

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

*Биофизика неионизирующих излучений*

**Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.07**

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

**03.03.02**

**Физика**

код

наименование направления

Программа

*Медицинская физика*

Форма обучения

**Очная**

Для поступивших на обучение в  
**2019 г.**

Разработчик (составитель)

*старший преподаватель*

*Курбангулов А. Р.*

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>3</b>
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы .....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) .....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	6
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>10</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>10</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	11

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)
Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (ПК-5)
Способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6)

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Способностью понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований (ПК-6)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: методы СВЧ–термометрии; основные физико-химические механизмы действия света на биологические системы разных уровней организации; механизмы фотосенсибилизированных реакций в биологических системах в присутствии и в отсутствие кислорода; основные фотобиологические процессы, инициируемые в коже.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: анализировать механизмы взаимодействия ЭМИ с биологическими объектами; делать расчетные оценки воздействия электромагнитного поля терагерцового диапазона на биоткани; применить интегральный подход к анализу фотобиологических эффектов на разных уровнях их проявлений; описывать и критически анализировать основные методы фотомедицины
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками составления и анализа кинетических уравнений фотобиологических реакций; навыками самостоятельной подготовки и представления доклада на заданную тему
Способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: механизмы взаимодействия ЭМИ с молекулами вещества; механизмы поглощения энергии излучений терагерцового и оптического диапазона в биологических

информации в избранной области физических исследований (ПК-5)		объектах; структуру и свойства воды как важнейшего элемента биотканей; характер зависимости диэлектрической проницаемости биологической ткани от частоты; механизмы мембранного транспорта
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: использовать физическую и биологическую информацию о распределении ЭМИ в пространстве и изменение во времени
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: методами измерения параметров электромагнитного поля терагерцового диапазона, экспериментальными методами диэлектрической радиоспектроскопии; методами анализа фотобиологических реакций
Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: основные понятия и подходы в рамках современных представлений оптической биофизики, основанных на методологии теории переноса излучения и волновых взаимодействий в сложноорганизованной рассеивающей среде с поглощением, свойства электромагнитного излучения (ЭМИ) терагерцового диапазона
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: выделить причинно-следственные взаимосвязи в типовых задачах оптической биофизики, предложить качественное модельное описание указанных взаимосвязей
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: техникой качественного анализа основных типов оптических моделей, описывающих морфологию и кинетику биотканей и клеток

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части.

Освоение дисциплины «Биофизика неионизирующих излучений» необходимо как для расширения общенаучного кругозора обучающихся в части выработки методологии и практических подходов к анализу сложных процессов в окружающей природе и обществе,

а также при персонализированном взаимодействии с социумом.  
Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Медицинская биофизика, Биофизика клетки, Биофизика патологических процессов.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	14
практических (семинарских)	14
лабораторных	22
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	21,8

Формы контроля	Семестры
зачет	8

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

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
3.1	Основные понятия фотомедицины	1	1	2	2
<b>1</b>	<b>Взаимодействие терагерцового излучения с биотканями</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
1.1	Проблема воздействия на биологические объекты электромагнитного излучения (ЭМИ) различной интенсивности и частоты	1	1	1	1
1.2	Термодинамический подход к описанию процесса взаимодействия ЭМИ терагерцового диапазона с	1	1	1	1

	биологическими тканями				
1.3	Резонансные частоты электромагнитных колебаний клетки (электродинамический расчет)	1	1	1	2
1.4	Моделирование электродинамических процессов, происходящих в живой клетке, представленной в виде схемы замещения	1	1	1	2
1.5	Воздействия электромагнитного излучения на мембранный транспорт веществ	1	1	1	1
<b>2</b>	<b>Основы оптики биотканей</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
2.1	Глаз и зрение	1	1	1	1
2.2	Основные оптические явления, характерные для взаимодействия электромагнитного излучения светового диапазона с биологическими объектами	1	1	1	1
2.3	Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток	1	1	1	1
2.4	Рассеяние света биообъектами	1	1	2	1
3.5	Фототерапевтические и хирургические технологии	0	0	2	1,8
3.4	Диагностические методы в фотомедицине	1	1	2	2
2.5	Взаимодействие когерентного света с биообъектами	1	1	2	2
3.2	Применение методов оптической биофизики в биомедицине	1	1	2	1
<b>3</b>	<b>Основы фотомедицины</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>8,8</b>
3.3	Современные проблемы фототерапии	1	1	2	2
	<b>Итого</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>21,8</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3.1	Основные понятия фотомедицины	Что такое фотомедицина. Исторический экскурс.
<b>1</b>	<b>Взаимодействие терагерцового излучения с биотканями</b>	
1.1	Проблема воздействия на биологические объекты электромагнитного излучения (ЭМИ) различной интенсивности и частоты	Шкала электромагнитных волн с точки зрения биофизических эффектов, возникающих в организме при взаимодействии излучения с живыми объектами. Характеристика терагерцового диапазона электромагнитных волн. Особенности и основные закономерности воздействия ЭМИ терагерцового диапазона на биологические объекты
1.2	Термодинамический подход к описанию процесса взаимодействия ЭМИ терагерцового диапазона с биологическими тканями	Особенности термодинамического анализа. Взаимодействие терагерцового излучения с биологическими объектами с точки зрения термодинамики
1.3	Резонансные частоты электромагнитных колебаний	Н колебания сферического резонатора. Е колебания в сферическом резонаторе. Алгоритм

