

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

20 апреля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 МЕТОДЫ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Радиофизические методы по областям применения

Форма обучения очная

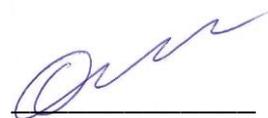
Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Методы радиофизических исследований» составлена в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика, утвержденным приказом Минобрнауки России от 06.03.2015 № 179

Программу составил:

Джимак С.С., канд. биол. наук,
доцент кафедры радиофизики и
нанотехнологий ФТФ КубГУ



Рабочая программа дисциплины «Методы радиофизических исследований» утверждена на заседании кафедры (разработчика) радиофизики и нанотехнологий
протокол № 6 20 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.


подпись

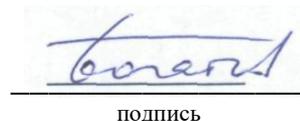
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий
протокол № 6 20 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета
протокол № 9 20 апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Н.М. Богатов


подпись

Рецензенты:

Басов А.А., д-р мед. наук, профессор кафедры фундаментальной и клинической биохимии ФГБОУ ВО «КубГМУ» Минздрава России

Исаев В.А., д-р физ-мат. наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Учебная дисциплина «Методы радиофизических исследований» ставит своей целью изучение радиофизических методов исследования в различных областях науки и техники.

1.2 Задачи дисциплины

- изучение радиотехнических устройств СВЧ диапазона, наиболее часто применяемых в радиофизических методах;
- изучение радиофизических методов, используемых в разных областях науки и промышленности;
- изучение приёмов решения исследовательских задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы радиофизических исследований» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания общего курса физики, радиотехнических дисциплин бакалавриата и дисциплины «История и методология науки». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Современных проблем радиофизических исследований».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей общепрофессиональной компетенции:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|--|---|---|---|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 1 | ОПК-3 | способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач | методы радиофизических исследований и физические принципы работы используемых приборов и оборудования | использовать знания физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач | навыками решения научно-исследовательских задач |

2.3. Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

| № | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|---|--|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Приборы и устройства СВЧ диапазона | Особенности СВЧ диапазона. Длинные линии. Линии передачи СВЧ. Защита от СВЧ излучения. | Реферат, дискуссии |
| 2 | Радиофизические методы исследования | Локационные методы исследования объектов и сред. Пассивное визирование: СВЧ- и ИК-радиометрические методы. Активные методы дистанционного зондирования (исследование характеристик рассеяния поверхности Земли). Радиовысотометрия. Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары. Радиоволновые методы поиска полезных ископаемых. Радиогеодезия. Радионавигация. Исследования атмосферы и ионосферы. Метеорологические радиолокаторы (метеорадары). | Реферат, дискуссии |
| 3 | | Радиоастрономические методы исследования. Радиоизлучение космических объектов. Требования к радиотелескопам. Радиоисследования Луны и планет с космических аппаратов: пассивные и активные методы. Локационные методы исследования объектов и сред в оптическом и акустическом диапазонах: лазерное зондирование и лазерный локатор (лидар), гидролокатор (сонар) и эхолот, методы неразрушающего контроля, дефектоскопы, интроскопия. | |
| 4 | Радиофизические методы исследования | Методы радиоспектроскопии: микроволновая спектроскопия, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), циклотронный резонанс (ЦР), ферромагнитный резонанс (ФМ), антиферромагнитный резонанс (АФР). | Реферат, дискуссии |
| | Методы решения исследовательских задач | ТРИЗ – современная технология решения творческих профессиональных задач. | |

