.02 – биофизика, физико-математические науки, с учётом особенностей сложившейся на кафедре медбиофизики им. проф. В.Д. Зернова научной школы под руководством зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцента В.А. Дубровского. В связи с тем, что научное направление кафедры в рамках специальности «биофизика» лежит на стыке нескольких дисциплин биомедицинского и физического профиля, то при составлении рабочей программы использовались программы кандидатского экзамена по серии дисциплин:

1. «Биофизика» (03.01.02)
2. «Гематология и переливание крови» (14.01.21)
3. «Физиология» (03.03.00)
4. «Клиническая лабораторная диагностика» (14.03.10)
5. «Аллергология и иммунология» (14.00.36)
6. «Приборы, системы и изделия медицинского назначения» (05.11.17)
7. «Оптика» (01.04.05)
8. «Акустика» (01.04.06)
9. «Лазерная физика» (01.04.21)
10. «Приборы и методы измерений по видам измерений» (05.11.01)

Составитель программы

Подпись

В.А. Дубровский . к.ф.-м.н., доцент

И.О.Ф, ученая степень, звание

Рабочая программа утверждена на учебно-методической конференции кафедры общей биологии, фармакогнозии и ботаники

Протокол № 4 от 02.11.2011г.

Заведующий кафедрой

Подпись

В.А. Дубровский . к.ф.-м.н., доцент

И.О.Ф, ученая степень, звание

Протокол согласования
рабочей программы по дисциплине
03.01.02 биофизика
по кафедре медбиофизики

Согласовано:

Зав. отделом

комплектования

научной библиотеки

Ф.И.О.

(подпись)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Целью обучения в аспирантуре по специальности «биофизика» является формирование квалифицированных научных кадров в области «биофизики», способных вести научно-исследовательскую работу, самостоятельно ставить и решать актуальные научные задачи, адекватно воспринимать научные достижения специалистов в области биофизики, передавать свои знания студенчеству и научной общественности.

К задачам изучения дисциплины относятся:

- изучение общих положений молекулярной и клеточной биофизики;
- изучение вопросов смежных дисциплин: основ физиологии, гематологии и трансфузии, иммунологии, клинической лабораторной диагностики;
- изучение разделов физики, используемых при проведении диссертационных биофизических исследований: оптика, акустика, лазерная физика;
- знакомство с вопросами конструирования приборов и систем, как общезначимого, так и медицинского назначения;
- формирование у аспирантов практических навыков работы с оптическими приборами разного назначения;
- изучение принципов визуализации биологических объектов и цифровой обработки получаемых изображений;
- изучение разделов математической статистики для обработки экспериментальных результатов;
- обучение аспирантов методам и технологиям подготовки и оформления результатов научных исследований;
- обучение аспирантов основам педагогической деятельности.

2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины и виды учебной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Вид учебной работы	Часов
Общая трудоемкость дисциплины	468 часов
Аудиторные занятия:	144 часа
лекции	72 часа
практические занятия	72 часа
Самостоятельная работа:	324 часа
изучение теоретического курса	302 часа
реферат	22 часа
Вид итогового контроля	Экзамен кандидатского минимума

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе преподавания дисциплины «Биофизика» используются следующие образовательные технологии:

- лекции с использованием современных технических средств обучения;
- практические занятия в форме дискуссий, «мозгового штурма», на которых обсуждаются основные проблемы, освещенные в лекциях и сформулированные в заданиях на самостоятельную работу,
- выполнение конкретных лабораторных работ,

- индивидуальное обучение аспиранта языкам программирования и принципам составления компьютерных программ по задачам диссертационного исследования,
- написание реферата по дисциплине;
- чтение аспирантом избранных лекций студентам 1 и 2 курсов по дисциплинам: «физические методы исследования в биомедицине» и «медицинская информатика»;
- проведение аспирантом лабораторных и практических занятий в студенческих группах;
- обсуждение подготовленных аспирантом докладов;
- руководство аспирантом студенческими научными исследовательскими работами;
- самостоятельная работа аспиранта, в которую входит освоение теоретического материала, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение творческой работы, работа с электронными источниками информации, подготовка к сдаче кандидатского экзамена.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий в зачетных единицах и часах.
Тематический план занятий приведен в табл.2.

Таблица 2.

п/п	Модули и разделы дисциплины	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)
	Модуль 1. Элементы биофизики	(16)	(16)	2.00 (72)
1.1	Кинетика биологических процессов	(2)	(2)	(9)
1.2	Пространственная организация биополимеров	(2)	(2)	(9)
1.3	Структура и функционирование биологических мембран.	(2)	(2)	(9)
1.4	Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез.	(2)	(2)	(9)
1.5	Фоторецепция. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах.	(2)	(2)	(9)
1.6	Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы	(2)	(2)	(9)
1.7	Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека.	(2)	(2)	(9)
1.8	Биологическое действие ионизирующих излучений	(2)	(2)	(9)

	Модуль 2. Элементы нормальной физиологии	(4)	(4)	(18)
2.1.	Кровообращение. Физические основы кровообращения. Физические основы электрокардиографии	(2)	(2)	(9)
2.2.	Форменные элементы крови, их роль в организме. Физические характеристики форменных элементов крови. Агрегация и агглютинация форменных элементов крови.	(2)	(2)	(9)
	Модуль3. Основы гематология и переливания крови.	(8)	(8)	(36)
3.1	Физиология и методы исследования в системе гемостаза	(2)	(2)	(9)
3.2	Иммуногематология. Учение о группах крови, история изучения групп крови. Понятия о группах крови разных систем.	(2)	(2)	(9)
3.3.	Переливание крови. Определение трансфузиологии как научной дисциплины, задачи трансфузиологии. История развития, методы переливания крови.	(2)	(2)	(6)
3.4.	Теоретические основы и методы консервирования крови. Аппаратура для переливания крови и ее компонентов	(2)	(2)	(6)
	Модуль 4. Аллергология и иммунология	(8)	(8)	(36)
4.1.	Теоретические основы иммунологии. Иммунитет, функции иммунной системы.	(2)	(2)	(9)
4.2.	Антигены, их специфичность. Природа антигенных детерминант, валентность. Клеточные антигены.	(2)	(2)	(9)
4.3.	Антитела, их специфичность. Валентность антител Размер и форма молекул антител.	(2)	(2)	(9)
4.4.	Реакция антиген-антитело. Механизм реакции. Скорость иммунологической реакции. Математическое моделирование иммунологической реакции in vivo и in vitro.	(2)	(2)	(9)
	Модуль 5. Клиническая	(4)	(4)	(18)

