

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Введение в физиологию

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший преподаватель, к.н. Звездочкина Н.В. (кафедра физиологии человека и животных, Центр биологии и педагогического образования), Natalia.Zvezdochkina@kpfu.ru

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- строение и функции человеческого тела, возрастно-половые и индивидуальные особенности строения и развития; закономерности жизнедеятельности организма, механизмы саморегуляции и регуляции;

Должен уметь:

- оценивать морфофункциональное, физиологическое состояние человека;

Должен владеть:

- терминологией для решения профессиональных задач;

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика живых систем)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 69 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 34 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 39 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Введение История физиологии. Развитие физиологии в России: Сеченов, Павлов, Введенский, Ухтомский. Казанская физиологическая школа: Овсянников,								

Ковалевский, Миславский, Самойлов. Современный этап развития физиологии. Регуляция физиологических функций. .

5	2	0	0	0	0	0	3
---	---	---	---	---	---	---	---

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Тема 2.Основные принципы регуляции физиологических функций.	5	2	0	2	0	0	0	2
3.	Тема 3. Тема 3.Физиология возбудимых систем .	5	2	0	4	0	0	0	3
4.	Тема 4. Тема 4. . ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. Система крови.	5	2	0	2	0	0	0	3
5.	Тема 5. Тема 5 Физиология кровообращения	5	2	0	4	0	0	0	3
6.	Тема 6. . Тема 6. Физиология дыхания.	5	2	0	2	0	0	0	4
7.	Тема 7. Тема 7. Физиология водно-солевого обмена и функции почек	5	2	0	4	0	0	0	4
8.	Тема 8. Тема 8 Физиология пищеварения. Питание и пищевое поведение.	5	2	0	2	0	0	0	3
9.	Тема 9. Тема 9.Обмен веществ и энергии. Терморегуляция	5	2	0	2	0	0	0	3
10.	Тема 10. Тема 10. Физиология желез внутренней секреции	5	2	0	4	0	0	0	3
11.	Тема 11. Физиология анализаторных систем	5	4	0	4	0	0	0	3
12.	Тема 12. ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА Биологические основы поведения. ВНД	5	6	0	2	0	0	0	3
13.	Тема 13. Физиологические основы психических функций человека	5	4	0	2	0	0	0	2
	Итого		34	0	34	0	0	0	39

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Тема 1. Введение История физиологии. Развитие физиологии в России: Сеченов, Павлов, Введенский, Ухтомский. Казанская физиологическая школа: Овсянников, Ковалевский, Миславский, Самойлов. Современный этап развития физиологии. Регуляция физиологических функций. .**

Физиология - наука о механизмах функционирования организма. Уровни морфо-функциональной организации человеческого организма.

Физиология человека и научно-технический прогресс. Использование достижений техники в физиологии - телеметрия, вычислительная техника, физиологическая кибернетика. Физиология как научная основа диагностики здоровья, здорового образа жизни и прогнозирования функционального состояния и работоспособности человека. Системный подход к изучению целенаправленного поведения человека в естественных условиях среды обитания, условиях производственно-трудовой, спортивной и других видов деятельности. Изучение влияния социальных факторов на процессы жизнедеятельности организма человека.

Краткая история развития физиологии. Роль работ У.Гарвея, Р.Декарта). Становление и развитие физиологии в XIX-XX вв. (И.Мюллер, К.Бернар, К.Людвиг, З.Дюбуа-Раймон, Г.Гельмгольц, Ф.Мажанди, Ч.Шеррингтон, У.Кеннон, А.Ходжкин, Дж.Экклс, Е.Эдриан, Х.Дейл)

Вклад отечественных физиологов в развитие мировой физиологической науки (Ф.В.Овсянников, И.М.Сеченов, Н.А.Миславский, И.П.Павлов, Н.Е.Введенский, А.А.Ухтомский, А.Ф.Самойлов, Л.А.Орбели, П.К.Анохин, Э.А.Асратян, В.В.Парин, В.Н.Черниговский, и др.). Казанская физиологическая школа.

## **Тема 2. Основные принципы регуляции физиологических функций.**

Понятие о регуляции функций. Эволюция систем координации функций. Уровни регуляции функций. Механизмы регуляции: нервный (соматические рефлексы, аксонрефлексы, вегетативные рефлексы - центральные и периферические), гуморальные (гормоны метаболиты, органические факторы). Понятие о саморегуляции. Трофическая функция нервной системы.

