

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Институт животноводства и аквакультуры имени В.И. Наумова
Кафедра крупного животноводства

УТВЕРЖДЕНО
Директор института
животноводства и аквакультуры
имени В.И. Наумова
_____ С.П. Складов
_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Биофизика»
основной профессиональной образовательной программы –
образовательной программы высшего образования

Уровень профессионального образования
высшее образование – бакалавриат

Направление подготовки
06.03.01 Биология

Направленность (профиль) образовательной программы
Молекулярная биология и микробиология

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2025

Директор института _____ С.П. Скляр

ИО заведующего выпускающей
кафедрой _____ С.П. Скляр

Руководитель образовательной _____ А.А. Фисенко

Разработчик,
ст. преподаватель кафедры
крупного животноводства _____ А.А. Фисенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой _____ Н.А. Борош

Содержание

1. Результаты обучения по дисциплине	4
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы	6
3. Структура и содержание дисциплины	6
4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	27
4.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства	27
4.2. Учебное обеспечение дисциплины	27
4.3. Методическое обеспечение дисциплины	28
4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	28
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины	29
6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	35

1. Результаты обучения по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине «Биофизика» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения
1	УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИУК-8.1 Обеспечивает безопасные условия труда на рабочем месте	З-ИУК-8.1. Знать: принципы обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте.
			У-ИУК-8.1. Уметь: применять знания принципов обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте.
			В-ИУК-8.1. Владеть: навыками использования принципов обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте.
2	ОПК-2. Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ИОПК-2.1 Анализирует принципы структурно-функциональной организации биологических объектов с использованием физиологических, цитологических, биохимических, биофизических методов анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	З-ИОПК-2.1. Знать: принципы клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов регуляции жизнедеятельности организма
			У-ИОПК-2.1. Уметь: применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения
			В-ИОПК-2.1. Владеть: навыками использования принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности в своей профессиональной деятельности
		ИОПК-2.2 Демонстрирует знание основных систем жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики	З-ИОПК-2.1 Знать: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и животных, способы восприятия, хранения и передачи информации
			У-ИОПК-2.1 Уметь: применять знания об основных системах жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и животных, способах восприятия, хранения и передачи информации, ориентироваться в современных методических подходах и проблемах биофизики.
			В-ИОПК-2.1 Владеть: навыками использования принципами жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и животных, методологическими подходами в биофизике.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «*Биофизика*» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «*Биофизика*» составляет 2 зачетных единицы /72 часа (таблица 2).

Содержание дисциплины «*Биофизика*» представлено в таблицах 3–6.

Таблица 2. Структура дисциплины
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам
		№4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	48,2	48,2
Аудиторная работа	48	48
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
практические занятия (ПЗ)	32	32
лабораторные работы (ЛР)	-	-
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
консультации перед экзаменом	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	23,8	23,8
реферат/эссе (подготовка)	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	23,8	23,8
Подготовка к экзамену (контроль)	-	-
Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)	-	-
Вид промежуточного контроля:	Зачет 0,2	

Таблица 3. Содержание дисциплины

№ п/п	Название раздела дисциплины	Форма образовательной деятельности	Количество часов		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6
1	Предмет, задачи и становление биофизики	занятия лекционного типа	всего	2	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		занятия семинарского типа	всего	3	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		1	-
2	Кинетика биологических процессов	занятия лекционного типа	всего	1	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		занятия семинарского типа	всего	3	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-
3	Термодинамика биологических процессов	занятия лекционного типа	всего	1	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-
4	Основы молекулярной биофизики	занятия лекционного типа	всего	1	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-

		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		1	-	-
5	Пространственная организация биополимеров	занятия лекционного типа	всего	1	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
6	Структура и функционирование биологических мембран	занятия лекционного типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
7	Транспорт веществ через биологические мембраны	занятия лекционного типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
8	Биоэлектрические потенциалы	занятия лекционного типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского	всего	5	-	-

		типа	в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		1,8	-	-
9	Биофизика сократительных систем	занятия лекционного типа	всего	-	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
10	Биофизика фотобиологических процессов	занятия лекционного типа	всего	-	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
11	Биологическое действие ионизирующих излучений	занятия лекционного типа	всего	-	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	3	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
12	Биофизика фотобиологических процессов	занятия лекционного типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме	-	-	-

