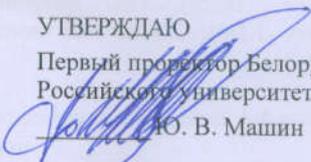


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


А. В. Машин

22.12.2023

Регистрационный № УД-120304/Б.1.0.19/Р

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИВЫХ СИСТЕМ

(название учебной дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Направление подготовки 12.03.04 **БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Направленность (профиль) **Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

Квалификация (степень) **бакалавр**

	Форма обучения
	Очная
Курс	2
Семестр	4
Лекции, часы	34
Практические занятия, часы	16
Зачёт, семестр	4
Контактная работа по учебным занятиям, часы	50
Самостоятельная работа, часы	58
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: «Физические методы контроля»

Составитель: С. А. Точило, канд. мед. наук, доцент

Могилев, 2023 г.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.03.04 Биотехнические системы и технологии (бакалавриат), утвержденным приказом от 19.09.2017 № 950, учебным планом рег. № 120304-2.1, утвержденным 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Физические методы контроля» «17» октября 2023 г., протокол № 2.

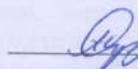
Заведующий кафедрой



А.В. Хомченко

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета «18» октября 2023 г., протокол № 2

Зам. председателя
Научно-методического совета



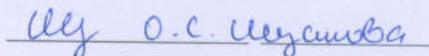
С.А. Сухоцкий

Рецензент: Е.В. Тимошенко, канд. физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой физики и компьютерных технологий Могилевского государственного университета им. А. Кулешова,

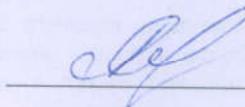
(И.О. Фамилия, должность рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела



О. Е. Печковская

1. Пояснительная записка

1.1. Цель учебной дисциплины

Целью преподавания данной учебной дисциплины является обучение студентов анализу биофизических процессов в живых системах и их структурных элементах различного уровня: клетках и клеточных структурах, тканях, органах и системах организма; умению обосновывать модельные представления о медико-биологических объектах при изучении биофизических процессов, использовать соответствующий математический аппарат при описании биофизических явлений; готовности практически применять полученные знания при решении задач биомедицинской инженерии.

1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основные понятия и законы биофизики, биофизические принципы организации живых систем; биофизические основы функционирования клеток и клеточных структур, тканей, органов и систем организма; механизмы восприятия внешних стимулов и кодирование информации в органах зрения, слуха, кожном, вкусовом и обонятельном анализаторах;

уметь: формулировать проблемы, цели, задачи биофизики; обосновывать модельные представления о медико-биологических объектах при изучении биофизических процессов, использовать соответствующий математический аппарат при описании биофизических явлений;

владеть: основами проведения биофизических исследований.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

«Биофизические основы живых систем» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули), Обязательная часть Блока 1».

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Физика;
- Химия.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Оптическая и лазерная техника и технологии в медицине;
- Тепловизионные и микроволновые аппараты и системы;
- Акустические аппараты и системы;
- Радиационные медицинские аппараты и системы;
- Электромагнитные аппараты и системы;
- Учебно-исследовательская работа студентов.

Кроме того, результаты, полученные при изучении дисциплины на практических занятиях, будут использоваться при прохождении первой и второй производственно-технологической и преддипломной практики, а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем.

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер а тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компет
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение.	Предмет дисциплины и ее задачи. Биофизические процессы в биосистемах. Структура и содержание дисциплины, связь с другими дисциплинами учебного плана. Краткая справка о развитии биофизики.	ОПК-1
2	Тема 2. Основы термодинамики процессов жизнедеятельности.	Термодинамические системы. Функции состояния систем, энтропия биосистем. Основные закономерности термодинамики открытых систем.	ОПК-1
3	Тема 3. Основы молекулярной биофизики.	Проблемы молекулярной биофизики. Макромолекулы, их физические свойства. Состав и структуры белковых молекул, сильные и слабые взаимодействия, связь между первичной и пространственной структурами белка. Нуклеиновые кислоты, генетический код, биосинтез белка. Мутации.	ОПК-1

