

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
\_\_\_\_\_ Хагуров И.А.  
подпись  
« 23 » 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.05 РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА И РАДИОБИОЛОГИЯ. МИКРОДОЗИМЕТРИЯ

Направление подготовки 03.04.02 Физика

Направленность Медицинская физика

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (профиль) "Медицинская физика"

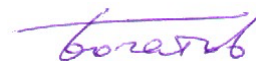
Программу составил:  
Захаров Ю.Б., доцент



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 14 «20» апреля 2023 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика)

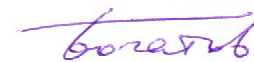
Богатов Н.М.  
фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
Физико-технический факультет  
протокол № 10 «20» апреля 2023 г.  
Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.  
фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Шапошникова Т.Л., зав.кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГТУ

Григорьян Л.Р., Генеральный директор ООО НПФ «Мезон»



## **1. Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1. Цель освоения дисциплины.**

Цель освоения дисциплины «Лазерные и оптические методы в медицине»: приобретение знаний в области медицинской физики, изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом; формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика».

### **1.2. Задачи дисциплины.**

В задачи дисциплины входят формирование представлений о свойствах и оптических методах исследования биологических тканей, взаимодействии лазерного излучения с биологическим веществом, методах диагностики и регистрации различных характеристик биологических сред и физиологических параметров организма; ознакомление с биофизическими явлениями, лежащими в основе лазерной терапии и лазерной хирургии; изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике и использование полученных знаний в профессиональной деятельности; освоение студентами навыков быстрого освоения принципиально новой информации с целью применения полученные знания к вновь возникающим проблемам.

### **1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Лазерные и оптические методы в медицине» включена в вариативную часть блока Б1.В.ДВ дисциплин по выбору студента и входит в рабочий учебный план подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика». Освоение дисциплины необходимо для подготовки магистров к самостоятельной научной и практической работе в области медицинской физики, фундаментальной и клинической медицины, микробиологии, а так же для последующего успешного обучения в аспирантуре.

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

Изучение учебной дисциплины «Лазерные и оптические методы в медицине» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК 5	Способность использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки	основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, основы информационной безопасности.	работать с компьютером на профессиональном уровне; использовать компьютерные технологии для решения задач как профессиональной, так и произвольной направленности; преобразовывать информацию в звуковую или зрительную	навыками обработки, сохранения, подачи и защиты полученной информации
2.	ОПК-6	Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	основные современные проблемы и новейшие достижения физики.	применять полученные знания для решения поставленных актуальных задач в своей научно-исследовательской работе	навыками работы с прикладными аспектами экспериментальной и теоретической физики

## 2. Структура и содержание дисциплины. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (75,7 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Распределение трудоёмкости:

Вид работы	Трудоемкость, часов
Аудиторная работа:	70
<i>Лекции (Л)</i>	14
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	-
<i>Практические (семинарские) занятия (ПЗ)</i>	56
Самостоятельная работа:	-
<i>Контролируемая самостоятельная работа</i>	3,7
<i>Самоподготовка</i>	-
<i>Консультации</i>	2
Вид итогового контроля	экзамен
Общая трудоемкость	75,7

### 2.2. Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы изучаемой дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Типы лазеров, применяемых в медицине	11	2	9	-	-
2.	Свойства биологических тканей	11	2	9	-	-
3.	Оптические методы исследования биотканей	11	2	9	-	-
4.	Оптические методы в медицинской диагностике	11	2	9	-	-
5.	Механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканью	13	3	10	-	-
6.	Лазерные технологии в медицине	13	3	10	-	-
	<i>Итого по дисциплине:</i>	70	14	56	-	-