	лабораторная диагностика			
5.1.	Техническое обеспечение аналитического процесса.	(2)	(2)	(9)
5.2.	Гематологические исследования. Исследование системы гемостаза Методы и аппаратура для регистрации и измерений форменных элементов крови. Методы и аппаратура для регистрации агрегационных и агглютинационных процессов.	(2)	(2)	(9)
	Модуль 6. Оптика и биофотоника	(12)	(12)	(54)
6.1	Электромагнитная теория света Геометрическая оптика, физические основы офтальмологии.	(2)	(2)	(9)
6.2.	Интерференция и дифракция световых волн в биомедицинских исследованиях и диагностике.	(2)	(2)	(9)
6.3	Поглощение и рассеяние света. Фотометрический и нефелометрический методы в медицинской диагностике	(2)	(2)	(9)
6.4.	Спектроскопия, применение для целей медицинской диагностики и идентификации фармацевтических препаратов. Микроскопия Цифровая микроскопия, принципы получения изображений и их обработки.	(2)	(2)	(9)
6.5.	Экспериментальная и прикладная оптика.	(2)	(2)	(9)
6.6	Оптика лазеров. Принцип действия ОКГ. Свойства лазерного излучения. Основные направления применения лазеров в биомедицине.	(2)	(2)	(9)
	Модуль 7. Акустика	(6)	(6)	(27)
7.1.	Гидродинамика и теория упругости Теория колебаний и волн	(2)	(2)	(9)
7.2.	Физическая и техническая акустика.	(2)	(2)	(9)
7.3.	Ультразвук (УЗ), его характеристики, взаимодействие ультразвука с веществом. Применение УЗ в	(2)	(2)	(9)

	биомедицине, фармации.			
	Модуль 8. Лазерная физика	(4)	(4)	(18)
8.1.	Основы физики лазеров и лазерной техники. Типы лазеров. Свойства лазерного излучения.	(2)	(2)	(9)
8.2.	Воздействие лазерного излучения на вещество. Лазерная фотофизика и фотобиология.	(2)	(2)	(9)
	Модуль 9. Приборы, системы и изделия медицинского назначения	(6)	(6)	(27)
9.1.	Методы диагностических исследований. Преобразование медико-биологической информации и оптимизация медико-биологических исследований	(2)	(2)	(9)
9.2.	Медицинское оборудование, приборы, аппараты, инструменты и их системы.	(2)	(2)	(9)
9.3.	Клинико-лабораторная аналитическая техника	(2)	(2)	(9)
	Модуль 10. Приборы и методы измерений по видам измерений	(4)	(4)	(18)
10.1.	Основы метрологии. Оптические методы и средства измерений.	(2)	(2)	(9)
10.2.	Ошибки измерений, их минимизация. Обработка результатов измерений.	(2)	(2)	(9)
	Итого:	2,0 (72)	2,0 (72)	9,0 (302)
	Всего	13 зачетных единиц (468 час)		

- часы, выделенные для написания реферата (22 часа) включены в раздел самостоятельной работы Таблицы 2.

4.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1. ЭЛЕМЕНТЫ БИОФИЗИКИ

Тема 1. Кинетика биологических процессов

Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций.

Понятие о физике ферментативного катализа. Кинетика простейших ферментативных реакций. Условия реализации стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

Тема 2. Пространственная организация биополимеров

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

Тема 3. Структура и функционирование биологических мембран.

Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости. Зависимость диэлектрических потерь от частоты. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.

Тема 4. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны и биоэлектрогенез.

Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт не электролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы; теория одnorядного транспорта. Ионофоры: переносчики и каналообразующие агенты. Ионная селективность мембран. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca и Cl в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.

Тема 5. Фоторецепция. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах.

Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала. Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемптосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

Тема 6. Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы

Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов.

Тема 7. Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека

Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности. Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и размен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

Тема 8. Биологическое действие ионизирующих излучений

Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклеотидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Фактор изменения дозы облучения. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений. Индивидуальные и стационарные дозиметры.

Понятия «малые» и «большие» дозы радиации.

МОДУЛЬ 2. ЭЛЕМЕНТЫ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Тема 1. Кровообращение. Физические основы кровообращения. Физические основы электрокардиографии .

Значение кровообращения для организма. Развитие учения о кровообращении. Основные законы гидродинамики, применение их для объяснения закономерностей движения крови в сосудах. Закон Пуазейля. Ламинарный и турбулентный ток жидкостей. Строение и дифференциация сосудов. Давление в различных отделах сосудистого русла. Пульсовое давление. Методы измерения кровяного давления, кровотока и объемов циркулирующей крови в сердечно-сосудистой системе. Микроциркуляция. Строение сердца и его роль в кровообращении. Нагнетательная функция сердца. «Закон сердца» Старлинга и современные дополнения к нему. Внешняя работа сердца и ее эффективность. Строение и физиология сердечной мышцы.

Мембранный потенциал и потенциал действия сердечной мышцы. Проводящая система сердца. Понятие об адренергических образованиях сердца. Ритмическая активность различных отделов сердца. Электрокардиография. Векторный анализ электрокардиограммы. Значение структурных и функциональных особенностей сердечной мышцы для деятельности сердца, как единого целого

Тема 2. Форменные элементы крови, их роль в организме. Физические характеристики форменных элементов крови. Агрегация и агглютинация форменных элементов крови.

