

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,  
д.ф.м.н., профессор

С.В. Вениг

2021 г.



Рабочая программа дисциплины  
«Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей»

Направление подготовки бакалавриата  
03.04.02 «Физика»

Профиль подготовки бакалавриата  
«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
Очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Усанов А.Д.		5.10.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений и усвоение теоретических основ действия неионизирующих излучений на биологические объекты, принципов построения систем излучения электромагнитных волн.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование знаний о биофизических аспектах воздействия электромагнитных полей, механизмах их действия на биологические объекты и человека;
- формирование умений сбалансированного отношения к медико-биологическим проблемам действия электромагнитных излучений, в особенности радиочастотного и микроволнового диапазонов и оценки последствий, которые связаны с присутствием в окружающей среде электромагнитных излучений, создаваемых различными искусственными источниками;
- формирование навыков использования основных методов воздействия электромагнитных полей на живые объекты.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Биофизика неионизирующих излучений» является дисциплиной раздела Блока 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части учебного плана ООП.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по органической химии, математике и подготавливают студентов к изучению в последующих семестрах таких дисциплин как «Научно-исследовательская практика», «Преддипломная практика», а также позволяют студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен применять фундаментальные знания в теоретических и прикладных разработках по медицинской физике	ПК-1.1. Проводит критический анализ современной научнотехнической литературы и информационных ресурсов. ПК-1.2. Обладает умениями составлять базы данных, готовить научные публикации. ПК-1.3. Знаком с принципами действия измерительных приборов, аппаратно-программных комплексов, автоматизированного и метрологического оборудования в области медицинской физики.	<u>Знать</u> о биофизических аспектах воздействия электромагнитных полей, механизмах их действия на биологические объекты и человека <u>Уметь</u> проводить критический анализ современной научнотехнической литературы и информационных ресурсов для подготовки научных публикаций <u>Владеть</u> навыками использования основных методов воздействия электромагнитных полей на живые объекты.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Лекции	Практич. занятия		СР	Иная контактная работа		
				Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1	2	3	4	5		7		9	
1.	Физические характеристики и первичные механизмы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами	4	4	4		19		Опрос.	
2.	Особенности биологического действия электромагнитных излучений	4	4	4		19		Опрос.	
3.	Механизмы биологического действия электромагнитных излучений	4	4	4		19		Опрос.	
4.	Медицинские аспекты действия электромагнитных излучений	4	4	4		19		Опрос.	
	<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>4</b>						<b>Экзамен (36 часов)</b>	
	<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>16</b>		<b>76</b>			
	<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		<b>144</b>						

### Содержание дисциплины

#### **Раздел 1. Физические характеристики и первичные механизмы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами**

Основные характеристики, классификация и источники электромагнитных излучений

Основные характеристики электромагнитных излучений

Общие физические характеристики

Модуляция и ее виды

Классификация электромагнитных излучений

Природные и техногенные источники электромагнитных

Взаимодействие электромагнитных излучений с биологическими объектами

Основы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами

Взаимодействие немодулированных электромагнитных излучений

Взаимодействие импульсных электромагнитных излучений

Электрические свойства биологических объектов и их зависимость от частоты электромагнитных излучений

Электрическая поляризация и ее виды

Частотная зависимость (дисперсия) электрических свойств биологических объектов

Электрические свойства молекул и клеток в радиочастотном и микроволновом диапазонах

## **Раздел 2. Особенности биологического действия электромагнитных излучений**

Дозиметрия электромагнитных излучений

Общие вопросы дозиметрии электромагнитных излучений

Теоретическая дозиметрия электромагнитных излучений

Физические модели и численные методы теоретической дозиметрии

Обобщенные результаты теоретической дозиметрии

Экспериментальная дозиметрия электромагнитных излучений

Метод с использованием ТЕМ-резонатора

Теплоизмерительные методы

Методы, основанные на измерениях Е- или Н-составляющих

Экстраполяция результатов дозиметрии с животных на человека

## **Раздел 3. Механизмы биологического действия электромагнитных излучений**

Общая характеристика механизмов биологического действия электромагнитных излучений Действие электромагнитных излучений на организм

Тепловая концепция

Нетепловая концепция

Механизмы действия на молекулярном, мембранном и клеточном уровнях

Вода, растворы электролитов и макромолекулы

Биологические мембраны и клетки

## **Раздел 4. Медицинские аспекты действия электромагнитных излучений**

Влияние электромагнитных излучений на человека

Восприятие электромагнитных излучений человеком

Субъективная чувствительность и слуховое восприятие

Повышенная индивидуальная чувствительность

Опосредованное восприятие электромагнитных излучений

Изменения в организме человека при воздействии электромагнитных излучений

Острое облучение

Хроническое воздействие

Гигиеническое нормирование и защита от электромагнитных излучений

Основные принципы гигиенического нормирования электромагнитных излучений в России и за рубежом