			практической подготовки			
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
13	Биологическое действие ионизирующих излучений	занятия лекционного типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		занятия семинарского типа	всего	2	-	-
			в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
		самостоятельная работа обучающихся		2	-	-
зачет				0,2	-	-
Итого				72	-	-

Таблица 4. Содержание занятий лекционного типа

№ п/п	Название раздела дисциплины	Содержание занятий лекционного типа	Код результата обучения	Количество часов		
				очная форма обучения	очно- заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6	7
1	Предмет, задачи и становление биофизики	Предмет и задачи биофизики. Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития биофизики. Разделы современной биофизики.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
2	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. Временная иерархия и принцип "узкого места" в биологических системах. Управляющие параметры. Быстрые и медленные переменные. Способы математического описания пространственно неоднородных систем. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-

3	Термодинамика биологических процессов	Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Изменение энтропии в открытых системах. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Связь между величинами химического сродства и скоростями реакций. Термодинамическое сопряжение реакций и тепловые эффекты в биологических системах. Применение линейной термодинамики в биологии. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-
4	Основы молекулярной биофизики	Гетерогенность всех уровней биологической организации. Информационные биомолекулы. Связь высокого уровня химической и структурной индивидуализации с биологической функциональностью. Хиральность биологических молекул, обладающих определенными оптически-активными конфигурациями. Типы хиральности: центральная, аксиальная, планарная, спиральная. Электронно-конформационные взаимодействия в биологических молекулярных и надмолекулярных системах. Молекулярное узнавание как основное свойство регулируемой и регулирующей системы. Обучающиеся и не обучающиеся узнающие системы. Комплементарное связывание нуклеотидов, как вариант молекулярного узнавания. Ферментативное узнавание при биосинтезе белка. Взаимодействие, определяющее узнавание субстрата или ингибитора белком. Сигнатура молекулы.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-
5	Пространственная организация биополимеров	Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Статистический характер конформации биополимеров. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-

		Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Расчет общей конформации энергии биополимеров. Факторы стабилизации макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Переходы спираль-клубок. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка.				
6	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. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
7	Транспорт веществ через биологические мембраны	Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-

		раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Активный транспорт веществ. Опыт Уссинга. Уравнение Уссинга-Теорелла. Электрогенные ионные насосы. Молекулярный механизм работы ионных АТФаз.				
8	Биоэлектрические потенциалы	Потенциал покоя, его происхождение. Ионные каналы; теория одноканального транспорта. Ионотропы: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных путей переноса ионов. 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. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи. Математическая модель нелинейных процессов мембранного транспорта. Флуктуации напряжения и проводимости в модельных и биологических мембранах. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
9	Биофизика сократительных систем	Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические,	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	-	-	-

		энергетические и мощностные характеристики сократительных систем. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.				
10	Биофизика рецепции	Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем. Фоторецепция. 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.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	-	-	-
11	Биофизика системы кровообращения	Реологические свойства крови. Реология, гемореология. Вязкость. Основной закон вязкого течения. Формула Ньютона. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Ламинарное и турбулентное течение. Основные законы гемодинамики. Основные гемодинамические показатели: давление, объемная скорость кровотока, линейная скорость кровотока. Закон Гагена-Пуазейля. Границы применимости закона Пуазейля. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы. Кинетика кровотока в	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	-	-	-

		эластичных сосудах. Пульсовая волна. Амплитуда пульсовой волны. Динамика движения крови в капиллярах. Фильтрационно-реабсорбционные процессы в капиллярах.				
12	Биофизика фотобиологических процессов	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. Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронноконформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
13	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	3-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-

		биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений. Индивидуальные и стационарные дозиметры. Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на ферменты, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы. Первичные процессы, приводящие к инаktivации макромолекул при прямом действии радиации. Первичные продукты радиолиза и дальнейшая судьба облученных макромолекул. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов. Взаимодействие растворенных молекул с продуктами радиолиза растворителей. Эффект Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиолизе молекул. Радиационная биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Анализ механизмов лучевого поражения клеток. Роль молекулярных механизмов репарации ДНК и репарационных ферментов в лучевом поражении клетки. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки. Окислительные процессы в липидах и антиокислительные системы, участвующие в первичных биофизических и последующих лучевых реакциях. Радиационная биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Отдаленные последствия малых доз				
--	--	--	--	--	--	--

