

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 Т.А.



*подпись*

\_\_\_\_\_ 29 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.08 БИОМЕДИЦИНСКИЕ СЕНСОРЫ И СИГНАЛЫ**

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность Медицинская техника и информатика

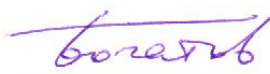
Форма обучения очно-заочная

Квалификация магистр

Краснодар 2020

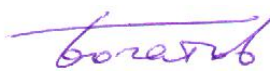
Рабочая программа дисциплины «Биомедицинские сенсоры и сигналы» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии (профиль) "Медицинская техника и информатика"

Программу составил:  
Н.М. Богатов, профессор

  
\_\_\_\_\_ ПОДПИСЬ

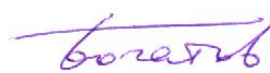
Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем  
протокол № 13 «20» апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика)

Богатов Н.М.  
*фамилия, инициалы*

  
\_\_\_\_\_ ПОДПИСЬ

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
Физико-технический факультет  
протокол № 9 «20» апреля 2020 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

### 1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины «Биомедицинские сенсоры и сигналы» – сформировать знания о физических процессах, используемых для построения медицинских диагностических изображений.

### 1.2 Задачи освоения дисциплины

Основные задачи дисциплины это:

- изучить физические законы и математические методы формирования медицинских диагностических изображений;
- изучить устройство рентгеновской установки и принцип формирования изображений;
- изучить физические законы построения рентгенодиагностических изображений, изображений компьютерной томографии, изображений магнито-резонансной томографии, изображений позитронно-эмиссионной томографии и ультразвуковой медицинской диагностики.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в цикл дисциплин направления, региональный компонент магистерской программы. Для ее успешного освоения необходимы знания «Биофизики», «Физики взаимодействия излучений с биологической тканью», «Математики», «Компьютерных технологий».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения следующих дисциплин и практик: «Методы медицинских томографических исследований», «Программы обработки и анализа медицинских изображений», «Научно-производственной практики».

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Биомедицинские сенсоры и сигналы», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение учебной дисциплины «Биомедицинские сенсоры и сигналы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-2 способность к построению математических моделей биотехнических систем и медицинских изделий и выбору метода их моделирования, разработке нового или выбор известного алгоритма решения задачи	математически и физические основы строения биотехнических систем и объектов; методика принятия решений в профессиональной деятельности и виды	абстрактно мыслить, обобщать, анализировать и систематизировать полученную информацию, уметь оценивать эффективность и результаты профессиональной	навыками оценки полученной информации, необходимой для постановки задач, навыками компьютерной визуализации и анимации результатов выполненной работы

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
		ответственности за их реализацию	деятельности, представлять ее результаты	

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов О-3ФО)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		1	-	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>40,3</b>	<b>40,3</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>40</b>	<b>40</b>		
Занятия лекционного типа	16	16	-	
Лабораторные занятия	24	24	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	
	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>		
Курсовые работы или проекты (КРП)	-	-		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		
Проработка учебного (теоретического) материала	20	20	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-	-	
Реферат	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	12	12	-	
<b>Контроль:</b>	<b>26,7</b>	<b>26,7</b>		
Подготовка к экзамену	35,7	35,7		
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>40,3</b>	<b>40,3</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

### 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре (для студентов О-3ФО):

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Рентгенодиагностические системы получения изображения.	15	3		5	7
2	Рентгеновская трансмиссионная компьютерная томография.	14	3		4	7

3	Получение изображений с помощью радиоизотопов.	14	3		5	6
4	ЯМР-изображения с пространственной локализацией.	14	3		5	6
5	Ультразвуковая медицинская визуализация.	15	4		5	6
	<i>Итого:</i>		16		24	32

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела, формируемые компетенции, знания.	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Рентгенодиагностические системы получения изображений.	Рентгеновская установка и формирование изображений. Взаимодействия квантов. Основные физические параметры. Рентгеновские трубки. Спектры рентгеновского излучения. Геометрическая нерезкость. Приемники изображения. Система "экран-плёнка". Усилители рентгеновского изображения. Ксерорентгенография. Новые методы регистрации. Цифровая рентгенография. Области применения и преимущества цифровых систем.	дискуссия
2	Рентгеновская трансмиссионная компьютерная томография.	Принцип получения изображения данного сечения с помощью рентгеновских лучей. Метод свертки и обратного проецирования. Итерационные методы реконструкции.	дискуссия
3	Получение изображений с помощью радиоизотопов.	Детекторы излучения. Аппаратура визуализации с помощью радиоизотопов. Радионуклиды, применяемые при визуализации. Эмиссионная компьютерная томография. Контроль качества радиоизотопных изображений.	дискуссия
4	ЯМР-изображения с пространственной локализацией.	Физические основы ядерного магнитного резонанса. Процессы релаксации и их измерение. Регистрация и реконструкция ЯМР-изображений. Контроль качества ЯМР-изображений.	дискуссия
5	Ультразвуковая медицинская	Физические основы получения ультразвуковых изображений.	дискуссия

