

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института



Вениг С.Б.  
2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Биорадиолокация

Направление подготовки магистратуры  
03.04.02 Физика

Профиль подготовки магистратуры  
«Медицинская физика»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватели-разработчики	Скрипаль Ан. В.		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 освоения дисциплины «Биорадиолокация» является изучение взаимодействия радиоволн с объектами, разработка алгоритмов оптимальной обработки сигналов для получения информации об исследуемом объекте и характеристиках его движения, изучение методов дистанционного обнаружения и диагностирования физической активности и состояния испытуемого.

### 1. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Биорадиолокация» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения Института физики СГУ, проходящими подготовку по направлению 03.04.02 «Физика» по профилю подготовки «Медицинская физика» в течение 1 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по физике, математике, методам математического моделирования, проектированию измерительных приборов для биомедицинских систем, вычислительным машинам, программированию и подготавливает студентов к написанию магистерской диссертации.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования)	ПК-2.1. Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения и элементной (электронной, оптической) базы. ПК-2.2. Применяет методики проведения теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы, пакетов автоматизированного проектирования.	<b>Знать:</b> основные методы математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения.
		<b>Уметь:</b> применять методики проведения теоретических и экспериментальных физических исследований с помощью современной приборной базы биорадиолокации.
		<b>Владеть:</b> навыками применения пакетов автоматизированного проектирования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лек	Лабораторные		Практич	СРС		
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка				
1.	Обзор разработок в области биорадиолокации	1	1-2	1			1	6		
2.	Общие сведения о биологических объектах радиолокационного наблюдения Биорадиолокаторы с непрерывным сигналом	1	3-4	1			1	6	Опрос. Отчет по практическим работам	
			1-4							
3.	Биорадиолокаторы с импульсным сигналом Теоретические основы радиолокационного выделения сигналов дыхания и сердцебиения	1	5-6	1			1	6	Опрос. Отчет по практическим работам	
			5-8	1			1			
4.	Обнаружение неподвижных людей под завалами строительных конструкций с помощью сверхширокополосного радиолокатора Обзор разработок в области биорадиолокации	1	7-10	1			1	6	Опрос. Отчет по практическим работам	
			9-10	1			1			
5.	Общие сведения о биологических объектах радиолокационного наблюдения	1	11-14	1			1	6	Опрос. Отчет по практическим работам. Контрольная работа	
			11-12	1			1			

	Биорадиолокаторы с непрерывным сигналом								
6.	Биорадиолокаторы с импульсным сигналом	1	15-16	1			1	6	Опрос. Отчет по практическим работам
			13-16	1			1		
	<b>Итого: 72</b>			<b>18</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	
	<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>Зачёт</b>

### *Содержание дисциплины*

- 1. Обзор разработок в области биорадиолокации.**
- 2. Общие сведения о биологических объектах радиолокационного наблюдения.**
  - 2.1. Биомеханика дыхания и сердцебиения человека.
  - 2.2. Брюшной и грудной компоненты дыхательных движений.
  - 2.3. Роль грудного и брюшного компонентов в спонтанном и произвольном дыхании.
  - 2.4. Диэлектрические характеристики биологических тканей.
  - 2.5. Физические основы биорадиолокации.
- 3. Биорадиолокаторы с непрерывным сигналом.**
  - 3.1. Монохроматический биорадиолокатор.
  - 3.2. Обнаружение и идентификация людей за оптически непрозрачными преградами с использованием квазинепрерывных, псевдослучайных, широкополосных сигналов.
  - 3.3. Радиоволновая интерферометрия движений тела человека, связанных с дыханием и сердцебиением.
- 4. Биорадиолокаторы с импульсным сигналом.**
  - 4.1. Особенности построения сверхширокополосных РЛС ближнего радиуса действия для регистрации физиологических параметров человека.
  - 4.2. Дистанционный контроль психофизиологического состояния человека с помощью СШП РЛС.
  - 4.3. Использование СШП-технологии для диагностики сердечной и сосудистой систем человека.
  - 4.4. Сверхширокополосный радар для дистанционной регистрации физиологических показателей и общих двигательных реакций человека.
  - 4.5. Антенны для излучения и приема сверхширокополосных сигналов в биорадиолокации.
  - 4.6. Обнаружение движущихся объектов, расположенных за непрозрачными преградами, с помощью видеоимпульсного георадара.
- 5. Теоретические основы радиолокационного выделения сигналов дыхания и сердцебиения.**
  - 5.1. Радиолокация живых объектов на основе монохроматического зондирующего сигнала.
  - 5.2. Радиолокация живых объектов на основе видеоимпульсных сигналов.