Физиология эритроцитов. Гемоглобин, его состав, значение, формы, спектральные характеристики. Методы гемоглобинометрии: гемиглобинцианидный, гемихромный, аммиачный, экспресс-методы. Скорость оседания эритроцитов, особенности, диагностическое значение. Лейкоцитарная формула. Физиология лейкоцитов, их структурно-функциональные особенности. Физиология гемостаза. Сосудисто-тромбоцитарный механизм гемостаза. Тромбоциты, их строение, функции. Основные стимуляторы адгезивно-агрегационной функции тромбоцитов, роль коллагена, АДФ, адреналина, тромбоспандина А2, серотонина, фактора Виллебранда. Роль тромбоцитов в системе гемостаза. Физические характеристики форменных элементов крови: размеры, форма, эластичность мембраны, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средний объем эритроцита, цветовой показатель, оптические их характеристики. Методы регистрации и измерений форменных элементов крови. Агрегация форменных элементов крови, характеристики агрегации тромбоцитов *in vitro*, методы и аппаратура регистрации. Агрегометры, виды, диагностическое значение кривых, отражающих адгезивно-агрегационную функцию тромбоцитов. Коагулометры, виды, системы для экспресс-мониторирования свертывания крови.

Учение о групповой принадлежности крови человека. Явление агглютинации эритроцитов. Типы групп крови. Способы и устройства для регистрации реакции агглютинации эритроцитов. Определение групп крови.

МОДУЛЬ 3. ОСНОВЫ ГЕМАТОЛОГИИ И ПЕРЕЛИВАНИЯ КРОВИ.

Тема 1.. Физиология и методы исследования в системе гемостаза

Физиология и методы исследования в системе гемостаза. Гемостатическая функция тромбоцитов. Оценка коагуляционной активности тромбоцитов. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) гемостаз. Вторичный гемостаз (свертывание крови). Механизмы свертывающей системы крови. Основные методы исследования гемостаза и их клиническое значение. Методы диагностики, в том числе экспресс-диагностики острых коагулопатий,

Тема 2.. Иммуногематология. Учение о группах крови, история изучения групп крови. Понятия о группах крови разных систем. Методы определения групп крови.

Учение о группах крови, история изучения групп крови. Роль отечественных ученых. Структура и основные свойства групповых антигенов крови. Понятие о групповых антителах крови. Механизмы взаимодействия антител с антигенами. Антигенные системы эритроцитов. Система антигенов АВ0. Минорные антигены эритроцитов и их роль в формировании посттрансфузионных реакций. Группа крови по системе резус. Основные антигенные системы лейкоцитов, тромбоцитов.

Тема 3. Переливание крови. Определение трансфузиологии как научной дисциплины, задачи трансфузиологии. История развития, методы переливания крови

Трудности и особенности подбора донорской крови и ее компонентов у гематологических больных. Метод определения группы крови и резус принадлежности. Переливание крови. Определение трансфузиологии как научной дисциплины, задачи трансфузиологии. История развития, методы переливания крови. Аппаратура для переливания крови и ее компонентов. Техника переливания крови и ее компонентов и кровезамещающих растворов

Тема 4. Теоретические основы и методы консервирования крови. Аппаратура для переливания крови и ее компонентов.

Теоретические основы и методы консервирования крови. Биологические, морфологические и биохимические свойства крови и их изменения в процессе консервирования и хранения при положительных и отрицательных температурах. Фракционирование крови. Методы приготовления компонентов крови. Организация и сроки хранения консервированной крови и ее компонентов в учреждениях службы крови и лечебных учреждениях. Оценка годности хранящейся крови и ее компонентов. Транспортировка консервированной крови и ее компонентов.

МОДУЛЬ 4. АЛЛЕРГОЛОГИЯ И ИММУНОЛОГИЯ

Тема 1. Теоретические основы иммунологии. Иммуитет, функции иммунной системы

Теории иммунитета и их роль в развитии иммунологии. Иммунитет и его определение. Функции иммунной системы. Генетический гомеостаз и формы его поддержания. Неспецифическая защита организма от инфекционных и неинфекционных агентов. Клеточные факторы неспецифической защиты. Лимфоциты- киллеры (К- клетки) и лимфокин- активированные клетки (ЛАК- клетки). Роль клеточных факторов естественной резистентности в специфических иммунологических реакциях.

Тема 2. Антигены, их специфичность. Природа антигенных детерминант, валентность. Клеточные антигены.

Антигены, определение. Чужеродность, антигенность, иммуногенность, толерогенность, специфичность. Гаптены. Суперантигены. Тимус- зависимые и тимус-независимые антигены. Конъюгированные антигены. Искусственные антигены. Изо- и трансплантационные антигены. Современные методы определения антигенов.

Тема 3. Антитела, их специфичность. Валентность антител Размер и форма молекул антител.

Антитела, определение, свойства, роль в иммунитете. Классы, субклассы, изотипы, аллотипы и идиотипы Реагиновые и блокирующие антитела. Специфичность и аффинность антител. Гибридомы. Суперсемейство и строение иммуноглобулинов. Структурные гены иммуноглобулинов. Аллельное исключение. Поликлональные и моноклональные антитела, принципы получения, области применения.

Тема 4. Реакция антиген-антитело. Механизм реакции. Скорость иммунологической реакции. Математическое моделирование иммунологической реакции in vivo и in vitro.

Взаимодействие антиген-антитело. Основные современные методы определения антигенов, антител, цитокинов и иммунокомпетентных клеток, индуцируемых ими реакций. Принципы, лежащие в основе иммуноферментных и биосенсорных методов. Проточная цитометрия. Значение создания новых иммунологических методов для прогресса иммунологии. Механизм реакции. Скорость иммунологической реакции. Математическое моделирование иммунологической реакции in vivo и in vitro.

МОДУЛЬ 5. КЛИНИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА.

Тема 1. Техническое обеспечение аналитического процесса.

Физико-химические методы анализа, позволяющие изучать биологический материал, полученный от больного, во взаимосвязи между химическими, физическими и физико-химическими свойствами. Оптические методы, основанные на определении в биоматериале лучистой энергии, испускаемой, поглощаемой, рассеиваемой, отражаемой в определенных условиях: фотометрия, спектрофотометрия, флуориметрия, нефелометрия,

поляриметрия, а также флюориметрические методы, основанные на флюоресценции, фосфоресценции, хемилюминесценции. Электрохимические методы - потенциометрия, кондуктометрия, полярография, масс-спектрометрия, осмометрия, ионоселективный анализ.