		радиации на организм. Особенности действия внешнего и инкорпорированного, общего и локального, острого и хронического, однократного и многократного облучения организмов разными типами радиации.				
Итого				16	-	-

Таблица 5. Содержание и формы занятий семинарского типа

№ п/ п	Название раздела дисциплины	Формы и содержание занятий семинарского типа Практические работы	Код результата обучения	Количество часов, в том числе в форме практической подготовки		
				очная форма обучения	очно- заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6	7
1	Предмет, задачи и становление биофизики	Практическая работа 1. Измерение. Погрешности измерений. 2. Обработка результатов физического и медико-биологического эксперимента.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	3	-	-
2	Кинетика биологических процессов	Практическая работа Математическое моделирование в биофизике	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	3	-	-

3	Термодинамика биологических процессов	Практическая работа Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
4	Основы молекулярной биофизики	Практическая работа Молекулярное узнавание как основное свойство регулируемой и регулирующей системы. Обучающиеся и не обучающиеся узнающие системы. Комплементарное связывание нуклеотидов, как вариант молекулярного узнавания. Ферментативное узнавание при биосинтезе белка.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
5	Пространственная организация биополимеров	Практическая работа Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
6	Структура и функционирование биологических мембран	Практическая работа Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-

7	Транспорт веществ через биологические мембраны	Практическая работа Изучение односторонней проницаемости животных мембран	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
8	Биоэлектрические потенциалы	Практическая работа 1. Электрогенез в клетках. Потенциал покоя, потенциал действия. 2. Автоволны в активных средах.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	5	-	-
9	Биофизика сократительных систем	Практическая работа Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
10	Биофизика рецепции	Практическая работа Механорецепция. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
11	Биофизика системы кровообращения	Практическая работа 1. Моделирование кинетики кровотока в эластичном сосуде (модель Франка). 2. Модель фильтрационно-реабсорбционных процессов в капиллярах.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В-ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	3	-	-

12	Биофизика фотобиологических процессов	Практическая работа Защита от лазерного излучения.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК- 2.1, У-ИОПК-2.1, У- ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В- ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
13	Биологическое действие ионизирующих излучений	Практическая работа Защита от ультрафиолетового излучения.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК- 2.1, У-ИОПК-2.1, У- ИПК-6.4, В-ИУК-8.1, В- ИОПК-2.1, В-ИОПК-2.1, В-ИПК-6.4	2	-	-
Итого				32	-	-

Таблица 6. Содержание и формы самостоятельной работы обучающихся

№ п/ п	Название раздела дисциплины	Формы и содержание самостоятельной работы обучающихся	Код результата обучения	Количество часов		
				очная форма обучения	очно- заочная форма обучения	заочная форма обучения
1	2	3	4	5	6	7
1	Предмет, задачи и становление биофизики	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. История развития биофизики.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-
2	Кинетика биологических процессов	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
3	Термодинамика биологических процессов	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
4	Основы молекулярной биофизики	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Межклеточные взаимодействия. Динамический характер межклеточных взаимодействий. Опыты Уилсона (1907). Химическая сигнализация между клетками при межклеточных взаимодействиях. Гипотеза Эдельмана.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1	-	-

5	Пространственная организация биополимеров	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Современные представления о механизмах ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
6	Структура и функционирование биологических мембран	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
7	Транспорт веществ через биологические мембраны	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Вторичный ионный транспорт: унипорт, антипорт, симпорт. Липидные поры. Модель критической поры. Температурный фазовый переход мембранных липидов. Липидные поры и проницаемость мембран.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-
8	Биоэлектрические потенциалы	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	1,8	-	-
9	Биофизика сократительных систем	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК-6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК-6.4	2	-	-

