

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Институт технологий и инженерной механики
Кафедра микро- и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

директор института технологий и
инженерной механики

Могильная Е.П.

«18» 04 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ И АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА»

По направлению подготовки: 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Профиль «Электронные приборы и устройства»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства» по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. – 29 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 года № 927.

СОСТАВИТЕЛИ:

к.т.н., доцент Войтенко В.А.;

к.т.н., доцент Войтенко Г.О.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники «14» 04 2023 г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой

микро- и нанoeлектроники _____ Войтенко В. А.

Переутверждена: « » _____ 202 г., протокол № _____.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической

комиссии института технологий и инженерной механики _____ С. Н. Ясуник

© Войтенко В.А., Войтенко Г.О., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – изучение особенностей распространения радиоволн различных диапазонов, физических принципов работы и конструирования основных типов антенно-фидерных устройств.

Задачи: ознакомление студентов с основными направлениями развития современной техники приема-передачи радиосигналов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО. Требования к условиям освоения содержания дисциплины

Дисциплина «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ специальности, физики и химии, технологических основ электроники, материалов и компонентов электроники, электронных и полупроводниковых приборов; умения проводить измерения физических величин и обработку результатов измерений.

Содержание дисциплины основано на знаниях дисциплин «Основы отраслевых знаний», «Технологические основы электроники», «Материалы и компоненты электроники», «Специальные разделы физики (физика электронных и полупроводниковых приборов)», «Квантовая механика и статистическая физика», «Специальные разделы химии (химические основы технологии электронных средств)», «Функциональная электроника» и служит основой для освоения дисциплин «Квантовая и оптическая электроника», «Применение приборов на квантовых эффектах».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2. Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	ПК-2.1. Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков. ПК-2.2. Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов.	Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик антенно-фидерных устройств; особенности исследований распространения сантиметровых, дециметровых, метровых, дециметровых, гектометровых, километровых, мириаметровых волн, классификацию, параметры и характеристики антенн;
		Уметь: проводить исследование, анализ и

		<p>сравнение характеристик антенно-фидерных устройств различных типов; проводить анализ физических процессов, протекающих в антенно-фидерных устройствах; экспериментально определять диаграммы направленности вибраторов разных типов; осуществлять поиск информации с использованием информационных технологий; навыками изготовления и испытаний вибраторных антенн;</p>
		<p>Владеть: навыками построения диаграмм направленности антенн в полярной и прямоугольной системе координат, работы с технической документацией и справочной литературой; навыками использования среды MATLAB при проектировании антенно-фидерных устройств.</p>
<p>ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов, систем сбора, обработки данных и управления. ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов. ПК-3.3. Умеет разрабатывать топологию интегральных микросхем. ПК-3.4. Умеет программировать микропроцессоры и микроконтроллеры. ПК-3.5. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>Знать: принципы конструирования антенно-фидерных устройств; физические основы распространения радиоволн, конструкции антенн и фидеров различного назначения, особенности эксплуатации антенно-фидерных устройств; проводить настройку симметричных вибраторных антенн; принципы конструирования основных типов антенн, применяемых для радиосвязи, радиовещания и телевидении, особенности конструкции фидеров, применяемых в различных диапазонах длин волн; знает схемотехнику и топологию согласующих устройств;</p> <p>Уметь: применять и программировать микропроцессорные</p>

		<p>устройства управления фазированными антенными решетками; при помощи программ проводить расчеты напряженности полей, создаваемых антеннами различных диапазонов, проводить расчеты различных типов антенн; применять компьютерные методики расчета и проектирования антенно-фидерных устройств различного назначения;</p>
		<p>Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем антенн, антенно-фидерных устройств, устройств согласования, устройств формирования диаграммы направленности и устройств наведения и слежения; навыками работы с компьютерными программами для разработки топологии принципиальных и монтажных схем антенно-фидерных устройств;</p>

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	140	36
Лекции	48	16
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	24	8
Лабораторные работы	36	12
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные</i>	-	-

<i>симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)</i>			
Самостоятельная работа студента (всего)		108	180
Форма аттестации	Семестр 7	экзамен	экзамен
	Семестр 8	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 7

Тема 1. Распространение радиоволн.

Электромагнитные поля и волны. Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых волн. Распространение декаметровых волн. Распространение гектометровых, километровых, мириаметровых волн.