Рефлекс - основной механизм приспособительного реагирования организма на изменения условий внутренней и внешней среды. Рефлекторный принцип деятельности нервной системы (Р.Декарт, Г.Прохазка, И.М.Сеченов, И.П.Павлов). Рефлекторный путь. Принципы рефлекторной теории (детерминизм, анализ и синтез, единство структуры и функции). Классификация рефлексов. Обратная афферентация и ее значение. Понятие о приспособительном результате (П.К.Анохин)

Факторы гуморальной регуляции. Характеристика и классификация физиологически активных веществ.

Отрицательная обратная связь в механизмах гуморальной регуляции. Взаимоотношения нервных и гуморальных механизмов регуляции функций. Рецепция физиологически активных веществ. Системная организация функций. Понятие системы. Уровни системной организации. Кибернетический подход к процессам регуляции. Функциональная система, схема ее структурной организации и системообразующий фактор. Принципы надежности регуляции. Принцип кодирования физиологической информации. Принцип саморегуляции постоянства внутренней среды организма. Возрастные особенности формирования и регуляция физиологических функций

## **Тема 3. Физиология возбудимых систем .**

Мембранный потенциал, его происхождение. Современные представления о строении и функции мембран. Ионные каналы мембран, их классификация. Ионные градиенты клетки, их механизмы. Локальный ответ. Критический уровень деполяризации. Потенциал действия, его фазы, их происхождение. Соотношение фаз возбудимости с фазами потенциала действия. Рефрактерность и ее причины. Критерии оценки возбудимости: пороговая сила, пороговое время, критический уровень деполяризации. Действие постоянного тока на возбудимые ткани

Закон "все или ничего", закон "силы", полярный закон, электротон, катодическая депрессия, аккомодация.

Лабильность. Парабоз (Н.Е.Веденский). Механизм проведения нервного импульса по безмиелиновым и миелиновым нервным волокнам. Классификация нервных волокон по скорости проведения (А, В, С). Электронейрография.

Синапс. Строение и классификация синапсов. Механизм передачи возбуждения в синапсах (электрических, химических). Медиаторы, их синтез, секреция, переход в синаптическую щель, взаимодействие с рецепторами постсинаптической мембраны, рецепторы и инактивация. Модуляторы. Постсинаптические потенциалы. Особенности строения и функции нервно-мышечного синапса.

Рецептор. Классификация. Основные свойства и особенности первичных и вторичных рецепторов. Понятие о рецептивном поле и рефлексогенной зоне. Понятие об анализаторе. Регуляция функции рецепторов. Способы изучения возбудимости рецепторов. Психофизические законы. Мышца. Физические и физиологические свойства мышц. Типы мышечных сокращений. Одиночное сокращение, его фазы. Суммация сокращений и тетанус. Зависимость амплитуды сокращения от частоты раздражения. Оптимум и пессимум. Сила и работа мышц. Динамометрия. Закон средний нагрузок. Двигательные единицы и их особенности в разных мышцах. Современная теория мышечного сокращения и расслабления. Биоэлектрические, химические и тепловые процессы в мышцах. Электромиография. Основные отличия в строении и функционировании скелетной и гладкой мышц.

## **Тема 4. ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ. Система крови.**

Внутренняя среда организма (кровь, лимфа, внесосудистые жидкости). Кровь. Понятие о системе крови. Основные функции крови. Клинические методики исследования крови. Состав и количество крови человека. Плазма и ее состав. Гематокрит. Основные физиологические константы крови и основные механизмы их регуляции. Осмотическое и онкотическое давление.

Функциональные системы, обеспечивающие постоянство осмотического давления и кислотно-основного состояния крови.

Эритроциты. Строение, количество, методики подсчета, функции. Гемоглобин, строение, свойства, количество в крови, методики определения. Соединения гемоглобина. Цветовой показатель крови. Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и факторы, влияющие на нее. Понятие об эритроцитозе. Гемолиз, его виды. Физиологический эритроцитоз, условия и механизмы его развития. Нервная и гуморальная регуляция эритропоэза.

Лейкоциты, их виды, количество, методики подсчета. Понятие о лейкоцитозе и лейкопении. Лейкоцитарная формула. Функция различных видов лейкоцитов. Физиологический лейкоцитоз, условия и механизмы его развития. Нервная и гуморальная регуляция лейкопоэза.

Тромбоциты, их строение, количество, функции. Возрастные изменения показателей системы крови.