10	Биофизика рецепции	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК- 6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК- 2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК- 6.4	2	-	-
11	Биофизика системы кровообращения	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Биофизические функции элементов сердечно-сосудистой системы.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК- 6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК- 2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК- 6.4	2	-	-
12	Биофизика фотобиологических процессов	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Электронноконформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электронтранспортных цепях при фотосинтезе.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК- 6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК- 2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК- 6.4	2	-	-
13	Биологическое действие ионизирующих излучений	Закрепление пройденного материала. Подготовка к лабораторным работам. Работа с лекционным материалом, основной и дополнительной литературой, интернет – ресурсами. Радиационная биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий.	У-ИУК-8.1, У-ИОПК-2.1, У-ИОПК-2.1, У-ИПК- 6.43-ИУК-8.1, 3-ИОПК- 2.1, 3-ИОПК-2.1, 3-ИПК- 6.4	2	-	-
Итого				23,8	-	-

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, дисциплины «Биофизика» представлен в таблице 7.

Таблица 7. Программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Программное обеспечение	Страна производства	Реквизиты документа
Лицензионное программное обеспечение			
1.	Microsoft	США	Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021
Свободно распространяемое программное обеспечение			
2.	Adobe Acrobat Reader DC	США	открытое лицензионное соглашение GNU
3.	Adobe Foxit Reader	США	открытое лицензионное соглашение GNU
4.	WinRar	США	открытое лицензионное соглашение GNU
5.	7Zip	США	открытое лицензионное соглашение GNU
6.	Google Chrome	США	открытое лицензионное соглашение GNU
7.	Mozilla Firefox	США	открытое лицензионное соглашение GNU
8.	Linux	Финляндия	открытое лицензионное соглашение GNU
9.	Scilab	Франция	открытое лицензионное соглашение GNU

4.2. Учебное обеспечение дисциплины

Учебное обеспечение дисциплины «Биофизика» представлено в таблице 8.

Таблица 8. Обеспеченность дисциплины учебными изданиями

№ п/п	Учебное издание	Вид учебного издания	Количество экземпляров
1.	Волькенштейн, М.В. Биофизика: учебное пособие / М. В. Волькенштейн. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург:	электронное	

	Лань, 2022. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0851-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210956 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
2.	Присный, А.А. Биофизика. Курс лекций: учебное пособие для вузов / А. А. Присный. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 188 с. — ISBN 978-5-507-47726-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/409487 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронное	
3.	Биофизика: учебно-методическое пособие / составители А. С. Дюкова [и др.]. — Кострома: КГУ, 2021. — 67 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/177616 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронное	

4.3. Методическое обеспечение дисциплины

Методическое обеспечение дисциплины «*Биофизика*» представлено в таблице 9.

Таблица 9. Обеспеченность дисциплины методическими изданиями

№ п/п	Методическое издание	Вид методического издания	Количество экземпляров
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

4.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем дисциплины «*Биофизика*» представлен в таблице 10.

**Таблица 10. Современные профессиональные базы данных и
информационные справочные системы**

№ п/п	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	Режим доступа
1	https://e.lanbook.com	для авториз. пользователей.
2	Сайт дистанционного обучения СПбГАУ [Электронный ресурс]	http://lms.spbgau.ru/
3	Открытая физика [Электронный ресурс]: [интерактивный учебник]	http://www.physics.ru/
4	Библиоклуб.ру [Электронный ресурс]: [интерактивный учебник]	http://biblioclub.ru/

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Биофизика» представлено в таблице 11.

Таблица 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	2	3
1.	1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов 1.1 Аудитория 1312 - учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации на 60 мест (108,73 м²) Оборудование аудитории: стол – 31 шт.; стул – 61 шт.; шкаф/стеллаж – 1; персональный компьютер в сборе (комплект) – моноблок Lenovo – 1 шт.; доска-экран – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; сетевой фильтр Buro 1.8 метра – 1 шт.; акустическая колонка Behringer – 2 шт.; кронштейн ONSTAGE (в комплекте 2 кронштейна); регулятор уровня и тембра Extron; Коммутатор Extron; панель-переходник Kramer; усилитель-распределитель Kramer; контроллер Kramer; мастер-контроллер Kramer; комплект беспроводных микрофонов Behringer; кабель TRIUMPH microUSB – USB A. Программное обеспечение Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, PowerPoint), GIMP, Adobe Acrobat Reader, InkScape.	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 223.8
2.	2. Учебные аудитории для проведения лабораторных работ 2.1 Аудитория 1423 – учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 10 человек (43,34 м²): Оборудование аудитории: стол – 6 шт.; стул – 11 шт.; шкаф для наглядных пособий – 1 шт.; мойка 1 шт.; стол-мойка – 1 шт.; автоматизированное рабочее место: персональный компьютер В 161 в составе: АТХ 200 G4620 DDR4/500 Gb/a + МОНИТОР ACER V226HQL диаг.21.5д. + МЫШЬ + КЛАВ – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; доска-экран – 1 шт. Лабораторные установки: ФЛ19 Модуль «Изучение свойств сегнеоэлектриков» – 1 шт.; ФЛ20 Модуль «Определения отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона» – 1 шт.; ФЛ21 Модуль «Изучение	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 113.15

