

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета, профессор

С.Б. Вениг

"04" _____ 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
Биорадиолокация живых систем





Направление подготовки магистратуры
11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль подготовки магистратуры
«Диагностика нано- и биомедицинских систем»

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Саратов,
2019 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Скрипаль Ан.В.		03.12.19
Председатель НМК	Михайлов А. И.		03.12.19
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ал.В.		03.12.19
Специалист Учебного управления	Юшинова И. В.		03.12.19г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биорадиолокация живых систем» 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.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о принципах взаимодействия излучения в радиочастотном диапазоне длин волн с биологическими объектами, о современном развитии биометрического мониторинга физиологических параметров человека;
- формирование умений анализировать параметры движений объекта с помощью радиоволновых методов, временные зависимости сигналов и их спектры и определять частоту и амплитуду движений объекта;
- формирование владений навыками расчета для решения задач, связанных с контролем, обработкой и интерпретацией исследуемых биометрических параметров.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Биорадиолокация живых систем» относится к факультативным дисциплинам раздела ФТД «Факультативы» и изучается магистрантами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению «Электроника и наноэлектроника», профиль подготовки «Диагностика нано- и биомедицинских систем», в течение 3-го учебного семестра магистратуры. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные магистрантами знания по физике, математике, теоретическим основам радиоэлектроники, электродинамике сплошных сред, методам математического моделирования, проектированию измерительных приборов для биомедицинских систем вычислительным машинам и 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
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</p>	<p>1.1_М.УК-1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.</p> <p>1.2_М.УК-1. Осуществляет поиск алгоритмов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке. Предлагает способы их решения.</p> <p>1.3_М.УК-1. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности</p>	<p><u>Знать</u> принципы взаимодействия излучения в радиочастотном диапазоне длин волн с объектами, современное развитие биометрического мониторинга физиологических параметров человека; методы анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними;</p> <p>основы структурирования и систематизации информации в области биорадиолокации живых систем.</p> <p><u>Уметь</u> анализировать параметры движений объекта с помощью радиоволновых методов, анализировать временные зависимости сигналов и их спектры и определять частоту и амплитуду движений объекта;</p> <p>осуществлять поиск алгоритмов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей детальной разработке. Предлагать способы их решения;</p> <p>выявлять тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами и оборудованием в области биорадиолокации живых систем;</p>
<p>ПК-1. Способен проводить оценку направлений научного развития исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием</p>	<p>1.1_М. ПК-1. Разбирается в основах структурирования и систематизации информации.</p> <p>2.1_М. ПК-1. Выявляет тенденции развития научных исследований и разработок, связанных с перспективными материалами, технологическими процессами и оборудованием.</p> <p>3.1_М. ПК-1. Применяет средства поиска информации в информационных сетях.</p>	<p><u>Владеть</u> навыками расчета для решения задач, связанных с контролем, обработкой и интерпретацией исследуемых биометрических параметров;</p> <p>методикой разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из</p>

		них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности; методикой поиска информации в информационных сетях.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ 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	Лаб	Пр	СРС	
1.	Обзор разработок в области биорадиолокации	3	1-2			6	6	Опрос
2.	Общие сведения о биологических объектах радиолокационного наблюдения	3	3-4			6	6	Опрос
3.	Биорадиолокаторы с непрерывным сигналом	3	5-7			6	6	Опрос
4.	Биорадиолокаторы с импульсным сигналом	3	8-10			6	6	Опрос
5.	Теоретические основы радиолокационного выделения сигналов дыхания и сердцебиения	3	11-14			6	6	Опрос
6.	Обнаружение неподвижных людей под завалами строительных конструкций с помощью сверхширокополосного радиолокатора	3	15-18			6	6	Опрос, контрольная работа
	Итого:	3		0	0	36	36	
	Промежуточная аттестация	3						Зачет
	Общая трудоемкость дисциплины			72				

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.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Биорадиолокация живых систем» используются следующие современные образовательные технологии:

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

В процессе обучения предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: адресация аудитории вопросов и коллективный поиск ответов на них в форме дискуссий, встречи с известными специалистами и экспертами.

Ежегодно студентам рекомендуется посещение и участие в Ежегодной Всероссийской научной школе-семинар «Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине».

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 учебного семестра (периода освоения дисциплины) и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к практическим занятиям, в выполнении заданий преподавателя, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- при подготовке к практическим занятиям тщательно изучать тему предстоящего семинара, задавать уточняющие вопросы преподавателю;
- задания, которые даются преподавателем во время проведения семинара, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам:

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.

При реализации программы дисциплины «Биорадиолокация живых систем» магистрантам предлагается подготовить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

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.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной

спецификой выбранной темы. Рефераты следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

Промежуточная аттестация проводится в форме *зачета*.