Гемостаз. Процесс свертывания крови (А.А.Шмидт) и его значение. Современные представления об основных факторах, участвующих в свертывании крови (тканевые, плазменные, тромбоцитарные, эритроцитарные, лейкоцитарные). Фазы свертывания крови. Фибринолиз. Роль сосудистой стенки в регуляции свертывания крови и фибринолизе. Свертывающая, противосвертывающая и фибринолитическая системы крови как главные аппараты функциональной системы поддержания ее жидкого состояния. Понятие о системе РАСК. Факторы, ускоряющие и замедляющие свертывание крови. Регуляция гемостаза. Возрастные изменения системы гемостаза.

Лабораторно-клинические методики исследования крови и лимфы. Группы крови (система АВО, резус-принадлежность). Правила переливания крови. Кровезаменяющие растворы.

Лимфа, ее состав, количество, функции, физиологическое значение. Внесосудистые жидкие среды организма (интерстициальная, спинномозговая, синовиальная, плевральная, перитонеальная, жидкая среда глазного яблока, слизь), их роль в обеспечении жизнедеятельности клеток организма.

### **Тема 5. Тема 5 Физиология кровообращения**

Типы транспортных систем, эволюция системы кровообращения, общий план строения системы кровообращения у млекопитающих и человека. Роль системы кровообращения в поддержании гомеостаза. Лимфатическая система и ее функция.

Свойства сердечной мышцы. Структура кардиомиоцитов, нексусы и их роль в формировании функционального синцития предсердной и желудочковой мышцы. Возбудимость, рефрактерность. Генерация потенциалов покоя и действия, роль калиевых, натриевых и кальциевых каналов в формировании различных фаз потенциала действия, конфигурация потенциалов действия в различных клеточных структурах сердца. Автоматизм, механизм генерации автоматических импульсов, роль токов Са<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> в развитии диастолической деполяризации и реполяризации мембраны, градиент автоматизма, проводящая система сердца. Скорость проведения возбуждения в различных отделах сердца. Электрокардиограмма, происхождение зубцов и интервалов, изменение электрокардиограммы при нарушении генерации импульсов или их проведения (тахикардия, брадикардия, экстрасистолия, блокада проводимости, фибрилляция). Электрическая ось сердца, векторкардиография. Сократительные свойства сердечной мышцы: сократительные белки, их взаимодействие, особенности Т-системы кардиомиоцитов и роль Са<sup>+</sup> в механизме сокращения, электромеханическое сопряжение. Работа сердца. Кардиодинамика: временная организация сердечного цикла; давление в полостях сердца и крупных сосудах по ходу сердечного цикла; венозный приток к сердцу и его насосная функция. Сердечный выброс. Ультразвуковое исследование сердца.

Регуляция деятельности сердца. Гетерометрическая миогенная ауторегуляция при изменении притока крови и сопротивления в аорте (закон Франка-Старлинга). Нервная регуляция: иннервация сердца парасимпатическая и симпатическая; медиаторные механизмы нервного контроля (типы рецепторов, внутриклеточные посредники). Внутрисердечная нервная система, ее регуляторная роль, взаимодействие с экстракардиальными нервами. Рефлексогенные зоны высокого и низкого давления, хемоцептивные зоны (каротидная и аортальная), центральные механизмы регуляции сердечной деятельности. Гуморальная регуляция: адреналин, кортикостероиды, тиреоидный гормон, инсулин, глюкагон, прямое действие PO<sub>2</sub> и PCO<sub>2</sub>. Кровообращение в сосудах. Функциональная классификация кровеносных и лимфатических сосудов: сосуды резистивные и емкостные, их особенности. Основные законы гемодинамики: сопротивление, давление, скорость кровотока (объемная, линейная) в различных отделах системы кровообращения, ламинарный и турбулентный кровоток. Кровяное давление (систолическое, диастолическое, среднее, пульсовое, артериальное и венозное). Гравитационный фактор в системе кровообращения, механизмы, способствующие венозному возврату к сердцу. Сосудистый тонус, механизмы его формирования, влияние гормональных и биологически активных субстанций на сосудистый тонус (адреналин, вазопрессин, ангиотензин II, тироксин, кортикостероиды, предсердный натриопептид, ангиогенин, серотонин, гистамин, простагландины, брадикинин, медуллин, NO). Нейрогенные влияния на сосудистый тонус ( $\alpha$ - и  $\beta$ -адренергические механизмы, парасимпатическая регуляция). Регуляция системы кровообращения. Рефлекторная саморегуляция в системе кровообращения: прессоцептивные сосудистые зоны высокого и низкого давления, хемоцептивные зоны; сосудодвигательный центр и его функциональная организация; эфферентные механизмы регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления, роль центров ствола мозга, гипоталамуса и коры мозга в регуляции кровообращения.