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	магнитного поля соленоида с помощью датчика Холла» – 1 шт.; ФЛ22 Модуль «Изучение явления взаимной индукции» – 1 шт.; ФЛ23 Модуль «Ток в вакууме» – 1 шт.; ФЛ24 Модуль «Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов» – 1 шт.; ФЛ25 Модуль «Изучение процессов заряда и разряда конденсатора» – 1 шт.; ФЛ26 Модуль «Изучение электрических процессов в простых линейных цепях» – 1 шт.; ФЛ27 Модуль «Изучение затухающих колебаний» – 1 шт.; ФЛ28 Модуль «Изучение вынужденных колебаний» – 1 шт.; ФЛ29 Модуль «Изучение релаксационных колебаний» – 1 шт.; ФЛ30 Модуль «Изучение связанных контуров» – 1 шт.; ФЛ31 Модуль Изучение частоты методом двойной круговой развертки» – 1 шт.; ФЛ32 Модуль «Магазин емкостей» – 4 шт.; ФЛ33 Модуль «Магазин сопротивлений» – 4 шт.; ФЛ34 Источник питания – 15 шт.; ФЛ35 Осциллограф – 15 шт.; ФЛ36 Мультиметр – 15 шт.; ФЛ37 Звуковой генератор со стойкой – 15 шт. Программное обеспечение Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, Power-Point), GIMP, Adobe Acrobat Reader, Inkscape	
3.	2.2 Аудитория 1424 – учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 10 человек (49,59 м²): Оборудование аудитории: стол – 6 шт.; стул – 11 шт.; шкаф-стеллаж – 1 шт.; мойка – 1 шт.; стол-мойка – 1 шт.; автоматизированное рабочее место; персональный компьютер В 161 в составе: АТХ 200 G4620 DDR4/500 Gb/a + МОНИТОР ACER V226HQL диаг.21.5д. + МЫШЬ + КЛАВ – 1 шт.; доска-экран – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; источник бесперебойного питания Nirron – 1 шт.; сетевой фильтр Виро 1.8 метра – 1 шт. Лабораторные установки: ФЛ38 Геометрическая оптика, поляризация и дифракция – 1 шт.; ФЛ39 Интерференция – 1 шт.; ФЛ 40 Дифракция – 1 шт.; ФЛ41 Геометрическая оптика – 1 шт.; ФЛ42 Дисперсия и дифракция – 1 шт.; ФЛ43 Спектры поглощения и пропускания – 1 шт.; ФЛ44 АРМС для исследования и демонстрационных опытов по дифракции с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт. Программное обеспечение	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 113.12