Тема 2. Антенно-фидерные устройства.

Классификация, параметры и характеристики антенн. Элементарный электрический вибратор. Симметричный и несимметричный вибраторы. Системы излучателей. Основные положения теории приема.

Фидеры. Вибраторные антенны дециметровых и метровых волн. Антенны сантиметровых волн. Антенны декаметровых волн.

Антенны гектометровых (средних), километровых (длинных) и мириаметровых (сверхдлинных) волн.

Тема 3. Эксплуатация антенно-фидерных устройств.

Основные вопросы эксплуатации антенно-фидерных устройств (АФУ) и общие положения охраны труда при работе с АФУ.

Электромагнитная экология радиочастот и электромагнитный мониторинг средств объектов телевидения, радиовещания и радиосвязи.

Тема 4. Основные уравнения электродинамики в теории излучения антенн.

Уравнения Максвелла для свободных и возбужденных полей. Волновые уравнения. Граничные условия для идеального проводника. Электродинамические потенциалы. Векторный и скалярный потенциалы электрического и магнитного видов.

Уравнения Максвелла в комплексной форме записи. Принцип перестановочной двойственности (дуализма) А.А.Пистолькорса. Векторные потенциалы в комплексной форме записи.

Однородные и неоднородные комплексные волновые уравнения или уравнения Гельмгольца. Комплексный коэффициент распространения. Коэффициент фазы и коэффициент затухания. Фазовая скорость распространения волны.

Семестр 8

Тема 5. Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве.

Общее решение внешней граничной задачи возбуждения свободного неограниченного пространства сторонними электрическим и магнитным токами. Случаи объемного, поверхностного и линейного распределения токов на излучателях. Точечные источники возбуждения волн и уравнение функции Грина в методе наложения.

Функция Грина неограниченного трехмерного свободного пространства и ее различные представления. Элементарный электрический излучатель Герца и его характеристики. Мощность излучения и сопротивление излучения. Элементарный магнитный (щелевой) излучатель Герца и его характеристики. Представление и объяснение магнитного тока.

Тема 6. Вибраторные антенны.

Распределение электрических токов и зарядов в симметричном вибраторе. Нахождение электромагнитного поля в дальней зоне для симметричного вибратора. Общая формула диаграммы направленности симметричного вибратора. Зависимость направленных свойств симметричного вибратора от распределения стороннего электрического тока по длине вибратора. Зависимость сопротивления излучения вибратора от распределения тока по длине вибратора. Влияние металлического экрана на излучение вибратора. Влияние поверхности земли на диаграмму направленности вибратора. Настройка симметричных вибраторных антенн.

Тема 7. Конструкции вибраторных антенн.

Симметричный и несимметричный вибраторы. Магнитные (щелевые) вибраторы. Диапазон рабочих частот тонких вибраторов. Широкополосные вибраторы. Конструкция вибраторной антенны С.И. Надененко.

Конструкция петлевого вибратора А.А. Пистолькорса. Особенности питания симметричных и несимметричных вибраторов. Симметрирующие и согласующие устройства для подключения питающего фидера ко входу вибраторных антенн. Биконический вибратор С.А. Щелкунова.

Дискоконусная антенна. Диаграмма направленности, входное сопротивление и диапазон рабочих частот биконической и дискоконусной антенн. Изготовление вибраторных антенн на основе технологии микрополосковых линий передачи. Миниатюризация вибраторных антенн.

Тема 8. Апертурные антенны.

Апертурный метод расчета характеристик излучения антенн. Излучение прямоугольной площадки при различных распределениях амплитуды поля в апертуре. Излучение круглой площадки при различных распределениях амплитуды поля в апертуре.

Зависимость ширины луча и уровня боковых лепестков от закона распределения амплитуды поля в апертуре. Влияние фазовых искажений поля в апертуре на основные характеристики излучения апертурных антенн. Излучение из открытого конца полых металлических волноводов.

Пирамидальные рупорные антенны. Рупор как устройство согласования полого металлического волновода с неограниченным свободным пространством. Параболические зеркальные антенны.