### 2.3. Содержание разделов дисциплины.

### 2.3.1. Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Типы лазеров, применяемых в медицине	Лазер, свойства лазерного излучения, типы лазеров по агрегатному состоянию активной среды: газовые, жидкостные, твердотельные и по характерным особенностям активной среды	Контрольные вопросы (КВ) / тестирование (Т)
2.	Свойства биологических тканей	Оптические свойства тканей, теплофизические свойства тканей, оптический и термический перенос энергии	КВ / Т
3.	Оптические методы исследования биотканей	Оптическое просветление биологических тканей, неинвазивные оптические методы измерений	КВ / Т
4.	Оптические методы в медицинской диагностике	Оптическая биопсия, оптическая компьютерная томография	КВ / Т
5.	Механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканью	Тепловые воздействия, фотохимические воздействия, нелинейные процессы, механизмы абляции и коагуляции	КВ / Т
6.	Лазерные технологии в медицине	Лазерные технологии в хирургии, дерматокосметологии, стоматологии, офтальмологии, оториноларингологии	КВ / Т

### 2.3.2. Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Типы лазеров, применяемых в медицине	Твердотельные, полупроводниковые, газовые лазеры, лазеры на красителях, применяемые в медицине, типы накачки лазеров	Обсуждение докладов, КВ
2.	Свойства биологических тканей	Строение основных биологических тканей человека, хромофоры биологических тканей, глубина проникновения излучения в биоткани	Обсуждение докладов, КВ
3.	Оптические методы исследования биотканей	Классификация оптических методов исследования; абсорбционная фотометрия, флуоресцентные методы, УФ- и ИК-	Обсуждение докладов, КВ

		спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, микроскопия	
4.	Оптические методы в медицинской диагностике	Лазерная микро- и макродиагностика, ОКТ, абсорбционные, интерференционные, голографические и другие методы диагностики	Обсуждение докладов, КВ
5.	Механизмы взаимодействия лазерного излучения с биотканью	Действие лазерного излучения на биологическую ткань в зависимости от энергетики облучения и типа биологической ткани: кожа, мягкие и костные ткани	Обсуждение докладов, КВ
6	Лазерные технологии в медицине	Основные принципы применения лазеров в медицине, основы практического применения лазеров в хирургии, особенности течения раневого процесса после воздействия на ткань излучения хирургического лазера, низкоинтенсивное лазерное излучение, фототерапия и фотодинамическая терапия	Обсуждение докладов, КВ

### 2.3.3. Лабораторные занятия.

Лабораторные работы по данному курсу согласно учебному плану не предусмотрены.

### 2.3.4. Прикладная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые проекты не предусмотрены.

## 2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Работа с научной литературой	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВПО «КубГУ», 2012. - 33 с.
2.	Создание материалов-презентаций	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов, ФГБОУ ВПО «КубГУ», 2012. - 33 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями



здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### **3. Образовательные технологии.**

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, разбор конкретных ситуаций, творческие задания, мозговой штурм.

Большая часть лекций и практические занятия проводятся с использованием мультимедийных средства воспроизведения, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого курса, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а так же формировании профессиональных компетенций.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину лектором материалами в виде электронного комплекса сопровождения, включающего в себя: электронные конспекты лекций; электронные варианты учебно-методических пособий.

Дополнительная форма контроля эффективности усвоения материала и приобретения практических навыков заключается в открытой интерактивной защите самостоятельной работы, подготовленной в виде презентации, на устном выступлении перед аудиторией сокурсников.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения

рекомендуемой литературы и путем подготовки докладов;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

##### **4.1. Фонд оценочных средств для текущего контроля.**

Для оценки текущего уровня знаний студентов проводится коллоквиум. Контрольные вопросы:

1. Основные процессы, происходящие при взаимодействии электромагнитного излучения с веществом.
2. Основные хромофоры биологических тканей.
3. Фактор анизотропии, его значение для большинства биотканей.
4. Основная схема построения моделей, описывающих взаимодействие лазерного излучения с объектами.
5. Лучевая интенсивность, размерность этой величины.
6. Отличие коллимированной и диффузной компонент лучевой интенсивности.
7. Основные методики применения и диагностический потенциал пальцевой фотоплетизмографии.
8. Физические основы метода лазерной доплеровской флоуметрии.
9. Применение люминесцентных методов в биологии и медицине.
10. Принципы работы оптического когерентного томографа.
11. Основные тепловые эффекты, происходящие в биотканях при их нагреве.
12. Коагуляция, абляция и карбонизация биотканей.
13. Спектры поглощения воды оксигемоглобина крови и меланина.
14. Основные типы лазеров, используемых в биомедицине.
15. Газовые, твердотельные и полупроводниковые лазеры, используемые в биомедицинских технологиях.
16. Лазерные технологии в онкологии, сосудистой хирургии, офтальмологии, стоматологии.