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, Power-Point), GIMP, Adobe Acro-bat Reader, InkScap	
4.	2.3 Аудитория 1425 – учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 10 человек (42,36 м²): Оборудование аудитории: стол – 6 шт.; стул – 11 шт.; шкаф для наглядных пособий – 1 шт.; мойка – 1 шт.; стол-мойка – 1 шт.; автоматизированное рабочее место: персональный компьютер В 161 в составе: АТХ 200 G4620 DDR4/500 Gb/a + МОНИТОР ACER V226HQL диаг.21.5д. + МЫШЬ + КЛАВ – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; доска-экран – 1 шт. Лабораторные установки: ФЛ11 Установка для определения вязкости воздуха – 1 шт.; ФЛ12 Установка для определения коэффициента теплопроводности – 1 шт.; ФЛ13 Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении в постоянном объеме – 1 шт.; ФЛ14 Установка для изучения зависимости скорости воздуха от температуры – 1 шт.; ФЛ15 Установка для исследования теплоемкости твердого тела – 1 шт.; ФЛ16 Установка для определения теплоты парообразования – 1 шт.; ФЛ17 Аквадистиллятор – 1 шт.; ФЛ18 Установка для определения универсальной газовой постоянной – 1 шт. Программное обеспечение Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, Power-Point), GIMP, Adobe Acro-bat Reader, InkScap	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 113.13
5.	2.4 Аудитория 1427- учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 10 человек (42,85 м²): Оборудование аудитории: стол – 6 шт.; стул – 11 шт.; шкаф/ стеллаж – 1 шт.; мойка – 1 шт.; стол-мойка – 1 шт.; автоматизированное рабочее место: персональный компьютер В 161 в составе: АТХ 200 G4620 DDR4/500 Gb/a + МОНИТОР ACER V226HQL диаг.21.5д. + МЫШЬ + КЛАВ – 1 шт.; доска-экран – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; источник бесперебойного питания Nirron – 1 шт.; сетевой фильтр Buro 1.8 метра – 1 шт.	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 113.10

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	Лабораторные установки: ФЛ1 Установка лабораторная «Машина Автуды» – 1 шт.; ФЛ2 Установка лабораторная «Маятник Максвелла» – 1 шт.; ФЛ3 Установка лабораторная «Маятник универсальный» – 1 шт.; ФЛ4 Установка лабораторная «Маятник Обербека» – 1 шт.; ФЛ5 Установка лабораторная «Унифилярный подвес с пуш-кой» – 1 шт.; ФЛ6 Установка лабораторная «Маятник наклонный» – 1 шт.; ФЛ7 Установка лабораторная «Соударение шаров» – 1 шт.; ФЛ8 Установка лабораторная «Гироскоп» – 1 шт.; ФЛ9 Установка лабораторная «Модуль Юнга и модуль сдвига» – 1 шт.; ФЛ10 Блок электронный – 8 шт. Программное обеспечение Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, Power-Point), GIMP, Adobe Acro-bat Reader, InkScap	
6.	2.5 Аудитория 1428- учебная аудитория для проведения лабораторных работ на 10 человек (42,58 м²): Оборудование аудитории: стол – 6 шт.; стул – 11 шт.; шкаф для наглядных пособий – 1; мойка – 1 шт.; стол-мойка – 1 шт.; автоматизированное рабочее место: персональный компьютер В 161 в составе: АТХ 200 G4620 DDR4/500 Gb/a + МОНИТОР ACER V226HQL диаг.21.5д. + МЫШЬ + КЛАВ – 1 шт.; интерактивный проектор NEC U321Hi MT – 1 шт.; доска-экран – 1 шт. Лабораторные установки: ФЛ45 Установка для изучения космических лучей с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт.; ФЛ46 Установка для определения резонансного потенциала методом Франка и Герца с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт.; ФЛ47 Установка для определения длины пробега альфа-частиц и бета-радиоактивности с ПЭВМ типа IBM PC и осциллографом – 1 шт.; ФЛ48 Установка для изучения р-п перехода с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт.; ФЛ49 Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт.; ФЛ50 Установка для изучения спектра атома водорода – 1 шт.; ФЛ51 Установка для изучения внешнего фотоэффекта и измерения постоянной Планка – 1 шт.; ФЛ52 Установка для изучения абсолютно черного тела – 1 шт.; ФЛ53 Установка для изучения работы сцинтилляционного счетчика и исследования гамма-	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д.2, строение 2, этаж 1, помещение 113.9

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	радиоактивных элементов с ПЭВМ типа IBM PC – 1 шт. Программное обеспечение Операционная система Windows. Прикладные программы MS Office (Word, Power-Point), GIMP, Adobe Acro-bat Reader, InkScap	

6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины

Студенты с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскопечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей, и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта, и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение

внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;

- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Студенты с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскостную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие

осуществлять приём и передачу информации;

- осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования;

- обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);

- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);

- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);

- минимизация внешних шумов;

- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Студенты с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее ознакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы,
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.