

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы  
при изучении дисциплины (модуля)**

<b>Дисциплина</b>	<u>Б1.Б.25. Антенны и распространение радиоволн</u> <small>код и наименование дисциплины</small>
<b>Специальность</b>	<u>11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы</u> <small>код и наименование специальности</small>
<b>Специализация</b>	<u>Радиоэлектронные системы передачи информации</u> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
<b>Разработчик</b>	<u>доцент Милкин В.И.</u> <small>уч. степень, уч. звание, должность, ФИО</small>

Мурманск  
2019

Составитель – Милкин Владимир Иванович, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

**1. Цель дисциплины:** «Антенны и распространение радиоволн» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы».

**2. Задачи дисциплины:**

- изучить общие вопросы изучения и распространения радиоволн, частотные диапазоны, общие вопросы теории антенн, основные параметры антенных устройств, устройство и особенности эксплуатации антенн УКВ, ПВ/КВ, СВ, СДВ диапазонов.

**3. Содержание дисциплины:**

Глава 1. Особенности изучения и распространения радиоволн

Глава 2. Общие вопросы теории антенн

Глава 3. Антенные устройства РЭС

Глава 4. Особенности эксплуатации антенных систем

**Перечень примерных тем курсовой работы (проекта)**

- Разработка технического решения антенного устройства (по согласованию типа и диапазона рабочих частот с преподавателем) с компьютерным моделированием.

**4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и профессиональным стандартом 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик»

**Результаты обучения**

**Компетенции ФГОС ВО, формируемые дисциплиной «Антенны и распространение радиоволн»**

№ п/п	Код и содержание компетенции	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1.	ОПК-8 Способность владеть основными приемами обработки и представлять экспериментальные данные	Компетенция реализуется в части направлений антенной техники	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести обработку и представлять экспериментальные данные;</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами обработки и представлять экспериментальные данные.</li> </ul>
2.	ПСК-2.4. Способность проводить компьютерное проектирование и моделирование радиоэлектронных систем передачи информации и их подсистем	Компетенция реализуется в части направлений антенной техники	<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базу компьютерного проектирования и моделирования антенных систем и их подсистем ;</li> </ul> <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить компьютерное проектирование и моделирование антенных систем и их подсистем ;</li> </ul> <p><b>Владеть</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами компьютерного проектирования и моделирования антенных систем и их подсистем.</li> </ul>

**Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы**

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения			
	Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР
<b>Глава 1. Особенности изучения и распространения радиоволн</b>				
Тема 1. Предмет и задачи дисциплины. Общие вопросы изучения и распространения радиоволн, частотные диапазоны.	-	-	-	6
Тема 2. Классификация радиоволн по способам распространения, множитель ослабления и основное уравнение радиопередачи	1	-	-	8
<b>Глава 2. Общие вопросы теории антенн</b>				
Тема 3. Основные свойства антенн, полуволновой вибратор.	1	2	-	8
Тема 4 Общие вопросы теории антенн, основные параметры антенных устройств.	-	2	-	12
Тема 5. Направленные свойства системы излучателей.	1	2	-	16
<b>Глава 3. Антенные устройства РЭС</b>				
Тема 6. Распространение УКВ и ОВЧ, антенны дециметровых и метровых радиоволн	1	6	-	20
Тема 7. Особенности распространения декаметровых (ВЧ), антенны коротких волн.	-	-	-	20
Тема 8. Распространение СЧ и НЧ, антенны средних и длинных радиоволн.	-	-	-	11
<b>Глава 4. Особенности эксплуатации антенных систем</b>				
Тема 9. Многократное использование антенн при приеме и излучении радиоволн, управление параметрами антенн.	-	-	-	8
Тема 10. Фидеры, переходные и согласующие устройства, элементы волнового тракта.	-	-	-	8
Тема 11. Эксплуатационные измерения антенно-фидерных устройств.	-	-	-	8
<b>Итого за дисциплину:</b>	4	12	-	119

**Примерный перечень лабораторных работ**

№ п\п	Наименование лабораторных работ	Количество часов
		Заочная
1	2	3
1	Снятие диаграммы направленности директорной антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях	2
2	Снятие диаграммы направленности опытной антенны в горизонтальной плоскости с анализом характеристик и привязкой к типу антенных устройств	2
3	Снятие диаграммы направленности антенны с круговой поляризацией	2
4	Измерение полосы пропускания заданной антенны	2
5	Исследование поляризационных характеристик антенн в ОВЧ и УВЧ диапазонах	2
6	Анализ с измерением КСВ эксплуатационных характеристик антенн на примерах цикла проведенных лабораторных работ	2
	<b>Итого:</b>	12

## **5. Методические рекомендации**

### **5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий**

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуются активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

### **5.2 Методические указания к выполнению лабораторных работ**

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение лабораторных работ направлено на:
  - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
  - формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
  - развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
  - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).
- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения лабораторной работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

### **5.3 Проведение занятий в интерактивной форме**

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.
- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.
- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.
- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства ин-

формации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

#### **5.4 Методические рекомендации к самостоятельной работе**

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;

- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

#### **5.5 Методические рекомендации по решению тестовых заданий**

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.

- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.

- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

#### **5.6 Методические рекомендации к курсовому проектированию**

- Курсовой проект является самостоятельной работой, направленной на решение конкретных задач в области разработки технических решений, принципов функционирования средств, создания и технологи изготовления технических устройств, дальнейшее по сложности учебное задание, раскрывающее инженерные компетенции обучающегося.

- Выполнение курсового проекта позволяет систематизировать знания, полученные по данной специальности, проявить творческие способности и самостоятельность при решении

технологических задач, дает возможность применить информацию, полученную при изучении дисциплины, готовит обучающихся к практической работе при эксплуатации технических средств и исследовательской деятельности.