### **Тема 6. . Тема 6. Физиология дыхания.**

Представление о сущности дыхания. Эволюция дыхательной функции. Основные этапы процесса дыхания. Дыхательный цикл. Физиология дыхательных путей. Регуляция их просвета. Значение мерцательного эпителия. Вентиляция легких (минутная, альвеолярная), ее неравномерность в разных отделах органа. Механизм вдоха и выдоха. Давление в плевральной полости, его изменение при дыхании. Эластические свойства легких и стенок грудной полости. Сурфактант и его роль в обеспечении равномерного растяжения альвеол. Спирометрия, спирография, пневмография. Газообмен в легких. Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха. Относительное постоянство состава альвеолярного воздуха. Напряжение газов, растворенных в крови, методы их измерения. Парциальное давление газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) в альвеолярном воздухе. Свойства легочной мембраны. Диффузионная способность легких. Отношение между кровотоком и вентиляцией легких. Недыхательные функции легких. Транспорт газов ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) кровью. Гемоглобин, его формы. Миоглобин. Факторы, влияющие на образование и диссоциацию оксигемоглобина. Содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в артериальной и венозной крови. Оксигеметрия. Кислородная емкость крови. Коэффициент утилизации  $O_2$  в разных условиях. Образование и диссоциация бикарбонатов и карбогемоглобина. Значение карбоангидразы. Газообмен между кровью и тканями. Напряжение  $O_2$  и  $CO_2$  в тканевой жидкости и клетках. Регуляция дыхания. Структуры ЦНС, обеспечивающие дыхательную периодику. Рецепторы легких (растяжения, ирритантные, юкстаальвеолярные), их роль в саморегуляции дыхания. Рефлексы Геринга и Брейера. Рефлексы на раздражение дыхательных мышц, их значение в компенсации дыхательных нагрузок. Дыхательный центр, его организация, функциональные свойства дыхательных нейронов продолговатого мозга, гипотезы автоматизма дыхания. Значение гипоталамуса, лимбической системы и коры больших полушарий в регуляции дыхания. Условно-рефлекторная и произвольная регуляция дыхания. Влияние на частоту и глубину дыхания газового состава и рН артериальной крови. Центральные и периферические хеморецепторы. Их значение в обеспечении газового гомеостаза. Изменение вентиляции легких при гиперкапнии и гипоксии. Дыхание при физической работе, при повышенном и пониженном давлении. Резервные возможности системы дыхания. Защитные дыхательные рефлексы. Дыхание и речь. Функциональная система поддержания постоянства газового состава крови. Первый вдох новорожденного. Роль аквапорина-4 в резорбции жидкости из альвеол и дыхательных путей в период рождения. Возрастные особенности дыхания.

#### **Тема 7. Физиология водно-солевого обмена и функции почек**

Жидкостные среды организма, их состав: пути поступления воды и солей в организм, их распределение, обмен между секторами, пути выведения. Роль системы выделения в поддержании физико-химического гомеостаза внутренней среды. Эволюция системы выделения. Почка млекопитающих - мультифункциональный гомеостатический орган. Функциональная единица почки - нефрон, его части. Основные процессы мочеобразования - фильтрация, реабсорбция, секреция, осмотическое концентрирование. Клубочковая ультрафильтрация - начальный процесс мочеобразования: почечный кровоток, его особенности, структура клубочкового фильтра, механизм ультрафильтрации (соотношение действующих сил), скорость клубочковой фильтрации, состав ультрафильтрата. Ауторегуляция почечного кровотока и фильтрации, миогенный механизм, роль юкстамедуллярного аппарата. Нейрогенные и гуморальные внепочечные механизмы регуляции фильтрации. Канальцевые процессы. Транспорт активный и пассивный (диффузия по градиенту, увеличение потоком реабсорбированной жидкости, транспорт с переносчиком). Проксимальный и дистальный транспорт натрия и его особенности, энергетическое обеспечение транспорта натрия, Na-K-АТФаза. Роль перитубулярных капилляров в регуляции проксимальной реабсорбции, клубочково-канальцевый баланс. Внепочечные механизмы регуляции транспорта натрия. Транспорт калия - реабсорбция в проксимальном извитом сегменте, секреция в дистальном. Регуляция транспорта калия. Клеточные механизмы действия альдостерона на почку. Транспорт бикарбонатов в проксимальном и дистальном отделах нефрона, роль карбоангидразы. Секреция эндогенных и экзогенных низкомолекулярных соединений. Субстратная индукция секреторного процесса.