Виды облучателей зеркальных антенн. Влияние зеркала на облучатель. Двухзеркальные антенны системы Грегори и системы Кассегрена.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Распространение радиоволн.	8	2
2	Антенно-фидерные устройства.	8	2
3	Эксплуатация антенно-фидерных устройств.	8	2
4	Основные уравнения электродинамики в теории излучения антенн.	8	2
	Семестр 8		
5	Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве.	7	2
6	Вибраторные антенны.	1	2
7	Конструкции вибраторных антенн.	4	2
8	Апертурные антенны.	4	2
Итого:		48	16

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Составление схемы распространения волн различных поддиапазонов	3	2
2	Построение диаграмм направленности в полярной системе координат. Построение диаграмм направленности в прямоугольной системе координат	3	2
3	Сравнительный анализ параметров антенн. Изучение конструктивных особенностей антенн	3	-
4	Компьютерное моделирование распространения радиоволн	3	2
5	Ближние замирания и меры борьбы с ними	4	-
6	Экологическая безопасность радиопередающих устройств	4	2
7	Радиоприемники. Радиопередатчики	4	-
Итого:		24	8

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
	Семестр 7		
1	Частотные диапазоны волн.	2	2
2	Расчет напряженности поля.	4	2

3	Построение диаграмм направленности симметричных вибраторов	4	2
4	Построение диаграмм направленности несимметричных вибраторов	4	2
5	Исследование зависимости основных параметров симметричного вибратора от относительной длины.	4	-
6	Распространение радиоволн. Антенно-фидерные устройства. Эксплуатация антенно-фидерных устройств. Основные уравнения электродинамики в теории излучения антенн.	4	-
Семестр 8			-
7	Исследование основных параметров несимметричного вибратора	2	1
8	Расчет основных параметров фидеров		
9	Выбор типовой антенны для радиосвязи и радиовещания	2	1
10	Радиопередающий центр	2	1
11	Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве. Вибраторные антенны. Конструкции вибраторных антенн. Апертурные антенны.	4	1
Итого:		36	12

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
Семестр 7				
1	Распространение радиоволн.	Подготовка к лабораторным работам	2	6
		Подготовка к тестированию	2	6
2	Антенно-фидерные устройства.	Подготовка к лабораторным работам	2	6
		Подготовка к тестированию	2	6
3	Эксплуатация антенно-фидерных устройств.	Подготовка к лабораторным работам	2	6
		Подготовка к тестированию	2	6
4	Основные уравнения электродинамики в теории излучения антенн.	Подготовка к лабораторным работам	1	4
		Подготовка к тестированию	1	12
5	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	36	36
Семестр 8				
6	Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве.	Подготовка к лабораторным работам	2	7
		Подготовка к тестированию	2	7
7	Вибраторные антенны.	Подготовка к лабораторным работам	2	7
		Подготовка к тестированию	2	7
8	Конструкции вибраторных антенн.	Подготовка к лабораторным работам	2	7
		Подготовка к тестированию	2	7

9	Апертурные антенны.	Подготовка к лабораторным работам	3	7
		Подготовка к тестированию	3	7
10	Экзамен по дисциплине	Подготовка к семестровому экзамену	36	36
Итого:			108	180

4.7. Курсовые работы/проекты

Не предусмотрены учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или)

их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные вопросы к практическим занятиям
- вопросы к лабораторным работам;
- тесты;
- вопросы к экзамену и зачету.

Фонды оценочных средств, включающие контрольные вопросы, вопросы коллоквиумов, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в 7 семестре обучения проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы), а в 8 семестре обучения – в форме зачета. Студенты, выполнившие 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В 7 семестре обучения в экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Экзамены
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	отлично (5)
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	хорошо (4)
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	удовлетворительно (3)
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и	неудовлетворительно (2)

навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

В 8 семестре обучения в экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.	
Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Мальцев П.П. Системы на кристалле со встроенными антеннами на наногетероструктурах АЗВ5 [Электронный ресурс] / Под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева - М.: Техносфера, 2019. - 528 с. - ISBN 978-5-94836-526-8 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365268.html>

2. Белоус А.И. СВЧ-электроника в системах радиолокации и связи. В 2-х книгах. Книга 1: Техническая энциклопедия [Электронный ресурс] / Белоус А.И., Мерданов М. К., Шведов С.В. - М.: Техносфера, 2018. - 818 с. - ISBN 978-5-94836-531-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365312.html>

б) Дополнительная литература:

1. Сомов А.М. Антенно-фидерные устройства [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.М. Сомов, В.В. Старостин, Р.В. Кабетов; под ред. А.М.