	визуализация.	Основные характеристики ультразвуковых сканеров. Формирование и фокусировка ультразвукового луча. Оценка качества изображения ультразвуковых сканеров.	
--	---------------	--	--

### 2.3.2 Лабораторные работы

№ ЛР	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы, формируемые компетенции, знания, умения, навыки	Форма текущего контроля
1	Цифровая обработка и анализ рентгенодиагностических изображений.	Изучение физических законов построения рентгенодиагностических изображений. Изменение яркости, контраста, фильтрация, коррекция искажений, выделение границ, определение расстояний, повышение визуального качества рентгенодиагностических изображений.	Защита лабораторных работ в форме беседы
2	Цифровая обработка и анализ изображений компьютерной томографии.	Изучение физических законов построения изображений компьютерной томографии. Изменение яркости, контраста, фильтрация, коррекция искажений, выделение границ, определение расстояний, повышение визуального качества изображений компьютерной томографии.	Защита лабораторных работ в форме беседы
3	Цифровая обработка и анализ изображений позитронно-эмиссионной томографии.	Изучение физических законов построения изображений позитронно-эмиссионной томографии.	Защита лабораторных работ в форме беседы
4	Цифровая обработка и анализ изображений магнитно-резонансной томографии.	Изучение физических законов построения изображений магнитно-резонансной томографии. Изменение яркости, контраста, фильтрация, коррекция искажений, выделение границ, определение расстояний, повышение визуального качества изображений магнитно-резонансной томографии.	Защита лабораторных работ в форме беседы
5	Цифровая обработка и анализ изображений ультразвуковой медицинской диагностики.	Изучение физических законов построения изображений ультразвуковой медицинской диагностики. Изменение яркости, контраста, фильтрация, коррекция искажений, выделение границ,	Защита лабораторных работ в форме беседы

		определение расстояний, повышение визуального качества изображений ультразвуковой медицинской диагностики.	
--	--	--	--

### 2.3.3 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа данным курсом не предусмотрены.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

#### Примерный список тем курсовых проектов

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Сальников, И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 248 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2302">https://e.lanbook.com/book/2302</a>
2	Подготовка к текущему контролю	2. Митракова, Н.Н. Компьютерная томография: конспект лекций / Н.Н. Митракова, А.О. Евдокимов ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 125 с. : схем., ил. - Библиогр.: с. 120-121. - ISBN 978-5-8158-1064-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=439250">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=439250</a> 3. Медицинская визуализация / изд. ООО "Видар"; гл. ред. Г.Г. Кармазановский - Москва : Видар, 2018. - № 1. - 103 с.: ил. - ISSN 2408-9516; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=486793">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=486793</a>

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,
- 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии**

При реализации учебной работы по освоению курса «Биомедицинские сенсоры и сигналы» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии в процессе самостоятельной работы при поиске информации в Интернете, при использовании программного обеспечения оцифровки и изучения изображений, при подготовке и защите отчетов;
- демонстрационные методы обучения в процессе показа медицинских изображений и презентации отчетов;
- исследовательские методы в обучении в процессе обсуждения отчетов, мысленных экспериментов по физическим процессам построения медицинских диагностических изображений;
- проблемное обучение в процессе обсуждения физических законов построения медицинских диагностических изображений.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу магистрантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: лекционные занятия в форме беседы, дискуссии в процессе защиты лабораторных работ.

Семестр	Вид занятий (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
1	Л	Моделирование проблемных ситуаций, лекция-визуализация.	12
	ПЗ	Учебным планом не предусмотрены	–
	ЛР	Выполнение лабораторных работ в малых группах.	12
	Итого:		24

### **4. Оценочные и методические материалы**

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

##### **Темы для проведения дискуссий**

- 1) Усилители рентгеновского изображения
- 2) Итерационные методы реконструкции



- 3) Аппаратура визуализации с помощью радиоизотопов
- 4) Регистрация и реконструкция ЯМР-изображений
- 5) Оценка качества изображения ультразвуковых сканеров

### **Список тем лабораторных работ**

- 1) Цифровая обработка и анализ рентгенодиагностических изображений.
- 2) Цифровая обработка и анализ изображений компьютерной томографии
- 3) Цифровая обработка и анализ изображений позитронно-эмиссионной томографии.
- 4) Цифровая обработка и анализ изображений магнитно-резонансной томографии
- 5) Цифровая обработка и анализ изображений ультразвуковой медицинской диагностики