1	2	3	4
4	Тема 4. Биофизика клеточных процессов.	Функции клеток и клеточных структур, мембранный транспорт веществ. Физические свойства клеток. Клетка как структурная и функциональная единица живого организма. Единые принципы строения клеток. Клеточные мембраны, их структура, конформационные свойства и роль в жизнедеятельности клеток. Искусственные мембраны и их роль в изучении свойств биомембран. Диффузия и уравнения диффузии. Электрохимический градиент. Фильтрация и осмос, осмотическое и онкотическое давления, водный обмен. Активный транспорт веществ, его роль в поддержании ионных градиентов. Основные биофизические методы определения физических свойств клеток.	ОПК-1
5	Тема 5. Биоэлектрические явления.	Пассивные электрические свойства биотканей и электрическая активность биообъектов. Электрическое сопротивление клеток и тканей. Активные биоэлектрические явления. Механизм возникновения биоэлектрических потенциалов. Расчет мембранной разности потенциалов. Потенциал покоя клеток, его физиологические функции. Особенности регистрации биопотенциалов. Потенциал действия. Распространение нервного импульса. Миелиновая оболочка нервного волокна, сальтаторная передача возбуждения. Моделирование процессов нервного возбуждения. Синаптическая передача, химический и электрический механизмы передачи информации в синапсах.	ОПК-1
6	Тема 6. Биофизика мышечных сокращений.	Мышечное сокращение. Структура мышц и мышечных белков. Механизм мышечного сокращения.	ОПК-1
7	Тема 7. Биофизика дыхания.	Биомеханика вдоха и выдоха. Анатомическое и физиологическое мертвое пространство. Минутная альвеолярная вентиляция. Соотношение вентиляции и перфузии в норме и при патологии. Растяжимость легких. Сопротивление дыханию. Работа дыхания. Процессы газообмена в органах и тканях.	ОПК-1
8	Тема 8. Биофизика сердца.	Строение сердечно-сосудистой системы. Сердечный цикл. Преднагрузка сердца и параметры ее определяющие. Сократимость	ОПК-1

		сердца. Сердечный выброс и сердечный индекс. Закон Франка-Старлинга. Постнагрузка сердца. Общее периферическое сосудистое сопротивление, легочное сосудистое сопротивление	
9	Тема 9. Биофизика кровообращения.	Гемодинамика. Движение крови по сосудам. Закон вязкости Ньютона. Поток крови (ламинарный, переходный, турбулентный). Число Рейнольдса. Объемная и линейная скорость кровотока. Условие неразрывности струи. Уравнение Пуазейля. Гидравлическое сопротивление сосуда. Артериальное давление и параметры его определяющие.	ОПК-1
10	Тема 10. Зрительный анализатор.	Строение глаза как оптической системы. Фоторецепторная система глаза. Разрешающая способность глаза. Спектральная чувствительность. Субъективные и физические характеристики цвета. Субъективные эффекты при цветовых ощущениях. Трехкомпонентная теория цветового зрения, векторное представление цвета.	ОПК-1
11	Тема 11. Слуховой анализатор.	Звук. Интенсивность звука. Свойства звука: сила (уровень интенсивности), высота, тембр. Восприятие звука. Этапы преобразования сигнала в органе слуха, микрофонный потенциал. Кодирование информации в органе слуха. Вестибулярный аппарат, его строение и функции.	ОПК-1
12	Тема 12. Рецепция запаха и вкуса.	Рецепция запаха и молекулярное узнавание. Стереохимическая теория восприятия запаха. Экспериментальные исследования рецепции запаха. Вкусовой анализатор, рецепторы вкусовых сосочков. Вкусовая адаптация. Химическое строение вещества и его вкус. Кожный анализатор. Тактильная, болевая и температурная рецепции. Кожные рецепторы. Дифференцированная возбудимость кожного анализатора. Кожные системы связи. Рецепторы мышц и суставов.	ОПК-1