- Курсовой проект состоит из пояснительной записки и, при необходимости, графической части.

- Пояснительная записка объемом 30 – 50 страниц на листах бумаги формата А4 по оформлению и содержанию должна соответствовать общепринятым требованиям ЕСКД.

- Пояснительная работа состоит из введения, основной части, заключения, списка литературы, приложения.

- Введение должно содержать: актуальность темы, цель и задачи разработки, объекта исследования и его предмет, обзор изучаемой литературы. Объем этой части не должен превышать двух страниц.

- Основная часть включает в себя два раздела: теоретический и практический.

- В теоретической части раскрывается смысл исследуемой темы, что сопровождается ссылками на нормативно-правовую, патентную литературу и периодические издания. Объем этого раздела 15-25 страниц. Внутри раздела могут выделяться отдельные подразделы в соответствии с логикой изложения материала. Объем отдельных подразделов внутри главы должен быть не менее 3-7 страниц.

- В практической части проводятся расчеты разработки сравнительный анализ и эффективность.

- В части «Заключение» должны содержаться основные выводы по всем разделам с учетом цели и задач проектирования, сформулированных в части «Введение». Объем этой части не должен превышать двух страниц.

## **5.7 Методические рекомендации по подготовке презентации**

### **Алгоритм создания презентации:**

- 1 этап – определение цели презентации

- 2 этап – подробное раскрытие информации,

- 3 этап – основные тезисы, выводы.

### **Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:**

- первый слайд – титульный, предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;

- оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

### **Требования к оформлению и представлению презентации:**

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.

- Тщательно структурированная информация.

- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.

- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.

- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.

- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.

- Графика должна органично дополнять текст.

- Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

### **5.8 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ**

- Контрольная работа является одним из видов учебной работы обучающихся и самостоятельной работы студентов-заочников, формой контроля освоения ими учебного материала по дисциплине, уровня знаний, умений и навыков.

Основные задачи выполняемой работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- определение степени подготовленности студента к будущей практической работе.
- Контрольная работа – это своеобразный письменный экзамен, который требует серьезной подготовки. При подготовке контрольных работ необходимо руководствоваться тематикой, которую рекомендует преподаватель, выбрав один из вариантов. Варианты контрольных работ распределяются преподавателем дисциплины.
- Письменную контрольную работу желательно представить в печатном виде, формат-А-4, шрифт-14, межстрочный интервал-1,5, поля: верхнее поле – не менее 15 мм, нижнее поле – не менее 15 мм, левое поле – не менее 30 мм, правое поле – не менее 15 мм; нумерация страниц в правом верхнем углу обязательна. Объем работы зависит от дисциплины и определяется преподавателем.

### **5.9 Методические рекомендации по подготовке доклада**

**Алгоритм создания доклада:**

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **5.10 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

- Экзамен осуществляется в рамках завершения изучения дисциплины (модуля) и позволяет определить качество усвоения изученного материала, а также степень сформированности компетенций.

- Обучающиеся обязаны сдавать экзамен в строгом соответствии с утвержденными учебными планами, разработанными согласно образовательным стандартам высшего образования.

- Экзамен принимается по билетам, содержащим два вопроса. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры.

- Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы в рамках билета, а также, помимо теоретических вопросов, предлагать задачи практико-ориентированной направленности по программе данного курса.

- При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.

- Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:

1. Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.

2. Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.

**Вопросы для самоконтроля:**

1. Антенна, как необходимый элемент устройств беспроводных сетей, радиосвязи и радио-, телевидения.
2. Диапазоны радиочастотного спектра.
3. Классификация радиоволн по способам распространения.
4. Особенности распространения метровых и дециметровых радиоволн.
5. Особенности распространения дециметровых радиоволн.



6. Особенности распространения ПВ, СВ и ДВ диапазонов радиоволн.
7. Элементарный электрический излучатель, полуволновой вибратор.
8. Основные параметры антенных устройств, принцип обратимости.
9. Симметричный и несимметричный вибраторы, укорочение вибраторов.
10. Направленные свойства системы излучателей, синфазная решётка.
11. Направленные свойства системы излучателей, антенна бегущей волны.
12. Фидеры, основные характеристики и предъявляемые требования.
13. Многократное использование антенн, элементы согласования и симметрирования.
14. Вибраторные антенны УКВ диапазона вертикальной поляризации.
15. Антенны УКВ диапазона, «волновой канал» и логопериодические.
16. Антенны УКВ диапазона, фазированные решётки.
17. Антенны УКВ диапазона круговой поляризации.
18. Антенны КВ диапазона, слабонаправленные.
19. Синфазные антенны КВ диапазона.
20. Ромбические антенны КВ диапазона.
21. Антенны бегущей волны КВ диапазона.
22. Антенны длинных и средних волн.
23. Антенные измерения, снятие диаграммы направленности.
24. Антенные измерения, ориентация направленных антенн, настройка.
25. Антенные измерения, измерение полосы пропускания

#### **Литература:**

##### **Основная литература**

1. М.В.Вершков. Судовые антенны. С-Петербург. 2008.
2. К. Харченко. УКВ-антенны
3. И.В.Гончаренко. Антенны КВ и УКВ,. М.:РадиоСофт.2010.

##### **Дополнительная литература**

1. И.В.Гончаренко. Компьютерное моделирование антенн. М.:РадиоСофт.2002.
2. Г.З. Айзенберг. Коротковолновые антенны. Радио и связь. 1985.
3. Г.Б. Белоцерковский. Основы радиотехники и антенны. Радио и связь. 1983.
4. А.С. Михайлов. Измерение параметров ЭМС РЭС. Связь.1980.