Сомова. - М.: Гор. линия-Телеком, 2011. - 404 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Специальность). (обложка) ISBN 978-5-9912-0152-0, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/265578>

2. Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / О.В. Головин. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 783 с.: ил.; 70x100 1/16. (обложка) - ISBN 978-5-9912-0196-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/333203>

3. Семенихин А.И. Проектирование зеркальных антенн с помощью пакета Mathcad [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Семенихин А.И., Кошкидько В.Г., Климов А.В. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2016. - 80 с. - ISBN 978-5-9275-1918-7 - Текст: электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/989923>

4. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов / Е.А. Колосовский. - 2-е изд. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 456 с.: ил.; 60x88 1/16. - (Специальность). (обложка) ISBN 978-5-9912-0265-7, 100 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/364795>

в) Методические рекомендации/указания:

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства» для студентов специальности “Электронные приборы и устройства” (электронное издание) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко, В.Н. Куценко. – Луганск: Изд-во ЛНУ, 2018. – 34 с.

2. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства» для студентов специальности “Электронные приборы и устройства” (электронное издание) / Сост.: В.А. Войтенко, Г.О. Войтенко, В.Н. Куценко. – Луганск: Изд-во ЛНУ, 2018. – 35 с.

г) Интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Далевский педагогический портал – <http://ped.dahluniver.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Университетская библиотека On-line – <http://www.biblioclub.ru>

Научная электронная библиотека eLIBRARY – <http://elibrary.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

Научные журналы

"GNU Scientific Library" (GSL - библиотека для научных вычислений проекта GNU): <http://www.gnu.org/software/gsl>.

Система схемотехнического моделирования LTSpice IV. Краткое руководство: <http://zpostbox.ru/ltspice.html>.

Электронные компоненты: <http://www.elitan.ru/>.

Навигатор по профессиональным электронным ресурсам – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/nav_ei.htm

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся с использованием комплекта электронных презентаций в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук).

Лабораторные работы проводятся с использованием некомпьютеризированных и компьютеризированных лабораторных стендов, пакета специализированных компьютерных программ, компьютерной математической среды MATLAB.

Рабочие места преподавателя и студентов в учебной лаборатории оснащены компьютерами с доступом в Интернет, предназначенными для работы в указанных специализированных компьютерных программах и средах.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и	ПК-2.1. ПК-2.2.	Тема 1 Распространение радиоволн	1
				Тема 2 Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства	1
				Тема 3 Эксплуатация антенно-фидерных устройств	1

		установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения		Тема 4 Основные уравнения электродинамик и в теории излучения антенн	1
				Тема 5 Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве	2
				Тема 6 Вибраторные антенны	2
				Тема 7 Конструкции вибраторных антенн	2
				Тема 8 Апертурные антенны	2
2.	ПК-3	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. ПК-3.2. ПК-3.3. ПК-3.4. ПК-3.5.	Тема 2 Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства	1
				Тема 3 Эксплуатация антенно-фидерных устройств	1
				Тема 4 Основные уравнения электродинамик и в теории излучения антенн	1
				Тема 5 Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве	2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2	ПК-2.1. ПК-2.2.	<p>Знать: методики проведения исследований параметров и характеристик антенно-фидерных устройств; особенности исследований распространения сантиметровых, дециметровых, метровых, декаметровых, гектометровых, километровых, мириаметровых волн, классификацию, параметры и характеристики антенн;</p> <p>Уметь: проводить исследование, анализ и сравнение характеристик антенно-фидерных устройств различных типов; проводить анализ физических процессов, протекающих в антенно-фидерных устройствах; экспериментально определять диаграммы направленности вибраторов разных типов; осуществлять поиск информации с использованием информационных технологий;</p>	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8, Практическое занятие 1, Лабораторная работа 1, Лабораторная работа 2	Контрольные вопросы к практическим занятиям, вопросы к лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету, вопросы к экзамену