Гигиенические нормативы электромагнитных излучений России, некоторых зарубежных стран и международные рекомендации

Защита от электромагнитных излучений

Применение электромагнитных излучений в терапии и медицинской диагностике

Терапевтическое применение электромагнитных излучений

Ультравысокочастотная терапия

Микроволновая терапия

Применение электромагнитных излучений в медицинской диагностике Радиочастотная и микроволновая плетизмография

Томография с использованием электромагнитных излучений

Собственные электромагнитные излучения человека и их использование в диагностике

Электромагнитные излучения человека

Радиотермометрия и радиотермография

## Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Классификация электромагнитных излучений
2. Природные и техногенные источники электромагнитных
3. Взаимодействие электромагнитных излучений с биологическими объектами
4. Основы взаимодействия электромагнитных излучений с биологическими объектами
5. Взаимодействие немодулированных электромагнитных излучений
6. Взаимодействие импульсных электромагнитных излучений
7. Электрические свойства биологических объектов и их зависимость от частоты электромагнитных излучений
8. Электрическая поляризация и ее виды
9. Частотная зависимость (дисперсия) электрических свойств биологических объектов
10. Электрические свойства молекул и клеток в радиочастотном и микроволновом диапазонах
11. Дозиметрия электромагнитных излучений
12. Общие вопросы дозиметрии электромагнитных излучений
13. Теоретическая дозиметрия электромагнитных излучений
14. Физические модели и численные методы теоретической дозиметрии
15. Обобщенные результаты теоретической дозиметрии
16. Экспериментальная дозиметрия электромагнитных излучений
17. Метод с использованием ТЕМ-резонатора
18. Теплоизмерительные методы
19. Методы, основанные на измерениях E- или H-составляющих
20. Экстраполяция результатов дозиметрии с животных на человека
21. Общая характеристика механизмов биологического действия электромагнитных излучений Действие электромагнитных излучений на организм
22. Тепловая концепция
23. Нетепловая концепция
24. Механизмы действия на молекулярном, мембранном и клеточном уровнях
25. Вода, растворы электролитов и макромолекулы
26. Биологические мембраны и клетки
27. Влияние электромагнитных излучений на человека
28. Восприятие электромагнитных излучений человеком
29. Субъективная чувствительность и слуховое восприятие
30. Повышенная индивидуальная чувствительность
31. Опосредованное восприятие электромагнитных излучений
32. Изменения в организме человека при воздействии электромагнитных излучений
33. Острое облучение
34. Хроническое воздействие
35. Гигиеническое нормирование и защита от электромагнитных излучений
36. Основные принципы гигиенического нормирования электромагнитных излучений в России и за рубежом
37. Гигиенические нормативы электромагнитных излучений России, некоторых зарубежных стран и международные рекомендации
38. Защита от электромагнитных излучений
39. Применение электромагнитных излучений в терапии и медицинской диагностике
40. Терапевтическое применение электромагнитных излучений
41. Ультравысокочастотная терапия
42. Микроволновая терапия
43. Применение электромагнитных излучений в медицинской диагностике Радиочастотная и микроволновая плетизмография
44. Томография с использованием электромагнитных излучений
45. Собственные электромагнитные излучения человека и их использование в диагностике
46. Электромагнитные излучения человека
47. Радиотермометрия и радиотермография

## 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Исследовательские методы в обучении;
- Проблемное обучение.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 03.04.02 «Физика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

1. стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
2. повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
3. развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
4. саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

*Профессиональные навыки* формируются при выполнении функциональной, ультразвуковой и лучевой диагностики органов и систем организма человека; проведении и оценке результатов лабораторных, инструментальных и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания; выполнении научных исследований в рамках научной тематики специальности; формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии биофизики неионизирующих излучений происходит в рамках индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

*Иная контактная работа* представляет собой индивидуальные консультации, оказываемые очно и дистанционно с использованием информационных и телекоммуникационных технологий с учетом образовательных возможностей обучающихся.

#### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в изучении литературы, подготовке к лекциям и практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

При проведении самостоятельной работы в ходе освоения дисциплины «Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей» используются учебная и научно-исследовательская литература, а также Интернет-ресурсы, приведённые в разделе 8.

Предлагаются вопросы для текущего контроля и промежуточной аттестации.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала разбирать вопросы, рассмотренные на каждом занятии, по непонятым деталям консультироваться у преподавателя, читать соответствующую литературу;

- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время *экзамена*.

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена (6-й семестр).