	клетки (электродинамический расчет)	расчета резонансных частот. Резонансные частоты мембраны
1.4	Моделирование электродинамических процессов, происходящих в живой клетке, представленной в виде схемы замещения	Эквивалентные схемы замещения клетки. Определение области резонансных частот клетки
1.5	Воздействия электромагнитного излучения на мембранный транспорт веществ	Изменение транспорта ионов через мембрану (электродиффузионная теория). Дискретный способ описания пассивного транспорта веществ через мембраны
<b>2</b>	<b>Основы оптики биотканей</b>	
2.1	Глаз и зрение	Строение глаза как оптической системы и как пример одного из объектов изучения в рамках оптической биофизики. Строение биотканей глаза. Роговица, склера, хрусталик, стекловидное тело и др. Механизм зрения. Функции различных органов глаза и наиболее часто встречающиеся патологии
2.2	Основные оптические явления, характерные для взаимодействия электромагнитного излучения светового диапазона с биологическими объектами	Особенности оптического диапазона. Элементы квантовой биофизики. Поглощение света биосистемами. Спектры поглощения. Переход световой энергии в тепловую энергию при поглощении света в биообъектах. Первый фотобиологический закон. Спектры фотобиологического действия. Люминесценция, флуоресценция и фосфоресценция. Фотосенсибилизированные фотобиологические процессы. Фотодинамическая и фотохимическая реакции
2.3	Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток	Строение ядерных и безъядерных клеток. Клетки крови. Строение эпителиальной и соединительной тканей. Типичные размеры, форма и функции органелл, мембран и волокон. Показатель преломления сухих и гидратированных компонентов. Простейшие оптические модели биологических структур. Вода, белки, пигменты
2.4	Рассеяние света биообъектами	Упругое рассеяние, квазиупругое рассеяние, эффект Доплера. Строение кожи и объяснение цвета кожи. Элементы оптической диффузионной спектроскопии и томографии. Эффекты рассеяния света и поляризации
3.4	Диагностические методы в фотомедицине	Прижизненная цитометрия. Измерители скорости кровотока и лимфотока. Оптические оксиметры. Измерение содержания глюкозы в крови и тканях. Диагностика рака. Биосенсоры и маркеры
2.5	Взаимодействие когерентного света с биообъектами	Свойства когерентного излучения. Лазеры. Дифракция и интерференция света в живых объектах. Формирование спеклов
3.2	Применение методов оптической биофизики в биомедицине	Методы оптической биомедицинской диагностики – оптическая биопсия и томография.

		Методы лазерной и фототерапии – фотодинамическая терапия, фототермическая терапия и низкоинтенсивная лазерная терапия.. Лазерная абляция биотканей и лазерная хирургия клеток
<b>3</b>	<b>Основы фотомедицины</b>	
3.3	Современные проблемы фототерапии	Современные проблемы фототерапии. Фотосенсибилизаторы нового поколения.

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3.1	Основные понятия фотомедицины	Фотомедицина
<b>1</b>	<b>Взаимодействие терагерцового излучения с биотканями</b>	
1.1	Проблема воздействия на биологические объекты электромагнитного излучения (ЭМИ) различной интенсивности и частоты	Шкала электромагнитных волн с точки зрения биофизических эффектов, возникающих в организме при взаимодействии излучения с живыми объектами
1.2	Термодинамический подход к описанию процесса взаимодействия ЭМИ терагерцового диапазона с биологическими тканями	Особенности термодинамического анализа
1.3	Резонансные частоты электромагнитных колебаний клетки (электродинамический расчет)	Н колебания сферического резонатора. Е колебания в сферическом резонаторе.
1.4	Моделирование электродинамических процессов, происходящих в живой клетке, представленной в виде схемы замещения	Определение области резонансных частот клетки
1.5	Воздействия электромагнитного излучения на мембранный транспорт веществ	Электродиффузионная теория
<b>2</b>	<b>Основы оптики биотканей</b>	
2.1	Глаз и зрение	Механизм зрения
2.2	Основные оптические явления, характерные для взаимодействия электромагнитного излучения светового диапазона с биологическими объектами	Спектры поглощения
2.3	Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток	Простейшие оптические модели биологических структур
2.4	Рассеяние света биообъектами	Эффекты рассеяния света и поляризации
3.5	Фототерапевтические и хирургические технологии	Бактерицидные эффекты света
3.4	Диагностические методы в фотомедицине	Измерители скорости кровотока и лимфотока
2.5	Взаимодействие когерентного света с биообъектами	Лазеры
3.2	Применение методов оптической биофизики в биомедицине	Методы оптической биомедицинской диагностики – оптическая биопсия и томография
<b>3</b>	<b>Основы фотомедицины</b>	