Транспорт органических веществ (белки, аминокислоты, сахара и др.), сопряжение транспорта органических веществ и ионов с транспортом натрия. Процесс осмотического концентрирования. Противоточно-поворотная умножительная система, ее элементы, роль активной реабсорбции натрия в толстом колоне петли Генле; реабсорбция натрия в собирательных трубках и создание продольного осмотического градиента; роль рециркуляции мочевины для создания осмотического градиента в мозговом веществе почки; антидиуретический гормон (вазопрессин), регуляция проницаемости эпителия собирательных трубок для воды, клеточные механизмы реализации сигнала вазопрессина в собирательных трубках, аквапорины; модуляция эффекта вазопрессина (кортикостероиды, простагландины и др.). Осморегуляция. Рецепторные зоны мозга и периферии, гипоталамо-гипофизарная нейросекреторная система, биосинтез и секреция вазопрессина, регуляция реабсорбции осмотически свободной воды. Несахарный диабет. Волюморегуляция. Рецепторные зоны сердца, крупных сосудов, других областей. Эфферентные механизмы регуляции экскреции натрия: нервная регуляция, ренин-ангиотензин-альдостероновая система (РААС), предсердный натриуретический пептид (ПНП), вазопрессин. Взаимодействие осмо- и волюморегуляции.

Поведенческие механизмы коррекции водно-электролитного баланса (жажда, солевой аппетит). Регуляция ионного баланса. Альдостерон и равновесие концентрации натрия и калия. Внепочечные механизмы регуляции уровня калия в крови (инсулин, катехоламины, клеточный захват калия). Регуляция концентрации кальция в крови (паратгормон, тиреокальцитонин, витамин Д). Регуляция кислотно-основного баланса: внепочечные механизмы регуляции внутриклеточного рН, роль дыхательной системы в удалении летучих кислот, почечные механизмы регуляции рН плазмы крови (секреция водородных ионов, аммиака, реабсорбция бикарбонатов, сопряжение с транспортом натрия и калия). Функция мочевыводящих путей (лоханка, мочеточники, мочевой пузырь), рефлекторная регуляция мочеиспускания. Клинико-диагностические методы исследования функции почек.

#### **Тема 8. Физиология пищеварения. Питание и пищевое поведение.**

Пищевая мотивация. Физиологические основы голода и насыщения. Функциональная система, поддерживающая постоянство питательных веществ в крови. Типы пищеварения (внутриклеточное, полостное, мембранное), основные этапы. Пищеварительный конвейер, его функции (секреция, моторика, всасывание). Основные принципы и механизмы регуляции пищеварения. Фазы секреции главных пищеварительных желез. Непищеварительные функции пищеварительной системы. Эндокринная функция пищеварительного тракта, эффекты гастроинтестинальных гормонов. Инкреция пищеварительных ферментов. Иммунная система пищеварительного тракта. Периодическая деятельность органов пищеварения

Методики изучения функций пищеварительного тракта И.П.Павлов - создатель хронических экспериментальных методик исследования пищеварения. Методики исследования пищеварения у человека, значение для клиники. Пищеварение в полости рта. Механическая и химическая обработка пищи. Жевание, его особенность в связи с видом пищи. Регуляция жевания. Слюноотделение. Количество, состав и свойства слюны. Ее значение в пищеварении. Регуляция слюноотделения. Глотание, его фазы, методики изучения, регуляция. Пищеварение в желудке, его роль в пищеварительном конвейере. Секреторная деятельность желудка. Состав и свойства желудочного сока. Регуляция секреции желудочных желез. Адаптивные изменения желудочной секреции. Моторная и эвакуаторная деятельность желудка, ее регуляция.

Пищеварение в тонкой кишке. Двенадцатиперстная кишка. Состав и свойства поджелудочного сока, механизмы адаптации его секреции к виду пищи. Регуляция панкреатической секреции. Печень, ее функции. Состав и свойства желчи, значение в пищеварении. Желчеобразование и желчевыделение, их регуляция.