			<p>навыками изготовления и испытаний вибраторных антенн;</p> <p>Владеть: навыками построения диаграмм направленности антенн в полярной и прямоугольной системе координат, работы с технической документацией и справочной литературой;</p> <p>навыками использования среды MATLAB при проектировании антенно-фидерных устройств.</p>		
2.	ПК-3	<p>ПК-3.1.</p> <p>ПК-3.2.</p> <p>ПК-3.3.</p> <p>ПК-3.4.</p> <p>ПК-3.5.</p>	<p>Знать: принципы конструирования антенно-фидерных устройств;</p> <p>физические основы распространения радиоволн, конструкции антенн и фидеров различного назначения, особенности эксплуатации антенно-фидерных устройств;</p> <p>проводить настройку симметричных вибраторных антенн; принципы конструирования основных типов антенн, применяемых для радиосвязи, радиовещания и телевидения, особенности конструкции фидеров,</p>	<p>Тема 2,</p> <p>Тема 3,</p> <p>Тема 4,</p> <p>Тема 5,</p> <p>Практическое занятие 2,</p> <p>Лабораторная работа 3,</p> <p>Лабораторная работа 4</p>	<p>Контрольные вопросы к практическим занятиям,</p> <p>вопросы к лабораторным работам,</p> <p>тесты,</p> <p>вопросы к зачету,</p> <p>вопросы к экзамену</p>

			<p>применяемых в различных диапазонах длин волн; знает схемотехнику и топологию согласующих устройств;</p> <p>Уметь: применять и программировать микропроцессорные устройства управления фазированными антенными решетками; при помощи программ проводить расчеты напряженности полей, создаваемых антеннами различных диапазонов, проводить расчеты различных типов антенн; применять компьютерные методики расчета и проектирования антенно-фидерных устройств различного назначения;</p> <p>Владеть: навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем антенн, антенно-фидерных устройств, устройств согласования, устройств формирования диаграммы направленности и устройств наведения и слежения; навыками работы с компьютерными программами для</p>		
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

			разработки топологии принципиальных и монтажных схем антенно-фидерных устройств;		
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Приемо-передающие и антенно-фидерные устройства»

Контрольные вопросы к практическим занятиям:

1. Перечислите основные элементы структурной схемы линии радиосвязи и сформулируйте назначение каждого из них.
2. Дайте определение коэффициента полезного действия передающей антенны.
3. Дайте определения амплитудной характеристики направленности и амплитудной диаграммы направленности.
4. Чем отличаются ненормированная диаграмма направленности от нормированной?
5. Назовите достоинства и недостатки изображения диаграммы направленности в полярной системе координат.
6. Назовите достоинства и недостатки изображения диаграммы направленности в прямоугольной (декартовой) системе координат.
7. Назовите достоинства и недостатки изображения диаграммы направленности в прямоугольной системе координат с логарифмическим масштабом.
8. В чем отличие диаграммы направленности антенны «по полю» от диаграммы направленности «по мощности»?
9. Поясните физический смысл параметров «ширина диаграммы направленности по уровню половинной мощности» и «ширина диаграммы направленности по уровню нулевого излучения».
10. Дайте определение коэффициента направленного действия передающей антенны.
11. Дайте определение коэффициента усиления передающей антенны.
12. В чем состоит принципиальная разница коэффициентами направленного действия и усиления передающей антенны?
13. Дайте определение входного сопротивления передающей антенны.
14. Какие волновые режимы могут иметь место в фидере, чем они определяются?
15. Поясните физический смысл коэффициентов бегущей и стоячей волны. В каких пределах могут меняться их значения?
16. Что понимается под согласованием фидера с передающей антенной?
17. Поясните сущность различных видов поляризации электромагнитного поля излучения передающей антенны.

18. Поясните физический смысл параметров передающей антенны: эффективная площадь, коэффициент использования поверхности апертуры, действующая длина.
19. Каким параметром характеризуется электрическая прочность передающей антенны и её фидера?
20. Дайте определение рабочей полосы частот антенны.
21. Поясните физическую природу источника электродвижущей силы в эквивалентной схеме приемной антенны.
22. Поясните значение принципа взаимности для теории и практики антенн.
23. Дайте определение коэффициента направленного действия приемной антенны.
24. Дайте определение коэффициента усиления приемной антенны.
25. Поясните смысл параметра приемной антенны «шумовая температура».
26. В чем заключается антенный эффект фидеров передающих и приемных антенн?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольные вопросы к практическим занятиям

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией)
4	Ответ представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемый вопрос, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности)
3	Ответ представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией)
2	Ответ представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов отвечать)

Вопросы к лабораторным работам:

1. Электромагнитные поля и волны.
2. Распространение сантиметровых, дециметровых и метровых волн.
3. Распространение декаметровых волн.
4. Распространение гектометровых, километровых, мириаметровых волн.
5. Классификация, параметры и характеристики антенн.
6. Элементарный электрический вибратор.
7. Симметричный и несимметричный вибраторы.
8. Системы излучателей.
9. Основные положения теории приема.
10. Фидеры.
11. Вибраторные антенны дециметровых и метровых волн.