#### **4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Промежуточная аттестация проводится по результатам текущего контроля. В некоторых случаях в качестве оценочных средств используется устное собеседование по темам, охватывающим материалы всего курса.

Форма промежуточной аттестации - экзамен.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

#### **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

##### **5.1. Основная литература:**

1. Шахно, Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине: учеб. пособие – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.

2. Добро, Л. Ф. Лазеры в медицине: учеб. пособие / Л. Ф. Добро, Н. М. Богатов, В. В. Супрунов. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011. – 80 с.

3. Серебряков, В.А. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии в медицине». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 266 с.

4. Вейко, В.П. Опорный конспект лекций по курсу «Лазерные технологии». Раздел: Введение в лазерные технологии / В.П. Вейко, А.А. Петров – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 143 с.

5. Беликов, А.В. Лазерные биомедицинские технологии: учеб. пособие / А.В. Беликов, А.В. Скрипник - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. - 116 с.

## 5.2. Дополнительная литература:

1. Летута, С.Н. Флуоресцентная дозиметрия в фотодинамической терапии // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. - С. 175-180.
2. Шумилова, Н. Сравнение биологических эффектов контактного действия полупроводниковых лазеров с длиной волны 1470 и 810 нм в эксперименте / Н. Шумилова, Ю. Федотова, М. Рябова // Современные технологии в медицине. 2014. № 6. - С. 62-67.
3. Сироткина, М. Оптическая диагностика и лазерная гипертермия опухолей с применением плазмонно-резонансных наночастиц / М. Сироткина, В. Елагин, М. Бугрова, М. Ширманова, В. Надточенко, Е. Загайнова // Альманах клинической медицины. 2012. - С. 63-67.
4. Панова, И. Современные методы диагностики в оценке течения воспалительных и дистрофических заболеваний глаз. // Человек. Спорт. Медицина. 2009. - С. 84-88.

## 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

№	Ссылка	Пояснение
1.	<a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>	BOOK.ru – электронная библиотечная система (ЭБС) современной учебной и научной литературы. Библиотека BOOK.ru содержит актуальную литературу по всем отраслям знаний, коллекция пополняется электронными книгами раньше издания печатной версии.
2.	<a href="http://www.ibooks.ru">http://www.ibooks.ru</a>	Айбукс.ру – электронная библиотечная система учебной и научной литературы. В электронную коллекцию включены современные учебники и пособия ведущих издательств России.
3.	<a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>	Платформа ScienceDirect обеспечивает всесторонний охват литературы из всех областей науки, предоставляя доступ к более чем 2500 наименований журналов и более 11000 книг.
4.	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	База данных Scopus индексирует более 18 тыс. наименований журналов от 5 тыс. международных издательств, включая более 300 российских журналов.
5.	<a href="http://www.scirus.com">http://www.scirus.com</a>	Scirus – бесплатная поисковая система для поиска научной информации.
6.	<a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>	Научная электронная библиотека (НЭБ) содержит полнотекстовые версии научных изданий ведущих зарубежных и отечественных издательств.

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

На самостоятельную работу студентов отводится 50% времени от общей трудоемкости дисциплины. Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

1. Выполнение теоретических заданий по изучаемому разделу дисциплины.

2. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов дисциплины.

3. Усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы.

4. Консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Сопровождение самостоятельной работы студентов организовано в следующих формах:

– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Системный анализ» также относятся:

– контрольные вопросы по разделам учебной дисциплины;

– набор тем для дополнительного исследования по разделам учебной дисциплины.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

**8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости).**

**8.1. Перечень информационных технологий:**

1. Использование ресурсов свободного доступа ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
2. Социальные сети информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Программы голосовой и видеосвязи информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

**8.2. Перечень программного обеспечения:**

1. Операционная система MS Window.
3. Офисные приложения MS Office и MS Excel.
4. ПО для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой. Стенды и установки для демонстраций опытов и физических явлений.
2.	Семинарские занятия	Помещение, оснащенное посадочными местами для учебной работы и презентационной техникой.