Микроскопия. Объект исследования: моча, спинно-мозговая жидкость и другие биожидкости организма. Подсчет клеток в мазках периферической крови, клеток в соскобах, мазках, пунктатах тканей, определение микроорганизмов, грибов, паразитов. Техническое обеспечение: световые, инвертированные, поляризационные, фазово-контрастные, интерференционные микроскопы, а также флюоресцентная и электронная микроскопия.

Проточная цитометрия. Техническое обеспечение - цитофлюориметры, гематологические анализаторы. Фенотипирование клеток.

Автоматические системы (анализаторы): биохимические, гематологические, мочи, ионного состава, лекарственных веществ и наркотических средств, бактериологические, для определения специфических белков (в сыворотке, моче, спинномозговой жидкости). Обеспечивают: высокую пропускную способность выполнения исследований, унифицированность определения, специфичность, точность, надежность.

Тема 2. Гематологические исследования. Исследование системы гемостаза

Методы и аппаратура для регистрации и измерений форменных элементов крови. Методы и аппаратура для регистрации агрегационных и агглютинационных процессов.

Характеристика современных технологий анализа клеток крови. Микроскопические методы анализа форменных элементов крови. Цитохимическое исследование гемопоэтических клеток. Морфологическое исследование форменных элементов крови с дифференциальным подсчетом лейкоцитарной формулы, возрастные особенности. Морфологическая, цитохимическая и функциональная характеристика различных видов лейкоцитов: нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, базофилов, эозинофилов.

Гематологические анализаторы, классы, принципы работы, диагностические возможности. Основные показатели, получаемые с помощью гематологических анализаторов и факторы, влияющие на их значение. Гистограммы распределения эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов по объему. Тромбоциты, их индексы.

Методы и техника проточно-цитометрического анализа: кондуктометрия, регистрация светорассеяния и светопоглощения, флюориметрия, изменение дисперсии лазерного света клетками, измерение активности пероксидазы в лейкоцитах, специфический химический лизис лейкоцитов. Цитофлюориметрия. Цитофотометрия.

МОДУЛЬ 6. ОПТИКА И БИОФОТОНИКА.

Тема 1. Электромагнитная теория света Геометрическая оптика, физические основы офтальмологии

Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Поляризация света. Типы поляризационных устройств. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Полное внутреннее отражение. Глубина проникновения излучения в вещество. Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Допплера.

Геометрическая оптика. Понятие оптического изображения. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Образование каустик в оптических системах. Типы оптических приборов.

Тема 2. Интерференция и дифракция световых волн в биомедицинских исследованиях и диагностике.

Интерференция частично-когерентного излучения. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Ретинометрия. Дифракция. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции; гауссов пучок.

Тема 3. Поглощение и рассеяние света. Фотометрический и нефелометрический методы в медицинской диагностике

Поглощение света веществом. Закон Буггера-Ламберта. Поглощение света растворами, закон Бера. Оптические характеристики веществ в отношении поглощения света. Концентрационная фотометрия. Фотоколориметры и спектрофотометры, применение в биомедицинских исследованиях

Светорассеяние. Центры рассеяния, типы неоднородностей. Когерентное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от характеристик микрообъектов и геометрии эксперимента. Нефелометрия. Рассеяние света подвижными микрообъектами: доплеровский сдвиг частоты рассеянного излучения, уширение его спектра. Примеры использования фотометрического и нефелометрического методов в биомедицинских исследованиях и диагностике

Тема 4. Спектроскопия, применение для целей медицинской диагностики и идентификации фармацевтических препаратов. Микроскопия Цифровая микроскопия, принципы получения изображений и их обработки

Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Спектры молекул. Колебательные спектры. Электронные спектры молекул. Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина и универсальное соотношение между ними Степанова. Закон Вавилова. Тушение (температурное, концентрационное, посторонними веществами) люминесценции.

Тема 5. Экспериментальная и прикладная оптика

Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) - линейки, матрицы. Техника спектроскопии. Светофильтры, призмные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Основные характеристики приборов: аппаратная функция, разрешение, светосила, дисперсия. Лазерная спектроскопия. Запись и обработка оптической информации. Коррекция и реконструкция изображений. Методы компьютерной оптики. Волоконная оптика. Типы волоконных световодов.

Тема 6. Оптика лазеров. Принцип действия ОКГ. Свойства лазерного излучения. Основные направления применения лазеров в биомедицине.

Принцип работы лазера. Схемы накачки. Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков. Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры. Режимы работы лазеров. Непрерывный и импульсный режимы. Модуляция добротности. Применение лазеров в биомедицине.

МОДУЛЬ 7. АКУСТИКА

Тема 1. Гидродинамика и теория упругости Теория колебаний и волн.

Уравнения гидродинамики идеальной и вязкой теплопроводящей жидкости. Коэффициент затухания звука в среде с малыми вязкостью и теплопроводностью. Течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса. Переход к турбулентности. Уравнения теории упругости. Закон Гука для изотропных и анизотропных тел. Линеаризация уравнений для малых возмущений. Продольные и сдвиговые волны в изотропном теле.

Линейные и нелинейные колебательные системы с одной степенью свободы. Явление резонанса. Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания. Вынужденные колебания, теорема взаимности. Собственные и вынужденные колебания распределенных систем конечных размеров. Разложение вынужденных колебаний по собственным функциям системы (модам). Колебания недеформируемых тел, погруженных в жидкость. Сила сопротивления колебаниям сферы в идеальной и вязкой среде. Волновое уравнение (вывод из уравнений гидродинамики и теории упругости). Плоские однородные и неоднородные волны. Плотность и поток энергии. Сферические и цилиндрические волны. Пространственно-временной спектр Фурье волнового поля; его представление в виде суммы гармонических плоских волн. Отражение и преломление акустических волн на плоской границе раздела двух сред. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля. Поле в среде при падении под углом, большем критического. Плотность и поток энергии. Акустический импеданс. Отражение от импедансной границы.

Тема 2. Физическая и техническая акустика.