12. Антенны сантиметровых волн.
13. Антенны декаметровых волн.
14. Антенны гектометровых (средних), километровых (длинных) и мириаметровых (сверхдлинных) волн.
15. Электромагнитная экология радиочастот и электромагнитный мониторинг средств объектов телевидения, радиовещания и радиосвязи.
16. Уравнения Максвелла для свободных и возбужденных полей.
17. Волновые уравнения.
18. Граничные условия для идеального проводника.
19. Электродинамические потенциалы.
20. Векторный и скалярный потенциалы электрического и магнитного видов.
21. Уравнения Максвелла в комплексной форме записи.
22. Принцип перестановочной двойственности (дуализма) А.А. Пистолькорса.
23. Векторные потенциалы в комплексной форме записи.
24. Однородные и неоднородные комплексные волновые уравнения или уравнения Гельмгольца.
25. Комплексный коэффициент распространения.
26. Коэффициент фазы и коэффициент затухания.
27. Фазовая скорость распространения волны.
28. Общее решение внешней граничной задачи возбуждения свободного неограниченного пространства сторонними электрическим и магнитным токами.
29. Точечные источники возбуждения волн и уравнение функции Грина в методе наложения.
30. Функция Грина неограниченного трехмерного свободного пространства и ее различные представления.
31. Элементарный электрический излучатель Герца и его характеристики.
32. Мощность излучения и сопротивление излучения.
33. Элементарный магнитный (щелевой) излучатель Герца и его характеристики.
34. Распределение электрических токов и зарядов в симметричном вибраторе.
35. Нахождение электромагнитного поля в дальней зоне для симметричного вибратора.
36. Общая формула диаграммы направленности симметричного вибратора.
37. Зависимость направленных свойств симметричного вибратора от распределения стороннего электрического тока по длине вибратора.
38. Зависимость сопротивления излучения вибратора от распределения тока по длине вибратора.
39. Влияние металлического экрана на излучение вибратора.
40. Влияние поверхности земли на диаграмму направленности вибратора.
41. Настройка симметричных вибраторных антенн.
42. Симметричный и несимметричный вибраторы.
43. Магнитные (щелевые) вибраторы.
44. Широкополосные вибраторы.
45. Симметрирующие и согласующие устройства для подключения питающего фидера ко входу вибраторных антенн.

46. Диаграмма направленности, входное сопротивление и диапазон рабочих частот биконической и диско-конусной антенн.

47. Апертурный метод расчета характеристик излучения антенн.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству вопросы к лабораторным работам

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответы представлены на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 90-100% вопросов)
4	Ответы представлены на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемые вопросы, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности, правильные ответы даны на 75-89% вопросов)
3	Ответы представлены на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени соответствующей научной терминологией, правильные ответы даны на 50-74% вопросов)
2	Ответы представлены на неудовлетворительном уровне или не представлены (студент не готов отвечать или правильные ответы даны менее чем на 50% вопросов)

Тесты:

1. Фидер определяется как:

а) электрическая цепь и вспомогательные устройства, с помощью которых информация передается от радиопередатчика к антенне или от антенны к радиоприемнику;

б) электрическая цепь и вспомогательные устройства, с помощью которых энергия радиочастотного сигнала подводится от радиопередатчика к антенне или от антенны к радиоприемнику;

в) электрическая цепь и вспомогательные устройства, с помощью которых энергия радиочастотного сигнала подводится от радиопередатчика к антенне.

2. Под радиоволнами понимают:

а) электромагнитные волны в диэлектрических средах;

б) электромагнитные волны в электрических цепях;

в) электромагнитные волны в электронных приборах.

3. Требование к фидеру передающей антенны:

а) передача энергии от выхода радиопередатчика до входа антенны с максимальными потерями;

б) передача информации от выхода радиопередатчика до входа антенны с минимальными потерями;

в) передача энергии от выхода радиопередатчика до входа антенны с минимальными потерями.