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

#### **Перечень вопросов, выносимых на экзамен**

1. Рентгеновская установка и формирование изображений
2. Взаимодействия квантов
3. Основные физические параметры
4. Рентгеновские трубки
5. Спектры рентгеновского излучения
6. Геометрическая нерезкость
7. Приемники изображения
8. Система "экран-плёнка"
9. Усилители рентгеновского изображения
10. Ксерорентгенография
11. Новые методы регистрации
12. Цифровая рентгенография
13. Области применения и преимущества цифровых систем
14. История возникновения и этапы развития
15. Конфигурация компьютерного томографа
16. Реконструкция изображений в компьютерной томографии
17. Режимы сканирования
18. Качество изображения
19. Этапы развития МРТ
20. Физические основы МРТ
21. Основные блоки МР-томографа
22. Построение изображения
23. Виды изображений
24. Показатели качества изображения
25. Физические основы получения ультразвуковых изображений.
26. Основные характеристики ультразвуковых сканеров
27. Формирование и фокусировка ультразвукового луча
28. Оценка качества изображения ультразвуковых сканеров
29. Артефакты акустического изображения

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

#### **5.1 Основная литература:**

1. Сальников, И.И. Растровые пространственно-временные сигналы в системах анализа изображений [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 248 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2302>
2. Митракова, Н.Н. Компьютерная томография: конспект лекций / Н.Н. Митракова, А.О. Евдокимов ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. - 125 с. : схем., ил. - Библиогр.: с. 120-121. - ISBN 978-5-8158-1064-8; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439250>
3. Медицинская визуализация / изд. ООО “Видар”; гл. ред. Г.Г. Кармазановский - Москва : Видар, 2018. - № 1. - 103 с.: ил. - ISSN 2408-9516; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=486793>

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Болоздыня, Александр Иванович, Ободовский, Илья Михайлович Детекторы ионизирующих частиц и излучений: принципы и применения : [учебное пособие] /А. И. Болоздыня, И. М. Ободовский - Долгопрудный: Интеллект, 2012
2. Ободовский, Илья Михайлович Основы радиационной и химической безопасности: [учебное пособие] /И. М. Ободовский 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2015

### **5.3. Периодические издания:**

1. Врач и информационные технологии
2. Биотехносфера
3. Вестник новых медицинских технологий
4. Медицинская физика
5. Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова
6. Медицинская техника

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

К специалистам различных областей знаний в настоящее время предъявляется широкий перечень требований. Одно из важнейших – это наличие умения и навыка самостоятельного поиска знаний в различных источниках, их систематизация и оценка в контексте решаемой задачи.

Структура учебного курса направлена на развитие у студента данной способности. Однако решающую роль в этом играет самостоятельная работа студента и осознанное участие в лекционных и лабораторных занятиях.

Рекомендуется построить самостоятельную работу таким образом, чтобы она включала:

- изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции;
- изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией;
- изучение теоретического материала по учебнику и конспекту;
- подготовку к лабораторному занятию.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции.

2. При подготовке к новой лекции просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции.

3. В течение недели выбрать время для работы с литературой и интернет-источниками по теме.

4. При подготовке к лабораторным занятиям, необходимо прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

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

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

1. Использование специализированных пакетов математических программ (MathLab, MathCad и др.).
2. Работа в MS Office, ОС Linux и Windows при подготовке отчетов по лабораторным работам.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. ПО MS Excel,
2. ПО MS Word,
3. ПО MS PowerPoint
4. ПО Paint

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №209С Комплект учебной мебели - 50 пос. мест.; доска учебная.; ПЭВМ 7 шт. Ноутбук – 2 шт. Проектор, интерактивная доска
2.	Семинарские занятия	Не предусмотрены учебным планом
3.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 132С Измеритель параметров полупроводников ИППП-01 №000001316156 Спектрофотометр СФ-256УВИ №000001316184 Спектрофотометр СФ-256БИК

		<p>№000001316185  Цифровой осциллограф GDS-71102 №130051316104  Осциллограф GOS-6031 №130051316104  Генератор сигналов Г4-221/1 № 130051316117  Вольтметр В7-72 № 130051316108  Комплекс спектральный КСВУ  № 130061305438.  Комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная.  Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет":  ПЭВМ 15 шт.</p>
4.	Курсовое проектирование	<p>Аудитория для выполнения курсовых работ  350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 132С  Комплект учебной мебели - 30 пос. мест.; доска учебная.  Компьютерная техника с подключением к сети "Интернет":  ПЭВМ 15 шт.</p>
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	<p>Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций,  350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, № 201С  Комплект учебной мебели на 100 мест; доска учебная магнитно-маркерная; доска учебная меловая; проектор интерактивный Epson EB-585Wi; трибуна интерактивная SmartOne PRO15</p>
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	<p>Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации  350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №201С  Комплект учебной мебели на 100 мест; доска учебная магнитно-маркерная; доска учебная меловая; проектор интерактивный Epson EB-585Wi; трибуна интерактивная SmartOne PRO15</p>
7.	Самостоятельная работа	<p>Аудитория для самостоятельной работы, 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, №205С  Комплект учебной мебели на 20 мест, компьютерное оснащение ПЭВМ с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>