Скорость распространения и механизмы затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях. Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах. Электроакустические преобразователи: электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные. Электромеханические аналогии. Методы измерения характеристик акустических полей: колебательной скорости, акустического давления, скорости распространения, поглощения, интенсивности. Дифракция звука на телах канонической формы (сфера, цилиндр). Дифракция света на ультразвуке. Рассеяние звука на малых препятствиях, пузырьках газа в жидкостях и неровностях границ. Распространение звука в движущейся среде. Движущиеся источники. Эффект Доплера.

Тема 3. Ультразвук (УЗ), его характеристики, взаимодействие ультразвука с веществом. Применение УЗ в биомедицине, фармации.

Ультразвук, его характеристики. Источники ультразвуковых колебаний и волн. Взаимодействие ультразвука с веществом. Ультразвуковые технологии (осаждение аэрозолей, очистка поверхностей, дегазация жидкостей, эмульгирование, обработка материалов, сварка). Ультразвуковая медицинская диагностика. Интенсивный ультразвук в терапии и хирургии. Ультразвуковые методы измерений и неразрушающего контроля. Дефектоскопия промышленных изделий, строительных материалов и конструкций.

Взаимодействия света со звуком. Дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы

МОДУЛЬ 8. ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

Тема 1. Основы физики лазеров и лазерной техники. Типы лазеров. Свойства лазерного излучения.

Уровни энергии атомов, молекул, кристаллов. Поглощение и испускание электромагнитного излучения. Вероятности спонтанных и индуцированных переходов. Принцип действия лазеров. Методы создания инверсии населенностей. Релаксационные процессы. Ширина линии перехода. Коэффициент усиления. Эффект насыщения. Оптические резонаторы. Спектр мод резонатора. Добротность резонатора.

Методы модуляции добротности резонатора лазера. Основные типы лазеров. Динамика лазерной генерации. Классификация режимов лазерной генерации. Порог генерации. Флуктуации лазерного излучения. Естественная ширина линии и естественная расходимость лазерного излучения. Предельная пространственная когерентность лазерных пучков.

Тема 2. Воздействие лазерного излучения на вещество. Лазерная фотофизика и фотобиология

Одно- и многофотонная ионизация атомов и молекул. Туннельная и надбарьерная ионизация атомов и ионов. Пондеромоторное ускорение фотоэлектронов. Уширение спектра. Генерация высоких оптических гармоник и суперконтинуума.

Лазерный нагрев вещества. Лазерное плавление и испарение поверхности. Лазерный отжиг и легирование полупроводников. Лазерная закалка металлов. Процессы абсорбции и десорбции в поле лазерного излучения. Лазерная фотохимия, типы фотохимических реакций. Фотоакустические явления. Механизмы лазерного возбуждения звука. Фотоакустическая спектроскопия и микроскопия. Лазерная фотобиология. Лазерная микро- и макродиагностика биомолекул, клеток и биотканей. Лазерная оптико-акустическая томография.

МОДУЛЬ 9. ПРИБОРЫ, СИСТЕМЫ И ИЗДЕЛИЯ МЕДИЦИНСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Тема 1. Методы диагностических исследований. Преобразование медико-биологической информации и оптимизация медико-биологических исследований

Характеристика биологических систем и системы методов диагностических исследований; роль измерения в медико-биологической практике; источники погрешностей; методические погрешности; методы диагностических исследований; пассивные методы; исследование механических проявлений, электрических свойств организмов и тканей, биоэлектрических потенциалов; методы регистрации магнитных полей, изучаемых биообъектом; фотометрические методы исследования; исследование процессов теплопродукции и теплообмена; активные методы исследования: биологическая интроскопия, измерение расхода и объемной скорости кровотока; методы функциональных исследований; аналитические исследования: биопробы как объекты лабораторного анализа; физико-механические, физико-химические и атомно-физические методы исследования.

Классификация, источники и характеристики сигналов и данных. Общая характеристика и модели экспериментальных данных и сигналов, числовых массивов, изображений. Обработка и анализ сигналов. Амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов. Задачи идентификации и распознавания образа. Статистические методы анализа данных. Непараметрические методы анализа. Основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений.

Тема 2. Медицинское оборудование, приборы, аппараты, инструменты и их системы.

Аппаратура для функциональной диагностики. Аппаратура для регистрации биопотенциалов: ЭКГ, ЭЭГ, ЭГГ, ЭОГ, ЭМГ. Приборы для измерения звуковой активности органов. Ультразвуковая аппаратура. Офтальмологическая аппаратура. Приборы электронной и физической оптики. Дыхательная аппаратура. Радиоизотопная аппаратура. Рентгеновская аппаратура. Эндоскопическая аппаратура.

Аппаратура для лечебных целей. Аппаратура для терапии. Аппаратура для электро-, свето-, водо-, теплолечения, аэрозольтерапии, механотерапии. Аппараты для терапии постоянным током и токами низких частот. Высокочастотные аппараты для терапии. Аппараты для лечения диадинамическими токами. Аппаратура для магнитотерапии. Терапевтические ультразвуковые приборы и аппараты. Аппаратура УВЧ-терапии. Дозиметрия при УВЧ-терапии, СВЧ дозиметрия. Аппаратура аэрозольтерапии. Лазерные установки для терапии. Радиологическая и рентгенологическая терапевтическая аппаратура. Аппараты для светолечения и теплолечения. Высокочастотная электрохирургия. Резание и коагуляция мягких тканей. Аппараты для лазерной и электрохирургии.

Тема 3. Клинико-лабораторная аналитическая техника

Биотехнические системы для лабораторного анализа. Физические и физико-химические свойства биосубстратов. Приборы и комплексы для лабораторного анализа на базе физических и физико-химических методов изучения биосубстратов. Физические, физико-химические и атомно-физические методы. Гемокоагулологические приборы. Кондуктометрические приборы для подсчета форменных элементов крови. Приборы для определения концентрации гемоглобина, рН- и ионометрия. Аппаратные методы иммунологических исследований. Технические средства для автоматизации исследований в клинико-диагностических лабораториях. Гематологические комплексы. Биохимические автоанализаторы. Автоматизированные системы для сбора и обработки диагностической информации. Проблема создания автоматического прибора для анализа крови.