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические (семинарские) занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1									
1	Тема 1. Введение.	2					4		
2-3	Тема 2. Основы термодинамики процессов жизнедеятельности.	4	1. Основы термодинамики процессов жизнедеятельности.	2			6		
4-5	Тема 3. Основы молекулярной биофизики.	4	2. Основы молекулярной биофизики.	2			4	КР	15
6-7	Тема 4. Биофизика клеточных процессов.	4	3. Биофизика клетки. Мембраны.	2			6		
8	Тема 5. Биоэлектрические явления.	2	4. Электропроводность клеток и тканей. Биоэлектрические потенциалы.	2			4	КР ПКУ	15 30
Модуль 2									
9-10	Тема 6. Биофизика мышечных сокращений.	4	5. Мышечное сокращение.	2			6		
11-12	Тема 7. Биофизика дыхания	4	6. Биомеханика дыхания.	2			6		
13	Тема 8. Биофизика сердца.	2					4		

14	Тема 9. Биофизика кровообращения.	2	7. Биофизика кровообращения.	2		6	КР	15
15	Тема 10. Зрительный анализатор.	2				6		
16	Тема 11. Слуховой анализатор.	2	8. Зрительный и слуховой анализаторы. Рецепция запаха и вкуса. Кожный анализатор.	2		6		
17	Тема 12. Рецепция запаха и вкуса.	2					КР ПКУ ПА (зачет)	15 30 40
	Итого	34		16		58		100

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация;

КР – контрольная работа;

Зачет.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51-100	0-50

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение инновационных форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия*	Вид аудиторных занятий**			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные		Зан. 1 - 4		8
2	Мультимедиа	Темы 1-12			34
3	Проблемные / проблемно-ориентированные				
4	Дискуссии, беседы				
5	Деловые игры				
6	Виртуальные				
7	С использованием ЭВМ				
8	Расчетные				
9	Практико-ориентированные		Зан. 5 - 8		8
	ИТОГО	34	16		50

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства контроля знаний студентов входят в состав учебно-методического комплекса дисциплины и хранятся на кафедре. Оценочные средства по дисциплине «Биофизические основы живых систем» включают:

№ п/п	Вид оценочных средств*	Количество комплектов
1	Вопросы к зачету	1
2	Задания для проведения контрольных работ	4

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
1	2	3	4
	Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем. ОПК-1.10. Способен обосновывать биологический и физический смысл происходящих в живой системе процессов и явлений с использованием физико-математического аппарата		
1	Пороговый уровень	Знать и понимать основные понятия и законы биофизики.	Понимает биофизические основы функционирования клеток, тканей и систем организма
2	Продвинутый уровень	Понимать механизмы восприятия внешних стимулов и кодирования информации в	Умеет формулировать проблемы и задачи биофизики

		различных органах	
3	Высокий уровень	Уметь обосновывать модельное представление о медико-биологических объектах, о биофизических процессах.	Умеет использовать математический аппарат при описании биофизических явлений

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
Компетенция ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем.	
Понимает биофизические основы функционирования клеток, тканей и систем организма.	Вопросы к контрольным работам и зачету. Контрольные работы
Умеет формулировать проблемы и задачи биофизики.	Вопросы к контрольным работам и зачету. Контрольные работы
Умеет использовать математический аппарат при описании биофизических явлений	Вопросы к контрольным работам и зачету. Контрольные работы Зачет

5.3 Критерии оценки контрольных работ.

Контрольные работы выполняются по всем дидактическим единицам. Каждая работа включает три теоретических вопроса и оценивается положительной оценкой в диапазоне от 9 до 15 баллов. Каждый теоретический вопрос оценивается в 5 баллов.

При использовании системы тестирования для каждого студента устанавливается случайная выборка из 15 вопросов из каждой дидактической единицы. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 1 балл. В итоге на положительную оценку студент должен дать правильные ответы на 9 и более вопросов. Итоговая оценка получается простым суммированием с округлением до целого числа баллов в пользу студента.

5.4 Критерии оценки зачета.

Зачетный билет включает 4 теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается положительной оценкой в диапазоне от 4 до 10 баллов. Ответы на вопросы оцениваются по следующим критериям.