3.3	Современные проблемы фототерапии	Фотосенсибилизаторы нового поколения
-----	----------------------------------	--------------------------------------

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
3.1	Основные понятия фотомедицины	Основные задачи фотомедицины
<b>1</b>	<b>Взаимодействие терагерцового излучения с биотканями</b>	
1.1	Проблема воздействия на биологические объекты электромагнитного излучения (ЭМИ) различной интенсивности и частоты	Задачи и проблемы биофизики неионизирующего оптического излучения
1.2	Термодинамический подход к описанию процесса взаимодействия ЭМИ терагерцового диапазона с биологическими тканями	Взаимодействие терагерцового излучения с биологическими объектами с точки зрения термодинамики
1.3	Резонансные частоты электромагнитных колебаний клетки (электродинамический расчет)	Алгоритм расчета резонансных частот
1.4	Моделирование электродинамических процессов, происходящих в живой клетке, представленной в виде схемы замещения	Определение области резонансных частот клетки
1.5	Воздействия электромагнитного излучения на мембранный транспорт веществ	Дискретный способ описания пассивного транспорта веществ через мембраны
<b>2</b>	<b>Основы оптики биотканей</b>	
2.1	Глаз и зрение	Строение глаза как оптической системы и как пример одного из объектов изучения в рамках оптической биофизики
2.2	Основные оптические явления, характерные для взаимодействия электромагнитного излучения светового диапазона с биологическими объектами	Спектры поглощения. Переход световой энергии в тепловую энергию при поглощении света в биообъектах.
2.3	Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток	Простейшие оптические модели биологических структур
2.4	Рассеяние света биообъектами	Эффекты рассеяния света и поляризации
3.4	Диагностические методы в фотомедицине	Измерение содержания глюкозы в крови и тканях
2.5	Взаимодействие когерентного света с биообъектами	Дифракция и интерференция света в живых объектах
3.2	Применение методов оптической биофизики в биомедицине	Лазерная абляция биотканей и лазерная хирургия клеток
<b>3</b>	<b>Основы фотомедицины</b>	
3.3	Современные проблемы фототерапии	Фотосенсибилизаторы нового поколения.

## **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

***Наполнение объема часов самостоятельной работы предусмотрено в виде:***

- выполнения рефератов
- изучения теоретического материала по конспектам лекций и рекомендованным учебным пособиям, монографической учебной литературе;
- изучения теоретического материала по методическим руководствам к лабораторным работам по дисциплине;
- выполнения комплекса экспериментальных, расчетных и графических заданий по разделам дисциплины в процессе выполнения лабораторных работ по дисциплине.

***Порядок выполнения и контроля самостоятельной работы студентов:***

- предусмотрена еженедельная самостоятельная работа обучающихся по изучению теоретического лекционного материала; контроль выполнения этой работы предусмотрен на экзамене по данной дисциплине;
- изучение ряда вопросов теоретического материала по методическим руководствам к лабораторным работам по дисциплине на практических лабораторных занятиях.

***Темы рефератов:***

Оптические свойства крови

Строение эпителиальной ткани и ее оптические свойства

Цвет в живой природе

Вода и ее роль в живых организмах

Лазерная хирургия живой клетки

Фототоксические и фотоаллергические эффекты.

Фотоиммунология.

Использование низкоинтенсивных и высокоинтенсивных лазеров и светодиодов в медицине.

Эндогенные и экзогенные фотосенсибилизаторы в фототерапии.

Селективный лазерный термолиз и области его применения.

Фотосенсибилизаторы нового поколения.

Успехи и проблемы современной фотомедицины.

История развития фотомедицины

Учебно-методический материал, который поможет студенту организовать самостоятельное изучение тем дисциплины, приведено в пункте 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля) и 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная учебная литература:**

1. Иванов, И.В. Сборник задач по курсу основы физики и биофизики [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3802> — Загл. с экрана (25.06.2021).

2. Иванов, И.В. Основы физики и биофизики [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3801> — Загл. с экрана (25.06.2021).

**Дополнительная учебная литература:**

1. Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3898> — Загл. с экрана (25.06.2021).

**6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
-------	---