МОДУЛЬ 10. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ПО ВИДАМ ИЗМЕРЕНИЙ

Тема 1. Основы метрологии. Оптические методы и средства измерений.

Предмет и задачи метрологии. Важнейшие термины и определения. Физические величины. Единицы физических величин. Системы единиц физических величин. Принципы создания естественной системы единиц. Размерность величин и единиц. Практические приложения теории размерностей. Международная система единиц (СИ). Методы и принципы измерений. Виды методов измерений. Преобразование измеряемой величины в процессе измерений. Метод непосредственной оценки. Дифференциальный метод. Нулевой метод. Метод совпадений. Принципы измерений. Выбор числа измерений. Методика выполнения измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей. Метод замещения, компенсации погрешности по знаку, метод противопоставления, метод симметричных наблюдений. Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.

Тема 2. Ошибки измерений, их минимизация. Обработка результатов измерений

Погрешности измерений. Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств. Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений. Группирование экспериментальных данных. Проверка гипотезы о виде распределения экспериментальных данных. Исключение грубых погрешностей. Обработка нормального распределения данных и отличных от нормального. Обработка результатов прямых однократных измерений. Методы измерений аналитических и структурно-аналитических величин. Колориметрический метод. Измерение интенсивности окраски. Типы фотоэлектрических колориметров. Нефелометрический и

турбидиметрический методы. Аппаратура и методика измерений. Фототурбидиметрическое титрование. Рефрактометрический метод. Анализ двух- и трехкомпонентных систем. Виды рефрактометров. Поляриметрический метод. Принципиальная схема поляриметра. Люминесцентный метод. Области применения люминесцентного метода. Кондуктометрический метод. Кондуктометрическое титрование. Установка для кондуктометрического высокоточного титрования.

4.3. Самостоятельная работа

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 9 зачетных единиц (324 часа). Самостоятельная работа состоит из двух частей.

1. **Самостоятельное изучение теоретического курса – 302 часа.**

Этот вид самостоятельной работы выполняется аспирантом на основе учебно-методических материалов дисциплины, представленных в главе 5.

2. **реферат - 22 часа.**

Реферат выполняется с использованием учебной и научной литературы. Тему реферата аспирант выбирает с научным руководителем. Реферат должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления текстовых документов, объемом не менее 20 машинописных страниц.

Обе части самостоятельной работы аспиранта и соответствующие часы отражены в Таблице 2.

4.4. Примерные темы рефератов:

1. Математические модели кинетики химических реакций.
2. Физические особенности механизмов ферментативных реакций.
3. Пространственная организация биополимеров, их конформация, стабильность конфигурации, свойства.
4. Мембрана – компонент биосистем. Структурные элементы мембраны, ее свойства, физико-химические процессы.
5. Вопросы транспорта ионов и веществ через мембраны клеток.
6. Физические характеристики антител и антигенов: молекулярные веса, размеры, форма молекул антител, валентность.
7. Иммуные методы исследования и их применение в лабораторной диагностике
8. Группы крови системы ABO, Rh, как пример иммунной системы: особенности, свойства, методы исследования.
9. Тромбоциты. Агрегация тромбоцитов. Методы и устройства регистрации агрегации тромбоцитов.
10. Седimentация эритроцитов. Моделирование процесса. Методы регистрации процесса. Диагностическое значение.
11. Эритроциты в поле стоячей ультразвуковой волны. Моделирование процесса.
12. Химический состав крови: характеристики, свойства, методы исследования.
13. Математическое моделирование иммунных процессов в организме человека и *in vitro*.
14. Фоторецепция. Строение, свойства и процессы в зрительной клетке.
15. Основы электроретинографии: происхождении ЭРГ, классификация, техника регистрации.
16. Электроокулография: физиологические основы, методика, параметры оценки клинической ЭОГ.
17. Строение и оптические свойства роговицы, склеры, хрусталика.
18. Первичные фотохимические реакции: основные стадии фотобиологического процесса.

19. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий.
20. Кинетика фотобиологических процессов.
21. Лазерная фотобиология. Механизмы лазерного действия на биосистемы. Применение лазеров в фототерапии.
22. Применение лазеров в кинической и лабораторной диагностике.
23. Оптические методы исследования – спектрофотометрия, ИК и УФ спектроскопия: проблемы, объекты, пробоподготовка, технические решения.
24. Оптические методы исследования, основанные на разных видах люминесценции: проблемы, объекты, пробоподготовка, технические решения.
25. Современная спектрополяриметрия - задачи, биообъекты, пробоподготовка, технические решения.
26. Упругое светорассеяние, как метод исследования биообъектов. Нефелометрия.
27. Дифракционные и интерферометрические методы исследования биосистем: задачи, биообъекты, пробоподготовка, технические решения.
28. Современная проточная цитометрия: оптические методы, пробоподготовка, технические решения, область применения.
29. Цифровая микроскопия форменных элементов крови. Методы обработки цифровых фотографий.
30. Инструментальные методы определения групповой принадлежности крови человека.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ **ЛИТЕРАТУРА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

5.1 Основная литература (имеется в библиотеке СГМУ)

Биофизические основы моделирования и прогнозирования патологии внутренних органов в регионе: [монография]/ Т. П. Денисова [и др.]. - Саратов : Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2003. - 192 с. – 3 экз.

Биофизика органов : учеб. пособие / Д. И. Рощупкин, Е. Е. Фесенко, В. И. Новоселов. - М. : Наука, 2000. - 256 с. – 8 экз.

5.2 Дополнительная литература

Проблемы физической биомедицины : Межрегион. сб. науч. работ / под ред. Г. Е. Брилля. - Саратов : Изд-во Саратов. мед. ун-та, 2003. - 158 с

Современные методы диагностики в рефлексотерапии. Электростимульный вегетативный резонансный тест: учеб. пособие/ [Л. Г. Агасаров и др.]. - М. : [б. и.], 2006. - 112 с.

5.3 Интернет ресурсы по биофизике:

<http://www.biophys.msu.ru/scripts/trans.pl/WIN/cyrillic/lectures/>

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Динамические биологические системы, виды систем, Общие принципы построения математических моделей биологических систем и процессов.

2. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций.
3. Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров.
4. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения.
5. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран.
6. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах.
7. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт не электролитов.
8. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт.
9. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.
10. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране.
11. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина.
12. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса.
13. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.
14. Механизмы фотодинамических процессов.
15. Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул.
16. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы.
17. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области.
18. Основные законы гидродинамики, применение их для объяснения закономерностей движения крови в сосудах. Закон Пуазейля. Ламинарный и турбулентный ток жидкостей.
19. Пульсовое давление. Методы измерения кровяного давления, кровотока и объемов циркулирующей крови в сердечно-сосудистой системе. Микроциркуляция.
20. Мембранный потенциал и потенциал действия сердечной мышцы. Проводящая система сердца. Понятие об адренергических образованиях сердца. Ритмическая активность различных отделов сердца. Электрокардиография. Векторный анализ электрокардиограммы.
21. Физиология эритроцитов. Гемоглобин, его состав, значение, формы, спектральные характеристики. Методы гемоглобинометрии: гемиглобинцианидный, гемихромный, аммиачный, экспресс-методы.
22. Физические характеристики форменных элементов крови: размеры, форма, эластичность мембраны, среднее содержание гемоглобина в эритроците, средний объем эритроцита, цветовой показатель, оптические их характеристики.
23. Методы регистрации и измерений форменных элементов крови. Агрегация форменных элементов крови, характеристики агрегации тромбоцитов *in vitro*, методы и аппаратура регистрации. Агрегометры, виды, диагностическое значение кривых, отражающих адгезивно-агрегационную функцию тромбоцитов.
24. Учение о групповой принадлежности крови человека. Явление агглютинации эритроцитов. Типы групп крови.
25. Способы и устройства для регистрации реакции агглютинации эритроцитов. Определение групп крови.

26. Оценка коагуляционной активности тромбоцитов. Первичный (сосудисто-тромбоцитарный) гемостаз. Вторичный гемостаз (свертывание крови). Механизмы свертывающей системы крови.
27. Структура и основные свойства групповых антигенов крови. Понятие о групповых антителах крови. Механизмы взаимодействия антител с антигенами. Антигенные системы эритроцитов. Система антигенов АВ0.
28. Основные антигенные системы лейкоцитов, тромбоцитов.
29. История развития, методы переливания крови. Аппаратура для переливания крови и ее компонентов. Техника переливания крови и ее компонентов и кровезамещающих растворов
30. Оценка годности хранящейся крови и ее компонентов. Транспортировка консервированной крови и ее компонентов.
31. Антитела, определение, свойства, роль в иммунитете. Классы, субклассы, изотипы, аллотипы и идиотипы Реагиновые и блокирующие антитела. Специфичность и аффинность антител.
32. Взаимодействие антиген-антитело. Основные современные методы определения антигенов и антител.
33. Проточная цитометрия. Значение создания новых иммунологических методов для прогресса иммунологии.
34. Механизм реакции. Скорость иммунологической реакции. Математическое моделирование иммунологической реакции *in vivo* и *in vitro*.
35. Оптические методы, основанные на определении в биоматериале лучистой энергии, испускаемой, поглощаемой, рассеиваемой, отражаемой в определенных условиях: фотометрия, спектрофотометрия, флюориметрия, нефелометрия, поляриметрия, а также флюориметрические методы, основанные на флюоресценции, фосфоресценции, хемилюминисценции.
36. Характеристика современных технологий анализа клеток крови. Микроскопические методы анализа форменных элементов крови. Цитохимическое исследование гемопоэтических клеток.
37. Морфологическое исследование форменных элементов крови с дифференциальным подсчетом лейкоцитарной формулы, возрастные особенности. Морфологическая, цитохимическая и функциональная характеристика различных видов лейкоцитов: нейтрофилов, лимфоцитов, моноцитов, базофилов, эозинофилов.
38. Гематологические анализаторы, классы, принципы работы, диагностические возможности. Основные показатели, получаемые с помощью гематологических анализаторов и факторы, влияющие на их значение.
39. Гистограммы распределения эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов по объему. Тромбоциты, их индексы.
40. Методы и техника проточно-цитометрического анализа: кондуктометрия, регистрация светорассеяния и светопоглощения, флюориметрия, изменение дисперсии лазерного света клетками.. Цитофлюориметрия. Цитофотометрия.
41. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Поляризация света. Типы поляризационных устройств.
42. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Полное внутреннее отражение.
43. Оптика движущихся сред. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Допплера.
44. Геометрическая оптика. Понятие оптического изображения. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Образование каустик в оптических системах.
45. Интерференция частично-когерентного излучения. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Ретинометрия.

46. Дифракция. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка.
47. Поглощение света веществом. Закон Буггера-Ламберта. Поглощение света растворами, закон Бера. Оптические характеристики веществ в отношении поглощения света. Концентрационная фотометрия. Фотоколориметры и спектрофотометры, применение в биомедицинских исследованиях
48. Светорассеяние. Центры рассеяния, типы неоднородностей. Когерентное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от характеристик микрообъектов и геометрии эксперимента. Нефелометрия.
49. Рассеяние света подвижными микрообъектами: доплеровский сдвиг частоты рассеянного излучения, уширение его спектра. Примеры использования фотометрического и нефелометрического методов в биомедицинских исследованиях и диагностике
50. Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Спектры молекул. Колебательные спектры. Электронные спектры молекул.
51. Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса-Ломмеля.
52. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина и универсальное соотношение между ними Степанова. Закон Вавилова. Тушение (температурное, концентрационное, посторонними веществами) люминесценции.
53. Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность.
54. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) - линейки, матрицы. Техника спектроскопии. Светофильтры, призмённые и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Основные характеристики приборов: аппаратная функция, разрешение, светосила, дисперсия.
55. Лазерная спектроскопия. Запись и обработка оптической информации. Коррекция и реконструкция изображений. Методы компьютерной оптики.
56. Принцип работы лазера. Схемы накачки. Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры.
57. Режимы работы лазеров. Непрерывный и импульсный режимы. Модуляция добротности. Свойства лазерных пучков. Применение лазеров в биомедицине.
58. Течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса. Переход к турбулентности. Уравнения теории упругости.
59. Линейные и нелинейные колебательные системы с одной степенью свободы. Явление резонанса. Колебательные системы с двумя и многими степенями свободы. Нормальные колебания.
60. Вынужденные колебания, теорема взаимности. Собственные и вынужденные колебания распределенных систем конечных размеров. Разложение вынужденных колебаний по собственным функциям системы (модам). Колебания недеформируемых тел, погруженных в жидкость.
61. Отражение и преломление акустических волн на плоской границе раздела двух сред. Закон Снеллиуса. Формулы Френеля. Поле в среде при падении под углом, большем критического. Плотность и поток энергии. Акустический импеданс. Отражение от импедансной границы.
62. Скорость распространения и механизмы затухания акустических волн в газах, жидкостях, твердых телах, полимерах и биотканях. Способы возбуждения и приема акустических волн в различных средах и частотных диапазонах.
63. Электроакустические преобразователи: электродинамические, пьезоэлектрические, магнитострикционные. Электромеханические аналогии.