2.3.2 Занятия семинарского типа

| № | Наименование раздела | Тематика практических занятий (семинаров) | Форма текущего контроля | | |
|-----|-------------------------------------|---|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1. | Приборы и устройства СВЧ диапазона | Полупроводниковые и электровакуумные приборы СВЧ. | Реферат, дискуссии, творческие задания | | |
| 2. | | СВЧ устройства: согласованные нагрузки и аттенюаторы, направленные ответвители и мосты, регуляторы и стабилизаторы СВЧ мощности, четвертьволновые изоляторы, короткозамыкающие элементы. | | | |
| 3. | | СВЧ устройства: трансформаторы сопротивлений, детекторные секции, СВЧ переключатели, фазовращатели, ферритовые вентили, циркуляторы. | | | |
| 4. | Радиофизические методы исследования | Локационные методы исследования объектов и сред. Пассивное визирование: СВЧ- и ИК-радиометрические методы. Активные методы дистанционного зондирования (исследование характеристик рассеяния поверхности Земли). Радиовысотометрия. | Реферат, дискуссии, творческие задания | | |
| 5. | | Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары. Радиоволновые методы поиска полезных ископаемых. | | | |
| 6. | | Радиогеодезия. Радионавигация. Исследования атмосферы и ионосферы. Метеорологические радиолокаторы (метеорадары). | | | |
| 7. | | Радиоастрономические методы исследования. Радиоизлучение космических объектов. Требования к радиотелескопам. Радиоисследования Луны и планет с космических аппаратов: пассивные и активные методы. | | | |
| 8. | | Доплеровский измеритель (радар). | | | |
| 9. | | Локационные методы исследования объектов и сред в оптическом и акустическом диапазонах: лазерное зондирование и лазерный локатор (лидар), гидролокатор (сонар) и эхолот, методы неразрушающего контроля, дефектоскопы, интроскопия. | | | |
| 10. | | Методы радиоспектроскопии: микроволновая спектроскопия, ядерный магнитный резонанс (ЯМР), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР), циклотронный резонанс (ЦР), ферромагнитный резонанс (ФМ), антиферромагнитный резонанс (АФР). Радиоволновые методы в медицине. | | | |
| 11. | | Методы решения исследовательских задач | | Поиск новых идей в науке. Приёмы открытия новых явлений и закономерностей. | Реферат, дискуссии, творческие задания |
| 12. | | | | Решение исследовательских задач приёмом «обращения». Приёмы решения научных задач. | |

2.3.3 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы 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 | 2 | 3 |
| 1. | Приборы и устройства СВЧ диапазона | Электронные приборы и техника СВЧ. Электронные устройства СВЧ / в 2-х книгах. Под ред. Лебедева И.В. – М.: ООО «РС-ПРЕСС», 2008. |
| 2. | Радиофизические методы исследования | Баскаков А.И. Локационные методы исследования объектов и сред: учебник для студентов вузов / А. И. Баскаков, Т. С. Жутяева, Ю. И. Лукашенко; под ред. А. И. Баскакова. – М.: Академия, 2011. – 381 с. |
| 3. | Методы решения исследовательских задач | Шпаковский Н.А. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей: [учебное пособие] / Н.А. Шпаковский. – М.: ФОРУМ, 2010. |
| 4. | исследовательских задач | Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для студентов вузов / И.Б. Рыжков. – СПб.: Лань, 2013. – 222 с. |

3. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Методы радиофизических исследований» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение.

Лекционные занятия проводятся в виде учебной презентации с обсуждением. При объяснении нового материала используются проблемное изложение и поисковая беседа. Часть учебного материала предьявляется студентам в электронном виде для ознакомления и изучения.

На самостоятельную работу студентов выносятся решение творческих заданий и подготовка реферата по тематике учебных занятий. Реферат – простейшая форма научно-исследовательской работы студентов с целью более глубокого изучения материала. При подготовке реферата студенты активно используют информационные технологии (поисковые системы в Интернете, текстовые редакторы, программы создания презентаций), знакомятся с новейшими достижениями физики и радиофизики и с современными радиотехническими устройствами. Студенты отчитываются о проделанной работе, делая доклад на одном из семинарских занятий, а затем следует дискуссия по теме этого доклада.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: поисковая беседа, презентация с обсуждением, дискуссия, разбор конкретных ситуаций.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Текущий контроль:

– подготовка реферата, выступление с докладом и дискуссия по теме доклада;

– творческие задания: решение учебных научно-исследовательских и инженерных задач.