1. Классификация электромагнитных излучений
2. Природные и техногенные источники электромагнитных излучений
3. Взаимодействие электромагнитных излучений с биологическими объектами
4. Взаимодействие немодулированных электромагнитных излучений
5. Взаимодействие импульсных электромагнитных излучений
6. Электрические свойства биологических объектов и их зависимость от частоты электромагнитных излучений
7. Электрическая поляризация и ее виды
8. Частотная зависимость (дисперсия) электрических свойств биологических объектов
9. Электрические свойства молекул и клеток в радиочастотном и микроволновом диапазонах
10. Дозиметрия электромагнитных излучений
11. Общие вопросы дозиметрии электромагнитных излучений
12. Физические модели и численные методы теоретической дозиметрии
13. Обобщенные результаты теоретической дозиметрии
14. Экспериментальная дозиметрия электромагнитных излучений
15. Метод с использованием ТЕМ-резонатора
16. Теплоизмерительные методы
17. Методы, основанные на измерениях Е- или Н-составляющих
18. Экстраполяция результатов дозиметрии с животных на человека
19. Общая характеристика механизмов биологического действия электромагнитных излучений Действие электромагнитных излучений на организм
20. Тепловая концепция
21. Нетепловая концепция
22. Механизмы действия электромагнитных излучений на молекулярном, мембранном и клеточном уровнях
23. Влияние электромагнитных излучений на человека
24. Восприятие электромагнитных излучений человеком
25. Субъективная чувствительность и слуховое восприятие
26. Повышенная индивидуальная чувствительность
27. Опосредованное восприятие электромагнитных излучений
28. Изменения в организме человека при воздействии электромагнитных излучений
29. Основные принципы гигиенического нормирования электромагнитных излучений в России и за рубежом
30. Ультравысокочастотная терапия
31. Микроволновая терапия
32. Радиочастотная и микроволновая плетизмография
33. Томография с использованием электромагнитных излучений
34. Собственные электромагнитные излучения человека и их использование в диагностике
35. Электромагнитные излучения человека
36. Радиотермометрия и радиотермография

***Перечень заданий для самостоятельной работы,  
предлагаемых студентам в ходе занятий***

1. Электромагнитные поля - важный фактор среды, влияющий на живые организмы различного уровня организации. Классификация электромагнитного излучения по частотам.
2. Общие аспекты применения различных частотных участков электромагнитного излучения в соответствии с классификацией электромагнитного излучения по частотам.

3. Медицинские аспекты взаимодействия электромагнитного излучения с биологическими объектами. Общие сведения об аппаратуре медицинского назначения.

### ***Контрольные работы***

В ходе изучения дисциплины в часы практических занятий студенты выполняют контрольные работы. При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

#### Контрольная работа.

Вариант А. Действие электромагнитных излучений на организм. Тепловая концепция.

Вариант Б. Гигиеническое нормирование и защита от электромагнитных излучений.

Результаты выполнения контрольных работ учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

### **Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС**

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Се- местр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	20	0	30	10	0	10	30	100

#### ***Программа оценивания учебной деятельности студента***

##### **Лекции**

Посещаемость, активность на лекциях – от 0 до 20 баллов:

##### **Лабораторные занятия**

Не предусмотрены

##### **Практические занятия:**

Участие в обсуждении тем практических занятий: от 0 до 30 баллов

##### **Самостоятельная работа**

Выполнение заданий для самостоятельной работы – от 0 до 10 баллов.

##### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

##### **Другие виды учебной деятельности:**

Контрольная работа от 0 до 5 баллов.

Реферат от 0 до 5 баллов.

##### **Промежуточная аттестация**

Экзамен - от 0 до 30 баллов.

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

- ответ на «отлично» – **21-30 баллов**
- ответ на «хорошо» – **11-20 баллов**
- ответ на «удовлетворительно» – **6-10 баллов**
- неудовлетворительный ответ. – **0-5 баллов**



Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей» в оценку (экзамен) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (экзамен):

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей» составляет 100 баллов.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Бигдай Е.В. Биофизика для инженеров. Том 1. Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бигдай Е.В., Вихров С.П., Гривенная Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2008.— 491 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20687>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Радиобиология человека и животных: учеб. пособие / С. П. Ярмоненко, А. А. Вайнсон. - Москва : Высш. шк., 2004. - 548 (30 экз).
3. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебник / Ю. Б. Кудряшов, Ю. Ф. Перов, А. Б. Рубин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 181с. (3 экз).
4. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учебник / Ю. Б. Кудряшов ; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 442 с. (2 экз).

### г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Microsoft Office профессиональный 2010
3. MathCad 14.0
4. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Усанов А.Д., Рытик А.П. Биофизические аспекты воздействия электромагнитных полей – Учебно-методическое пособие, 2007. 200 с. – <http://medphys.sgu.ru/education/books.html>

Занятия по дисциплине «**Биофизика неионизирующих излучений**» проводятся в аудиториях, оснащенных лабораторным оборудованием, компьютерной техникой, проекторами, мультимедийными установками и демонстрационными материалами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки магистратуры 03.04.02 Физика с учетом профиля подготовки «Медицинская физика».

Автор А.Д. Усанов

Программа одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 5 октября 2021 г., протокол № 2.