4. Требование к передающей антенне:
- а) преобразовать электромагнитную энергию, поступающую на её вход, в энергию радиоволн с минимальными потерями;
 - б) обеспечить необходимую пространственную концентрацию излучаемой энергии;
 - в) обеспечить совместно с радиопередатчиком в месте приема необходимое значение напряженности электромагнитного поля.

5. Коэффициентом полезного действия антенны называется:
- а) отношение мощности радиоизлучения, создаваемого антенной, к мощности радиочастотного сигнала, подводимого к её выходу;
 - б) отношение мощности радиочастотного сигнала, подводимого к её входу, к мощности радиоизлучения, создаваемого антенной;
 - в) отношение мощности радиоизлучения, создаваемого антенной, к мощности радиочастотного сигнала, подводимого к её входу.

6. Амплитудная характеристика направленности антенны:
- а) зависимость амплитуды напряженности излучаемого антенной поля от времени при неизменном расстоянии до точки наблюдения;
 - б) зависимость амплитуды напряженности излучаемого антенной поля от азимутального угла при неизменном расстоянии до точки наблюдения;
 - в) зависимость амплитуды напряженности излучаемого антенной поля от направления в пространстве при неизменном расстоянии до точки наблюдения.

7. Фазовой характеристикой направленности антенны называют:
- а) зависимость фазы напряженности поля, создаваемого антенной в точке наблюдения, от времени;
 - б) зависимость амплитуды и фазы напряженности поля, создаваемого антенной в точке наблюдения, от направления на эту точку;
 - в) зависимость фазы напряженности поля, создаваемого антенной в точке наблюдения, от направления на эту точку.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству тесты

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Классификация, параметры и характеристики антенн.

2. Элементарный электрический вибратор.
3. Симметричный и несимметричный вибраторы.
4. Системы излучателей. Основные положения теории приема.
5. Фидеры.
6. Вибраторные антенны дециметровых и метровых волн.
7. Антенны сантиметровых волн.
8. Антенны декаметровых волн.
9. Антенны гектометровых, километровых и мириаметровых волн.
10. Электромагнитная экология радиочастот и электромагнитный мониторинг средств объектов телевидения, радиовещания и радиосвязи.
11. Уравнения Максвелла для свободных и возбужденных полей. Волновые уравнения.
12. Граничные условия для идеального проводника. Электродинамические потенциалы.
13. Векторный и скалярный потенциалы электрического и магнитного видов.
14. Уравнения Максвелла в комплексной форме записи.
15. Принцип перестановочной двойственности.
16. Векторные потенциалы в комплексной форме записи.
17. Однородные и неоднородные комплексные волновые уравнения или уравнения Гельмгольца.
18. Комплексный коэффициент распространения.
19. Коэффициент фазы и коэффициент затухания.
20. Фазовая скорость распространения волны.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.

неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы
-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

1. Общее решение внешней граничной задачи возбуждения свободного неограниченного пространства сторонними электрическим и магнитным токами.
2. Точечные источники возбуждения волн и уравнение функции Грина в методе наложения.
3. Функция Грина неограниченного трехмерного свободного пространства и ее различные представления.
4. Элементарный электрический излучатель Герца и его характеристики.
5. Мощность излучения и сопротивление излучения.
6. Элементарный магнитный излучатель Герца и его характеристики.
7. Распределение электрических токов и зарядов в симметричном вибраторе.
8. Нахождение электромагнитного поля в дальней зоне для симметричного вибратора.
9. Общая формула диаграммы направленности симметричного вибратора.
10. Зависимость направленных свойств симметричного вибратора от распределения стороннего электрического тока по длине вибратора.
11. Зависимость сопротивления излучения вибратора от распределения тока по длине вибратора.
12. Влияние металлического экрана на излучение вибратора.
13. Влияние поверхности земли на диаграмму направленности вибратора.
14. Настройка симметричных вибраторных антенн.
15. Симметричный и несимметричный вибраторы.
16. Магнитные вибраторы.
17. Широкополосные вибраторы.
18. Симметрирующие и согласующие устройства для подключения питающего фидера ко входу вибраторных антенн.
19. Диаграмма направленности, входное сопротивление и диапазон рабочих частот биконической и диско-конусной антенн.
20. Апертурный метод расчета характеристик излучения антенн.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено

<p>Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.</p>	
<p>Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30 % ошибок в излагаемых ответах.</p>	
<p>Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы</p>	<p>не зачтено</p>

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)