Промежуточная аттестация:

– зачет.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

4.1.1 Примеры тем рефератов (докладов)

1. Радиометеорология.
2. Радиолокация.
3. Радиогеодезия.
4. Радиометрия: СВЧ- и ИК-радиометрические методы.
5. Наземное и воздушное лазерное сканирование.
6. Доплеровские измерители.
7. Георадарные исследования.
8. Радиоволновые методы поиска полезных ископаемых.
9. Радиофизические гидролокационные методы.
10. Радиоастрономия.
11. Радиоволновые методы неразрушающего контроля.

И другие темы по выбору студента по содержанию учебной дисциплины.

4.1.2. Примеры творческих заданий (учебные научно-исследовательские и инженерные задачи)

Пробой микросхем.

На радиозаводе при перевозке микросхем из одного цеха в другой часть из них по непонятным причинам выходила из строя. Микросхемы перевозили в обычных пенопластовых коробках. Проверка их перед транспортировкой показывала, что все они годные, а сразу же после транспортировки у некоторых появлялся электрический пробой. В чем причина брака?

Автоматические выключатели.

Завод изготавливал большие автоматические выключатели, состоящие из двух спаянных деталей. Потребители стали жаловаться, что, если при малых токах все выключатели работали нормально, то при больших токах часть выключателей по непонятным причинам стали выходить из строя (распаи-

ваться). По внешнему виду все выключатели были одинаковы. Выскажите предположение – почему это происходит, и предложите рекомендации – как это устранить.

Радиотелескоп и молнии.

Радиотелескоп планируется установить в местности, где случаются грозы. Для защиты антенны радиотелескопа от молний необходимо установить молниеотводы. Однако, если молниеотводов много, то они надежно защищают антенну от молний, но поглощают радиоволны. А если молниеотводов мало, то заметного поглощения радиоволн нет, но антенна не защищена от молний. Как быть?

Радиотелескоп.

Чем больше диаметр антенны радиотелескопа, тем более слабый сигнал он сможет принять. Однако в большой и тяжелой антенне уже возникают механические деформации и ей трудно управлять. Как быть?

Связь с подводной лодкой.

Каким образом можно связаться с подводной лодкой, находящейся в погруженном состоянии? Ведь морская вода – это хороший проводник, в котором радиоволны быстро затухают.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов, выносимых на зачет:

1. Особенности СВЧ диапазона. Защита от СВЧ излучения.
2. Длинные линии. Волновое сопротивление. Колебания в разомкнутых и замкнутых на конце линиях. Падающие и отраженные волны.
3. Колебания в линиях, нагруженных на активное сопротивление. Коэффициент отражения. Коэффициент стоячей волны по напряжению.
4. Волноводы. Структуры электромагнитных полей. Групповая и фазовая скорости. Критическая длина волны. Токи в стенках. Возбуждение электромагнитных колебаний в волноводе.
5. Коаксиальные и полосковые линии. Их характеристики. Структуры электромагнитных полей.
6. Полупроводниковые диоды СВЧ. Эквивалентная схема. Детекторные и смесительные диоды.
7. Туннельный диод. Лавинно-пролётный диод. Диод Ганна.
8. Волноводные, коаксиальные и микрополосковые согласованные нагрузки и аттенюаторы. Направленные ответвители и мосты. Регуляторы и стабилизаторы уровня СВЧ мощности.
9. Четвертьволновые изоляторы, короткозамыкающие элементы, трансформаторы сопротивлений, детекторные секции, СВЧ переключатели.