- 5.3. Выделение биометрических сигналов на фоне местных предметов в радиолокаторе со ступенчатой частотной модуляцией.
- 5.4. Математическое моделирование радиолокатора с СЧМ-сигналом при работе внутри помещения.
- 6. Обнаружение неподвижных людей под завалами строительных конструкций с помощью сверхширокополосного радиолокатора.**
  - 6.1. Основные особенности задачи обнаружения.
  - 6.2. Выбор параметров зондирующих сигналов.
  - 6.3. Синтез структуры обнаружителя полезных сигналов на фоне отражений от неподвижных окружающих предметов.
  - 6.4. Анализ полученного алгоритма обнаружения.
  - 6.5. Эффективность подавления пассивных помех.
  - 6.6. Максимизация энергетических параметров радиолокаторов с учетом требований электромагнитной совместимости.

#### **Примерная тематика практических занятий (семинаров)**

1. Современные радиолокационные системы обнаружения подвижных объектов
2. Аппаратные средства определения биомеханических параметров движений органов и систем.
3. Программно-аппаратный комплекс сверхширокополосной радиолокационной станции.
4. Радиоволновая интерферометрия движений органов человека
5. Выделение биометрических сигналов при сложном характере движений органов и систем человека
6. Томография органов и систем организма на основе РЛС зондирования.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

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

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 «Физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) 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:

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

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

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

Практическая подготовка при реализации данной дисциплины направлена на формирование практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы в процессе выполнения практических работ, в ходе которых студенты овладевают навыками расчета, составления программ и решения задач по проектированию схем и устройств, на базе интегральных микросхем.

#### **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, лабораторным занятиям, в выполнении заданий лектора,

работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

При проведении самостоятельной работы в ходе освоения дисциплины «Биорадиолокация» используются учебная и научно-исследовательская литература, а также Интернет-ресурсы, приведённые (раздел 8).

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к выполнению и отчетам по практическим работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;

- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

***Перечень заданий самостоятельной работы,  
предлагаемых студентам в ходе чтения лекций***

1. Дыхательные движения грудной клетки и выделение грудного и брюшного компонентов.
2. Чувствительность коэффициента отражения электромагнитной волны от многослойной структуры к параметрам модели.
3. Методы и алгоритмы компенсации движения собственно локатора.
4. Особенности построения СШП РЛС.
5. Описание СШП РЛС, используемой для контроля функционального состояния человека.
6. Улучшение качества радиолокационной информации при нечетком входном сигнале.
7. Конструкции и параметры эффективных СШП-антенн для биорадаров.
8. Эффективность подавления пассивных помех.
9. Способы увеличения эквивалентной импульсной мощности.

***Контрольные работы***

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

Контрольная работа.

**Вариант А.**

Принцип работы биорадиолокаторов с непрерывным сигналом.

**Вариант Б.**

Особенности построения СШП РЛС.

Результаты выполнения контрольных работ учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета (1-й семестр).

***Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины***

1. Изменения формы поверхности грудной клетки при дыхании.
2. Исследование биомеханики внешнего дыхания.
3. Перемещение поверхности грудной клетки при пульсациях сердца и сосудов.
4. Методы исследования движений грудной клетки и методы калибровки.
5. Роль грудного и брюшного компонентов в спонтанном и произвольном дыхании.
6. Диэлектрические характеристики биологических тканей.
7. Отражение электромагнитных волн от границы раздела двух сред. Отражение электромагнитных волн от слоистой структуры.
8. Математическая модель монохроматического биорадиолокатора. Эксперименты и результаты.
9. Концепции построения радиофизических систем для обнаружения биообъектов.
10. Методы идентификации биообъектов по сигналу когерентно-доплеровского радиолокатора. Теория, математические модели и эксперимент.
11. Экспериментальные данные по поглощению радиоволн СВЧ-диапазона в техногенных препятствиях.
12. Методы электродинамической развязки между передающей и приемной антеннами когерентно-доплеровкой РЛС.
13. Одночастотная радиоволновая интерферометрия. Многочастотная радиоволновая интерферометрия.
14. Особенности построения сверхширокополосных РЛС ближнего радиуса действия для регистрации физиологических параметров человека.
15. Психофизиологические основы контроля состояния и работоспособности человека. Параметры, характеризующие функциональное состояние человека.
16. Сравнение показателей ВСР с контрольными показателями ЭЭГ.
17. Сравнение данных РЛС и электрокардиографа.
18. Актуальность измерений параметров пульса человека. Состав и технические характеристики СШП-измерителя пульса. Принцип работы СШП-измерителя.
19. Определение СПВ. Определение ВСР.
20. Сверхширокополосный радар для дистанционной регистрации физиологических показателей и общих двигательных реакций человека.
21. Обнаружение движущегося человека за различными преградами. Обнаружение неподвижного человека по его дыханию.
22. Радиолокация живых объектов на основе монохроматического зондирующего сигнала.



## 23. Радиолокация живых объектов на основе видеоимпульсных сигналов.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

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

### *Программа оценивания учебной деятельности студента*

#### **1 семестр**

##### **Лекции**

Посещаемость, активность – от 0 до 20 баллов

##### **Лабораторные занятия**

Нет

##### **Практические занятия:**

Техническая грамотность при выполнении практических работ – от 0 до 5 баллов

Оформление отчётов по практическим работам в соответствии с установленными требованиями – от 0 до 10 баллов

Степень раскрытия материала при отчёте по практическим работам – от 0 до 20 баллов

##### **Самостоятельная работа**

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 10 баллов

##### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

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

Контрольная работа - от 0 до 10 баллов.

##### **Промежуточная аттестация (зачёт)**

Зачёт проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.  
*при проведении промежуточной аттестации*  
*ответ на «зачтено» оценивается от 10 до 30 баллов;*  
*ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов;*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 1 семестр по дисциплине «Биорадиолокация» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биорадиолокация» в зачет:

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: - в конце 9 и 15 недель обучения.

Зачет студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими теоретического зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Общая теория радиолокации и радионавигации. Распространение радиоволн : учебник / А. Н. Фомин, В. А. Копылов, А. А. Филонов, А. В. Андронов ; под редакцией А. Н. Фомина. — Красноярск : СФУ, 2017. — 318 с. — ISBN 978-5-7638-3738-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/128752> (дата обращения: 11.02.2022).
2. Теоретические и физические основы радиолокации и специального мониторинга: Учебник / Фомин А.Н., Тяпкин В.Н., Дмитриев Д.Д.; Под ред. Ищук И.Н. - Краснояр.:СФУ, 2016. - 292 с.: ISBN 978-5-7638-3389-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967808> (дата обращения: 11.02.2022).
3. Масалов, Е. В. Радиолокационные системы : учебное пособие / Е. В. Масалов. — Москва : ТУСУР, [б. г.]. — Часть 2 — 2012. — 118 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/11809> (дата обращения: 11.02.2022).
4. Плутахин, Г. А. Биофизика : учебное пособие / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. — 2-е изд., перераб., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1332-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168448> (дата обращения: 11.02.2022).
5. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. 312 с. (в НБ СГУ 8 экз)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов (<http://window.edu.ru>)
5. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
6. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Лазерные автодинные технологии для анализа нано- и биомедицинских систем. Учебное пособие. — Саратов, 2013. — 204 с. Электронное издание. Режим доступа: [http://www.sgu.ru/sites/default/files/method\\_info/2014/autodin.pdf](http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/autodin.pdf) (дата обращения 26.08.16).

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине «Биорадиолокация» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).

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

Автор:

Зав. кафедрой медицинской физики  
профессор, д.ф.-м.н.  
А.В. Скрипаль

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