64. Методы измерения характеристик акустических полей: колебательной скорости, акустического давления, скорости распространения, поглощения, интенсивности
65. Дифракция света на ультразвуке. Рассеяние звука на малых препятствиях, пузырьках газа в жидкостях и неровностях границ.
66. Распространение звука в движущейся среде. Движущиеся источники. Эффект Доплера.
67. Ультразвук, его характеристики. Источники ультразвуковых колебаний и волн. Взаимодействие ультразвука с веществом. Ультразвуковые технологии (осаждение аэрозолей, очистка поверхностей, дегазация жидкостей, эмульгирование, обработка материалов, сварка).
68. Ультразвуковая медицинская диагностика. Интенсивный ультразвук в терапии и хирургии.
69. Ультразвуковые методы измерений и неразрушающего контроля. Дефектоскопия промышленных изделий, строительных материалов и конструкций.
70. Взаимодействия света со звуком. Дифракция Брэгга и Рамана-Ната. Принципы работы устройств акустооптики (модуляторы и дефлекторы света, преобразователи свет-сигнал, акустооптические фильтры), анализаторы спектра и корреляторы
71. Уровни энергии атомов, молекул, кристаллов. Поглощение и испускание электромагнитного излучения.
72. Вероятности спонтанных и индуцированных переходов. Принцип действия лазеров. Методы создания инверсии населенностей. Релаксационные процессы. Ширина линии перехода. Коэффициент усиления. Эффект насыщения.
73. Оптические резонаторы. Спектр мод резонатора. Добротность резонатора. Методы модуляции добротности резонатора лазера.
74. Основные типы лазеров. Динамика лазерной генерации. Классификация режимов лазерной генерации. Порог генерации.
75. Флуктуации лазерного излучения. Естественная ширина линии и естественная расходимость лазерного излучения. Предельная пространственная когерентность лазерных пучков.
76. Фотоакустическая спектроскопия и микроскопия. Лазерная фотобиология. Лазерная микро- и макродиагностика биомолекул, клеток и биотканей. Лазерная оптико-акустическая томография.
77. Амплитудный и частотный анализ; корреляционный и спектральный анализ сигналов. Задачи идентификации и распознавания образа. Статистические методы анализа данных. Непараметрические методы анализа.
78. Основы анализа биомедицинских изображений: типы изображений и способы их описания; методы предварительной обработки; фильтрация; алгоритмы измерения параметров изображений; интерактивный режим обработки изображений.
79. Аппаратура для функциональной диагностики. Аппаратура для регистрации биопотенциалов: ЭКГ, ЭЭГ, ЭГГ, ЭОГ, ЭМГ.
80. Офтальмологическая аппаратура. Приборы электронной и физической оптики. Эндоскопическая аппаратура.
81. Дыхательная аппаратура. Радиоизотопная аппаратура. Рентгеновская аппаратура
82. Аппаратура для терапии. Аппаратура для электро-, свето-, водо-, теплолечения, аэрозольтерапии, механотерапии.
83. Аппараты для терапии постоянным током и токами низких частот. Высокочастотные аппараты для терапии. Аппараты для лечения диадинамическими токами.
84. Аппаратура для магнитотерапии. Терапевтические ультразвуковые приборы и аппараты. Аппаратура УВЧ-терапии. Дозиметрия при УВЧ-терапии, СВЧ дозиметрия. Аппаратура аэрозольтерапии.
85. Лазерные установки для терапии. Аппараты для светолечения и теплолечения. Резание и коагуляция мягких тканей. Аппараты для лазерной и электрохирургии.

86. Высокочастотная электрохирургия. Радиологическая и рентгенологическая терапевтическая аппаратура.
87. Гематологические комплексы..Автоматизированные системы для сбора и обработки диагностической информации. Проблема создания автоматического прибора для анализа крови.
88. Метод непосредственной оценки. Дифференциальный метод. Нулевой метод. Метод совпадений. Принципы измерений.
89. Выбор числа измерений. Методика выполнения измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей. Метод замещения, компенсации погрешности по знаку, метод противопоставления, метод симметричных наблюдений.
90. Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.
91. Погрешности измерений. Погрешность и достоверность результата измерения. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений
92. Расчет доверительных границ поля допусков погрешности измерительных устройств. Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений. Группирование экспериментальных данных.
93. Проверка гипотезы о виде распределения экспериментальных данных. Исключение грубых погрешностей. Обработка нормального распределения данных и отличных от нормального. Обработка результатов прямых однократных измерений. Методы измерений аналитических и структурно-аналитических величин.
94. Колориметрический метод. Измерение интенсивности окраски. Типы фотоэлектрических колориметров
95. Нефелометрический и турбидиметрический методы. Аппаратура и методика измерений.
96. Фототурбидиметрическое титрование.
97. Рефрактометрический метод. Анализ двух- и трехкомпонентных систем. Виды рефрактометров.
98. Поляриметрический метод измерения. Принципиальная схема поляриметра.
99. Люминесцентный метод. Области применения люминесцентного метода.
100. Кондуктометрический метод. Кондуктометрическое титрование. Установка для кондуктометрического высокоточного титрования.