10. Фазовращатели. Ферритовые вентили. Циркуляторы.
11. Измерение поглощаемой, проходящей и импульсной СВЧ мощности. Датчики и методы.
12. Пассивное визирование: СВЧ- и ИК-радиометрические методы.
13. Активные методы дистанционного зондирования (исследование характеристик рассеяния поверхности Земли)
14. Радиовысотометрия.
15. Радиолокаторы подповерхностного зондирования – георадары.
16. Радиоволновые методы поиска полезных ископаемых.
17. Радиогеодезия. Радионавигация.
18. Исследования атмосферы и ионосферы. Метеорологические радиолокаторы (метеорадары).
19. Радиоастрономические методы исследования. Радиоизлучение космических объектов. Требования к радиотелескопам.
20. Радиоисследования Луны и планет с космических аппаратов: пассивные и активные методы.
21. Доплеровский измеритель (радар).
22. Локационные методы исследования объектов и сред в оптическом диапазоне: лазерное зондирование и лазерный локатор (лидар),
23. Локационные методы исследования объектов и сред в акустическом диапазоне: гидролокатор (сонар) и эхолот.
24. Методы неразрушающего контроля, дефектоскопы, интроскопия.
25. Методы радиоспектроскопии.
26. Радиоволновые методы в медицине.
27. Поиск новых идей в науке. Приёмы открытия новых явлений и закономерностей.
28. Решение исследовательских задач приёмом «обращения». Приёмы решения научных задач.

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

5.1 Основная литература:

1. Электронные приборы и техника СВЧ. Электронные устройства СВЧ / в 2-х книгах. Под ред. Лебедева И.В. – М.: ООО «РС-ПРЕСС», 2008.
2. Баскаков А.И. Локационные методы исследования объектов и сред: учебник для студентов вузов / А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, Ю.И. Лукашенко; под ред. А.И. Баскакова. – М.: Академия, 2011. – 381 с.
3. Шпаковский Н.А. ТРИЗ. Анализ технической информации и генерация новых идей: [учебное пособие] / Н.А. Шпаковский. – М.: ФОРУМ, 2010.
4. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для студентов вузов / И.Б. Рыжков. – СПб.: Лань, 2013. – 222 с.

5.2 Дополнительная литература:

1. Трубецков Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков: в 2 т. / Д.И. Трубецков, А.Е. Храмов. Т. 1. – М.: Физматлит, 2005.
2. Трубецков Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков: в 2 т. / Д.И. Трубецков, А.Е. Храмов. Т. 2. – М.: Физматлит, 2004.
3. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник для студентов вузов / Г.А. Ерохин, О.В. Чернов, Н.Д. Козырев, В.Д. Кочержевский; под ред. Г.А. Ерохина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
4. Рис У. Основы дистанционного зондирования: [пособие] / У. Рис; пер. с англ. М.Б. Кауфмана, А.А. Кузьмичевой. – М.: Техносфера, 2006. – 335 с.
5. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику: Учеб. пособие для студентов вузов / Г.С. Горелик. – М.: Физматлит, 2007.
6. Владов М.Л. Введение в георадиолокацию: Учебное пособие / М.Л. Владов, А.В. Старовойтов. – М.: Изд-во МГУ, 2005.
7. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – Петрозаводск: Скандинавия, 2003.
8. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука / Г.С. Альтшуллер. – Петрозаводск: Скандинавия, 2004.
9. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учеб. пособие для вузов / А.И. Половинкин. – СПб.: Лань, 2007.
10. Чернышов Е.А. Основы инженерного творчества в дипломном проектировании и магистерских диссертациях. Учеб. пособие для студентов вузов / Е.А. Чернышов. – М.: Высшая школа, 2008.
11. Основы научных исследований: теория и практика: учеб. пособие для студентов вузов / В.А. Тихонов и др. – М.: Гелиос АРВ, 2006.
12. Тихонов В.А. Научные исследования: концептуальные, теоретические и практические аспекты: [учебное пособие для вузов] / В.А. Тихонов, В.А. Ворона. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 296 с.
13. Пасынков В.В. Полупроводниковые приборы: учеб. пособие для студентов вузов / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – СПб.: Лань, 2006.
14. Сушков А.Д. Вакуумная электроника: физико-технические основы: учеб. пособие для студентов вузов / А.Д. Сушков. – СПб.: Лань, 2004.
15. Усанов Д.А. Физика работы полупроводниковых приборов в схемах СВЧ / Д.А. Усанов, А.В. Скрипаль. – Саратов: Из-во ун-та, 1999.
16. Максимов В.М. Линии передачи СВЧ-диапазона: учеб. пособие для студентов вузов / В.М. Максимов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002.
17. Максимов В.М. Устройства СВЧ: основы теории и элементы тракта / В.М. Максимов. – М.: САЙНС-ПРЕСС, 2002.
18. Потёмкин В.В. Радиофизика: учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов / В.В. Потёмкин. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
19. Задериголова М.М. Радиоволновой метод в инженерной геологии и геоэкологии / М.М. Задериголова. – М.: Из-во МГУ, 1998.
20. Геофизические методы исследований: учеб. пособие для вузов / [М.Г. Попов и др.]; Под ред. В.К. Хмелевского. – М.: Недра, 1988.