Кишечная секреция. Состав и свойства кишечного секрета. Регуляция кишечной секреции. Полостной и мембранный (А.М. Уголев) гидролиз питательных веществ. Моторная деятельность тонкой кишки. Регуляция, значение для пищеварения. Пищеварение в толстой кишке. Значение микрофлоры и газа в кишечнике. Моторика толстой кишки. Дефекация. Всасывание. Всасывание различных веществ в отделах пищеварительного тракта, его механизмы. Регуляция всасывания. Методики изучения всасывания.

### **Тема 9. Тема 9. Обмен веществ и энергии. Терморегуляция**

Общее понятие об обмене веществ в организме. Обмен веществ между организмом и внешней средой как основное условие жизни и сохранения гомеостаза. Пластическая и энергетическая роль питательных веществ. Энергетический баланс организма. Калорийность и физиологическая ценность различных питательных веществ. Прямая и непрямая калориметрия. Калорийский эквивалент кислорода. Дыхательный коэффициент. Основной обмен, величина, факторы его определяющие. Специфически-динамическое действие питательных веществ. Рабочий обмен. Энергетические затраты организма при разных видах труда. Возрастные особенности обмена веществ. Физиологические основы рационального питания. Теория сбалансированного и адекватного питания. Виды клинического питания. Нормы питания, зависимость от возраста, видов труда и состояния организма.

Термогегуляция. Постоянство температуры внутренней среды организма как необходимое условие нормального протекания метаболических процессов. Пойкило- гомойо- и гетеротермия. Температура тела человека, ее суточные колебания. Температура различных участков кожных покровов и внутренних органов человека. Физическая и химическая терморегуляция. Обмен веществ как источник образования тепла. Роль отдельных органов в теплопродукции. Теплоотдача. Способы отдачи тепла с поверхности тела (излучение, проведение, испарение). Физиологические механизмы теплоотдачи (кровоток в кожных сосудах, потоотделение и др.). Периферические и центральные механизмы терморегуляции. Терморцепторы. Центр терморегуляции. Нервные и гуморальные механизмы терморегуляции, Функциональная система, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды при изменениях температуры внешней среды. Возрастные особенности терморегуляции.

### **Тема 10. Тема 10. Физиология желез внутренней секреции**

Основные типы физиологических эффектов гормонов в регуляции функций. Химическая структура гормонов и ее связь с биологической активностью. Типы, классы и семейства химических соединений, обладающих гормональной активностью. Функционально-структурная организация молекулы гормона. Основные закономерности секреции гормонов. Физиологические механизмы регуляции функций эндокринных желез. Циркуляторный транспорт и разрушение гормонов во внутренней среде организма, выведение метаболитов. Механизмы действия гормонов на клетки. Типы и основные механизмы рецепции гормонов в тканях и инициации гормональных сигналов. Генерация вторичного сигнала и ее регуляция. Гормональная регуляция процессов роста в организме. Роль соматотропного гормона. Гипоталамическая регуляция секреции гормона роста. Влияние кортикостероидов, инсулина, тиреоидных и других гормонов на ростовые процессы. Гормональный контроль процессов развития и дифференцировки. Эндокринная регуляция функции воспроизведения. Становление пола у позвоночных. Половая дифференцировка гипоталамуса. Регуляция биосинтеза андрогенов семенниками и надпочечниками. Механизмы действия на половые органы и анаболические эффекты андрогенов. Биосинтез и регуляция секреции эстрогенов и прогестерона. Половые циклы млекопитающих и человека. Гормоны и беременность. Эндокринная регуляция лактации. Внегонадные эффекты женских половых гормонов. Эндокринная регуляция межклеточного обмена. Гормоны и кальциевый обмен. Биосинтез и регуляция секреции инсулина, глюкагона и адреналина. Взаимоотношения гормональных эффектов в регуляции уровня сахара в крови. Гормоны и регуляция липидного обмена. Гормоны и адаптация. Стресс, роль гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в реализации общего адаптационного синдрома. Симпато-адреналовая система в регуляции адаптивных реакций организма.