- ◆ **10 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, использует научную и техническую терминологию, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, дает развернутый ответ на поставленный вопрос и четко отвечает на дополнительные вопросы;
- ◆ **9 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности, в том числе и на дополнительные вопросы;
- ◆ **8 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, отвечает правильно, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, обосновывает выводы и разъясняет их, но допускает ошибки общего характера;

- ◆ **7 баллов** – студент понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновать некоторые выводы, допускает ошибки общего характера, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
- ◆ **6 балла** – студент отвечает в основном правильно на поставленный вопрос, но чувствуется механическое заучивание материала, отсутствует логическая последовательность при изложении ответа, не может ответить на некоторые дополнительные вопросы;
- ◆ **5 балла** – в ответе студента имеются недостатки, в рассуждениях допускаются ошибки, не может ответить на большую часть дополнительных вопросов, но в целом формулирует ответ на вопрос;
- ◆ **4 балла** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», не может ответить на дополнительные вопросы;
- ◆ **Ниже 4 баллов** – студент имеет общее представление о вопросе, ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки, отсутствует техническая терминология, не может исправить ошибки с помощью наводящих вопросов.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельное изучение дисциплины складывается из:

- конспектирования лекций преподавателя;
- посещения консультаций преподавателя;
- самостоятельного изучения материала по учебникам и другим источникам;
- тестирования по предмету и выполнения контрольных работ;
- закрепления изученного материала на групповых занятиях;
- подготовки к сдаче зачета.

Подготовка к тестированию и написанию контрольной работы по соответствующему модулю дисциплины подразумевает изучение лекционного материала и выполнение практических работ, относящихся к соответствующему модулю.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, проходит в письменной форме.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- полнота общеучебных представлений, знаний и умений по изучаемой теме;
- обоснованность и четкость изложения ответа.

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов хранится на кафедре.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экз.
1	2	3	4
1	Лещенко, В. Г. Медицинская и	Доп. МО РБ в качестве	5

	биологическая физика : учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. - 2-е изд., стер. - Мн. : Новое знание, 2014. - 552с.	учеб. пособия для студентов вузов	
--	--	-----------------------------------	--

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Количество экз.
1	2	3	4
1	Биофизика для инженеров: учебное пособие: в 2 Т. / Е.В. Бигдай и др. - М.: Горячая линия-Телеком, 2008 (в пер.). Т.1: Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика. - 493 с.	Рек. УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации	5
2	Биофизика для инженеров : учеб. пособие: в 2 т. Т. 2 : Биомеханика, информация и регулирование в живых системах / Е. В. Бигдай [и др.] ; под ред. С. П. Вихрова, В. О. Самойлова. - М. : Горячая линия-Телеком, 2008. - 456с	Рек. УМО по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации	5
3	Биофизика: учебник / под ред. В. Ф. Антонова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ВЛАДОС, 2006. - 287с	Рек. УМО и науки РФ	5

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

www.studmed.ru, www.dic.academic.ru, www.BiblioFond.ru, www.window.edu.ru.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Биофизические основы живых систем. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» - Могилев. – 48 стр. Часть 1 (электронная версия).

2 Биофизические основы живых систем. Методические рекомендации к практическим занятиям для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» - Могилев. – 48 стр. Часть 2 (электронная версия).

7.4.2 Информационные технологии

Мультимедийные презентации по темам лекционного курса (1-12).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный класс кафедры а.306 / к.7.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по учебной дисциплине Биофизические основы живых системНаправление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологииНаправленность (профиль) Биотехнические и медицинские аппараты и системы

на 2024 / 2025 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнений и изменений нет.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Физические методы контроля» (протокол № 8 от 07 . 03 .2024)

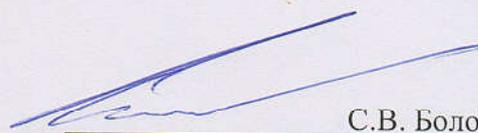
Заведующий кафедрой


 _____ А. В. Хомченко

УТВЕРЖДАЮ

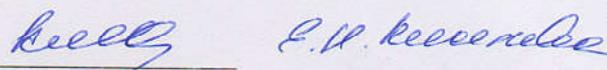
Декан электротехнического факультета

к. т. н., доцент

03 . 04 .2024

 _____ С.В. Болотов

СОГЛАСОВАНО:

Ведущий библиотекарь


 _____ Е.Н. Киселева

Начальник учебно-методического

отдела


 _____ О.Е. Печковская
03 . 04 .2024