**Рецензия**  
на рабочую программу дисциплины  
«Лазерные и оптические методы в медицине»  
для студентов направления  
03.04.02 «Физика»  
профиль "Медицинская физика"  
(квалификация «магистр»)

Дисциплина «Лазерные и оптические методы в медицине» включена в вариативную часть блока Б1.В.ДВ дисциплин по выбору студента и входит в рабочий учебный план подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика».

Освоение дисциплины необходимо для подготовки магистров к самостоятельной научной и практической работе в области медицинской физики, так и на стыке наук, прежде всего фундаментальной и клинической медицины, микробиологии, а так же для последующего обучения в аспирантуре. Актуальность дисциплины заключается в том, что с самого начала обучающиеся знакомятся с наиболее значительными достижениями современной медицинской физики и их применениями в инновационной сфере.

Цель освоения дисциплины «Лазерные и оптические методы в медицине»: приобретение знаний в области медицинской физики, изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом; формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика».

В задачи дисциплины входят формирование представлений о свойствах и оптических методах исследования биологических тканей, взаимодействии лазерного излучения с биологическим веществом, методах диагностики и регистрации различных характеристик биологических сред и физиологических параметров организма; ознакомление с биофизическими явлениями, лежащими в основе лазерной терапии и лазерной хирургии; изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике и использование полученных знаний в профессиональной деятельности; освоение студентами навыков быстрого освоения принципиально новой информации с целью применения полученные знания к вновь возникающим проблемам.

Образовательные технологии данной рабочей программы характеризуются активным вовлечением студентов в учебный процесс: использование лекций с проблемным изложением, обсуждение сложных вопросов и проблем на практических занятиях. Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика», квалификация «магистр».

Из вышеприведенного следует заключить, что рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», профиль "Медицинская физика", квалификация «магистр» и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий  
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,  
доктор физико-математических наук, профессор \_\_\_\_\_ В.А. Исаев

## Рецензия

на рабочую программу дисциплины  
«Лазерные и оптические методы в медицине»  
для студентов направления  
03.04.02 «Физика»  
профиль "Медицинская физика"  
(квалификация «магистр»)

Подготовки магистрантов к самостоятельной эффективной работе в области фундаментальных и прикладных направлений научных исследований является актуальной задачей образовательных программ высших учебных заведений. Дисциплина «Лазерные и оптические методы в медицине» включена в вариативную часть блока Б1.В.ДВ дисциплин по выбору студента и входит в рабочий учебный план подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика».

Дисциплина «Лазерные и оптические методы в медицине» знакомит обучающихся с наиболее значительными достижениями современной медицинской физики и их применениями в клинической медицине. Цель освоения дисциплины «Лазерные и оптические методы в медицине»: приобретение знаний в области медицинской физики, изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности в РФ и за рубежом; формирование у студентов общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки магистров по направлению 03.04.02 «Физика», профиль «Медицинская физика».

В задачи дисциплины входят формирование представлений о свойствах и оптических методах исследования биологических тканей, взаимодействии лазерного излучения с биологическим веществом, методах диагностики и регистрации различных характеристик биологических сред и физиологических параметров организма; ознакомление с биофизическими явлениями, лежащими в основе лазерной терапии и лазерной хирургии; изучение характеристик приборов, применяемых в клинической практике и использование полученных знаний в профессиональной деятельности; освоение студентами навыков быстрого освоения принципиально новой информации с целью применения полученные знания к вновь возникающим проблемам.

Образовательные технологии данной рабочей программы характеризуются активным вовлечением студентов в учебный процесс: использование лекций с проблемным изложением, обсуждение сложных вопросов и проблем на практических занятиях

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», квалификация «магистр».

Рабочая программа дисциплины полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 03.04.02 «Физика», профиль "Медицинская физика", квалификация «магистр» и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий  
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»,  
доктор физико-математических наук, профессор \_\_\_\_\_

Г.Ф. Копытов