### **Тема 11. Физиология анализаторных систем**

Понятие об органах чувств, анализаторах, сенсорных системах. Учение И.П.Павлова об анализаторах. Значение анализаторов в познании мира. Системный характер восприятия. Роль различных видов афферентации: обстановка, пусковой и обратной в процессе познания. Функциональная организация анализаторов. Периферический (рецепторный отдел анализаторов). Проводниковый отдел анализатора. Особенности проведения афферентных возбуждений. Специфические и неспецифические пути. Участие подкорковых образований в проведении и переработке афферентных возбуждений. Кортикальный отдел анализатора. Локализация афферентных функций. Моно- и полимодальные нейроны. Процессы высшего коркового анализа и синтеза афферентных возбуждений. Взаимодействие анализаторов. Закон Вебера-Фехнера. Кодирование информации в различных отделах анализаторов. Голографический принцип в объяснении механизмов восприятия. Регуляция деятельности анализаторов. Адаптация анализаторов. Методики исследования анализаторов. Возрастные изменения сенсорных систем.

Зрительный анализатор. Рецепторный аппарат. Фотохимические процессы в рецепторах сетчатки при действии света. Функции биполярных и ганглиозных клеток сетчатки. Теории цветового зрения (М.В.Ломоносов, Г.Гельмгольц, П.П.Лазарев). Современные представления о восприятии цвета. Основные формы нарушения цветового восприятия. Поле зрения. Острота зрения. Рефракция и аккомодация. Проводниковый и корковый отделы анализатора. Переработка информации на разных его уровнях. Формирование зрительного образа. Роль правого и левого полушария в зрительном восприятии.

Слуховой анализатор. Звукоулавливающие, звукопроводящие и звуковоспринимающие аппараты. Проводниковый и корковый отделы анализаторов. Центральные механизмы анализа звуков. Теории восприятия звуков (Г.Гельмгольц, Г.Бекеш и др.). Бинауральный слух. Вестибулярный анализатор. Роль в оценке положения тела в пространстве и при его перемещении. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы. Особенности деятельности вестибулярного анализатора при ускорениях и в состоянии невесомости. Тренировка вестибулярного аппарата. Двигательный анализатор. Роль в восприятии и оценке положения тела в пространстве, в формировании движений организма. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора. Тактильный анализатор. Роль в восприятии прикосновения, давления и вибрации. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора. Температурный анализатор. Роль в восприятии температуры окружающей и внутренней среды организма. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора.

Обонятельный анализатор. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора. Классификация запахов, теория их восприятия.

Вкусовой анализатор. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора. Классификация вкусовых ощущений. Интероцептивный анализатор. Его роль в поддержании гомеостаза. Рецепторный, проводниковый и корковый отделы анализатора.

Ноцицепция. Биологическое значение боли, проекционные и отраженные боли. Зоны Г.А.Захарьина - Г.Геда. Современные представления о ноцицептивной и антиноцицептивной системах. Общее представление об обезболивании и наркозе. Биологические активные точки и принцип рефлексотерапии. Возрастные особенности анализаторов.

## **Тема 12. ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗМА Биологические основы поведения. ВНД**

Биологические основы поведения. Врожденные формы поведения (безусловные рефлексы и инстинкты), их значение для приспособительной деятельности организма. Достижения этологии в исследовании врожденных форм поведения. Мотивации.

Высшая нервная деятельность. Объективные методы изучения высшей нервной деятельности (И.П.Павлов). Условный рефлекс как форма приспособления животных и человека к изменяющимся условиям существования. Закономерности образования и проявления условных рефлексов. Классификация условных рефлексов. Физиологические механизмы образования условных рефлексов. Их структурно-функциональная основа. Торможение условных рефлексов. Виды коркового торможения. Современные представления о механизмах коркового торможения. Аналитико-синтетическая деятельность коры больших полушарий. Динамический стереотип, его физиологическая сущность, значение для обучения и приобретения трудовых навыков. Архитектура целостного поведенческого акта (П.К.Анохин). Типы высшей нервной деятельности животных и человека (И.П.Павлов), их классификация, характеристика, методики определения. Роль воспитания. Закон силовых отношений и его изменения при различных функциональных состояниях организма. Фазовые явления в коре больших полушарий.

Эмоции, их биологическая роль. Классификация. Теория эмоций. Роль различных структур мозга в формировании эмоциональных состояний. Вегетативные и моторные компоненты эмоций.

Бодрствование. Сон, его виды и фазы. Активный и пассивный сон (И.П.Павлов). Теории о механизмах сна (И.П.Павлов, В.Гесс, П.К.Анохин и др.). Сновидения. Физиологические основы гипнотических состояний.

Особенности высшей нервной деятельности человека и отличие ее от высшей нервной деятельности животных.