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. Степени свободы и линейность.
5. Методы исследования движений грудной клетки и методы калибровки.
6. Модели механики дыхания.
7. Роль грудного и брюшного компонентов в спонтанном и произвольном дыхании.
8. Диэлектрические характеристики биологических тканей.
9. Отражение электромагнитных волн от границы раздела двух сред. Отражение электромагнитных волн от слоистой структуры.
10. Математическая модель монохроматического биорадиолокатора. Эксперименты и результаты.
11. Концепции построения радиофизических систем для обнаружения биообъектов.
12. Методы идентификации биообъектов по сигналу когерентно-доплеровского радиолокатора. Теория, математические модели и эксперимент.
13. Экспериментальные данные по поглощению радиоволн СВЧ-диапазона в техногенных препятствиях.
14. Методы электродинамической развязки между передающей и приемной антеннами когерентно-доплеровкой РЛС.
15. Одночастотная радиоволновая интерферометрия. Многочастотная радиоволновая интерферометрия.
16. Особенности построения сверхширокополосных РЛС ближнего радиуса действия для регистрации физиологических параметров человека.
17. Психофизиологические основы контроля состояния и работоспособности человека. Параметры, характеризующие функциональное состояние человека.
18. Сравнение показателей ВСР с контрольными показателями ЭЭГ.
19. Сравнение данных РЛС и электрокардиографа.
20. Актуальность измерений параметров пульса человека. Состав и технические характеристики СИШ-измерителя пульса. Принцип работы СИШ-измерителя.
21. Определение СПВ. Определение ВСР.
22. Сверхширокополосный радар для дистанционной регистрации физиологических показателей и общих двигательных реакций человека.

23. Элементарные излучатели. Передающий симметричный вибратор. Приемный симметричный вибратор.
24. Согласованные передающий и приемный вибраторы. Согласованный ГЕМ-рупор.
25. Конструкции и параметры эффективных СШП-антенн для биорадаров.
26. Обнаружение движущегося человека за различными преградами. Обнаружение неподвижного человека по его дыханию.
27. Определение угла местоположения человека. Дистанционное выявление опасных предметов на теле человека.
28. Радиолокация живых объектов на основе монохроматического зондирующего сигнала.
29. Радиолокация живых объектов на основе видеоимпульсных сигналов.
30. Выделение биометрических сигналов на фоне местных предметов в радиолокаторе со ступенчатой частотной модуляцией.
31. Математическое моделирование радиолокатора с СЧМ-сигналом при работе внутри помещения.
32. Основные особенности задачи обнаружения. Выбор параметров зондирующих сигналов.
33. Синтез структуры обнаружителя полезных сигналов на фоне отражений от неподвижных окружающих предметов: постановка задачи и исходные соотношения. Пространственная селекция пассивных помех и форма полезного сигнала после когерентного накопления. Оптимизация обработки после когерентного накопления.
34. Обнаружение сигналов на фоне собственных шумов при отсутствии сглаживания сигнала при когерентном накоплении. Оптимизация коэффициентов когерентного и некогерентного накопления с учетом сглаживания сигнала при когерентном накоплении.
35. Эквивалентная импульсная мощность. Максимальная импульсная мощность и эквивалентная импульсная мощность, определяемые ограничением пиковой мощности излучения. Максимальная импульсная мощность излучения, определяемая нормируемой средней мощностью.

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
3	0	0	40	20	0	10	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

3 семестр

Лекции

Не предусмотрены.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

Практические занятия:

Участие в обсуждении тем практических занятий:

не менее 91% тем – 40 баллов

от 61% до 90% тем – 20-39 баллов

от 31% до 60% тем – 10-19 баллов

менее 30% тем – 0-9 баллов

Самостоятельная работа

Правильное выполнение не менее 91% заданий на самостоятельную работу – 20 баллов

Выполнение от 61% до 90% заданий – 15-19 баллов

Выполнение от 31% до 60% заданий – 5-14 баллов

Выполнение менее 30% заданий – 0-4 балла

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Контрольная работа, реферат - 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 3 семестр по дисциплине «дисциплине «Биорадиолокация живых систем» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биорадиолокация живых систем» в оценку (зачёт):

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Бегун П.И. Биомеханика [Электронный ресурс]: учебник/ Бегун П.И., Шукейло Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.— 466 с. —ЭБС «IPRbooks».
2. Бигдай, Е. В. Биофизика для инженеров. Том 2. Биомеханика, информация и регулирование в живых системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. В. Бигдай, С. П. Вихров, Н. В. Гривенная ; под ред. С. П. Вихров, В. О. Самойлов. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 457 с. — ЭБС «IPRbooks».
3. Усанов Д.А., Скрипаль Ал.В., Скрипаль Ан.В. Физика полупроводниковых радиочастотных и оптических автодинов — Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2003. 312 с. (в ЗНБ СГУ 8 экз)
4. Преображенский А.П. Моделирование и алгоритмизация анализа дифракционных структур в САПР радиолокационных антенн [Электронный ресурс]: монография/ Преображенский А.П.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский институт высоких технологий, Научная книга, 2014.— 248 с. — ЭБС «IPRbooks»
5. Куц Г.Г. Приборы и устройства оптического и СВЧ диапазонов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Куц Г.Г., Соколова Ж.М., Шангина Л.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 414 с. **Гриф УМО.** — ЭБС «IPRbooks».

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, 2008. — 204 с. Электронное издание. Режим доступа: http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/autodin.pdf (дата обращения 26.08.19).

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия по дисциплине «Биорадиолокация живых систем» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» с учётом профиля подготовки «Диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор
Профессор Ан. В. Скрипаль

Программа одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 03 декабря 2019 года, протокол № 4.

Приложение**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**Рекомендуемая литература:

1. Биорадиолокация / под ред. А.С. Бугаева, С.И. Ивашова, И.Я. Иммореева. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 396 с. (5 экз. на кафедре ФТТ)
2. Сытник О.В. Методы идентификации природных сред и объектов Успехи современной радиоэлектроники, 2006, №1, с. 30-57.