21. Котоусов А.С. Теоретические основы радиосистем. Радиосвязь, радиолокация, радионавигация / А.С. Котоусов. – М.: Радио и связь, 2002.
22. Коровин В.П. Методы и средства гидрометеорологических измерений: Учебник для вузов / В.П. Коровин. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.
23. Уразаев В.Г. ТРИЗ в электронике / В.Г. Уразаев. – М.: Техносфера, 2006.
24. Орлов М.А. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательского мышления / М.А. Орлов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006.

5.3. Периодические издания:

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.
 Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия.
 Вопросы изобретательства.
 Зарубежная радиоэлектроника.
 Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
 Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
 Инженерная физика.
 Исследования Земли из космоса.
 Наука и жизнь.
 Радио.
 Радиотехника.
 Радиотехника и электроника.
 Технологии и средства связи.
 Успехи современной радиоэлектроники.
 Успехи физических наук.
 Электромагнитные волны и электронные системы.
 Электроника.
 Электроника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
 Электроника: наука, технология, бизнес.
 Электросвязь.

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

1. <http://window.edu.ru/> (Единое окно доступа к образовательным ресурсам).
2. http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm (Федеральный образовательный портал).
3. <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm> (Каталог научных ресурсов).
4. <http://www.sci-lib.com/> (Большая научная библиотека).
5. <http://www.en.edu.ru/catalogue/304> (Раздел «Физика» Естественно-научного образовательного портала).

6. http://www.ph4s.ru/books_tehnika.html (Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Полупроводниковая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам»).
7. <http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources> (Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ).

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

Самостоятельная работа студента по освоению дисциплины «Методы радиофизических исследований» содержит следующие виды учебной деятельности:

- изучение учебной литературы и электронных источников;
- подготовка реферата по теме учебных занятий;
- выполнение творческих заданий;
- подготовка к сдаче зачета.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его рейтинге – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам его активности на семинарских занятиях, выполнения реферата и выступления с докладом.

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

1. Браузеры и поисковые системы общего назначения.
2. Информационные справочные системы Интернет-ресурсов.
3. Microsoft Office (Word, Excel, Power Point и др.).
4. Авторские программы для ЭВМ:
 - «Рейтинг успеваемости студентов» (свидетельство о государственной регистрации № 2010616870);
 - «Помощник экзаменатора» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615221);
 - «Выбираем вопрос» (свидетельство о государственной регистрации № 2011615236).

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

Для проведения лекционных и семинарских занятий по дисциплине «Методы радиофизических исследований» имеется необходимая аудитория, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.