И.П.Павлов о первой и второй сигнальных системах. Значение учения о высшей нервной деятельности для теории и практики медицины, педагогики, психологии и философии. Возрастные изменения высшей нервной деятельности

## **Тема 13. Физиологические основы психических функций человека**

Особенности психических функций человека (внимание, восприятие, память, эмоции, мышление, сознание речь). Адаптивная роль психических функций человека. Личностные особенности психических функций человека (способности, типологические особенности, темперамент, характер, социальные установки, направленность мотиваций). Значение функционального состояния центральной нервной системы для осуществления психических функций. Физиологические методики исследования психических функций. Внимание. Значение работ И.П.Павлова и А.А.Ухтомского для понимания физиологических механизмов внимания. Роль процессов торможения в концентрации внимания. Физиологические корреляты внимания. Восприятие. Современные представления об особенностях восприятия у человека. Субъективная сенсорная физиология и психофизические законы. Память, ее виды и механизмы.

Эмоции и мотивации. Эмоции как физиологическое и психологическое состояние. Их значение в целенаправленной деятельности человека. Эмоциональное напряжение (эмоциональный стресс), его роль в возникновении неврозов, в развитии гипертензивных состояний и других психосоматических заболеваний у человека. -

Мышление. Развитие абстрактного мышления у человека. Образное и вербальное мышление. Роль мозговых структур в процессе мышления. Физиологические подходы к изучению процесса мышления. Сознание. Роль учения о высшей нервной деятельности в формировании диалективно-материалистического подхода к проблеме сознания. Подсознание, сверхсознание. Речь. Функции речи. Функциональная асимметрия коры больших полушарий, связанная с развитием речи у человека. Физиологические методики исследования речи у человека. Биомеханика, формирования речевых звуков.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

База научных статей PUBMED - - [www.humbio.ru/humbio/physiology/0005e445.htm](http://www.humbio.ru/humbio/physiology/0005e445.htm)

. Судаков К.В., Нормальная физиология : учебник / под ред. К.В. Судакова. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 880 с. - - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435281.html>

Информационная система. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Во время лекции обучающийся должен вести конспект. Необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания, для дальнейшего уточнения материала у лектора. Обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы самостоятельно, используя рекомендуемую литературу. А также обратиться за пояснениями к преподавателю на ближайшей лекции или консультации перед зачетом (экзаменом). Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.
практические занятия	При выполнении практических работ студент должен ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению, которые содержат учебные цели, перечень основных теоретических вопросов для изучения, перечень практических работ и методику их проведения, указания по оформлению полученных результатов, их обсуждению и выводам, задания для самоконтроля с эталонами ответов, перечень рекомендуемой литературы. В качестве отчета о проделанной работе студент готовит презентацию по выбранной теме.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения самостоятельной работы готовятся преподавателем и выдаются обучающимся с использованием электронных средств обмена информацией в начале учебного семестра
зачет	Подготовка к зачету предполагает систематическое занятие обучающимся по предмету. Посещение лекций и составление конспектов, своевременное их повторение. Ознакомление с новым теоретическим материалом при самостоятельной работе и подготовке к коллоквиуму. . Только систематическое занятие по предмету позволит расширить свой кругозор и подготовится к зачету.

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика живых систем".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### Основная литература:

1. Судаков, К. В. Нормальная физиология : учебник / под ред. К. В. Судакова. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 880 с. - ISBN 978-5-9704-3528-1. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435281.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Будылина, С. М. Нормальная физиология : учебник / под ред. В. П. Дегтярёва, С. М. Будылиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. - ISBN 978-5-9704-2144-4. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421444.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

#### Дополнительная литература:

1. Дегтярев, В. П. Нормальная физиология. Типовые тестовые задания / под ред. В. П. Дегтярева - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 672 с. - ISBN 978-5-9704-2932-7. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429327.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
2. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В двух томах. Том 1 : учебное пособие / Камкин А. Г. , Киселева И. С. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 408 с. - ISBN 978-5-9704-2418-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424186.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
3. Камкин, А. Г. Атлас по физиологии. В двух томах. Том 2 : учебное пособие / Камкин А. Г. , Киселева И. С. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 448 с. - ISBN 978-5-9704-2419-3. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424193.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Теля, Л. З. Нормальная физиология : учебник / под ред. Л. З. Теля, Н. А. Агаджаняна - Москва : Литтерра, 2015. - 768 с. - ISBN 978-5-4235-0167-9. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785423501679.html> (дата обращения: 07.05.2023). - Режим доступа : по подписке.

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика живых систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.