

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

Направление подготовки: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Профиль подготовки: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Дисциплина “Электродинамики и распространение радиоволн” является основой для изучения свойств электромагнитных волн, их образования и их распространения в окружающей среде.

1.2 Задачи дисциплины

Изучение теоретических основ электродинамики и распространения радиоволн и их практического применения; получение знаний и навыков, необходимых для освоения следующих дисциплин: «Микроэлектроника СВЧ устройств», «Микропроцессоры и микроконтроллеры»; при выполнении курсового и дипломного проектирования и в практической деятельности инженера.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Электродинамика и распространение радиоволн» (Б1.В.ОД.11) относится к вариативной части обязательных дисциплин.

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Профессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

профессиональных (ПК):

способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.

уметь:

- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.

владеть:

- навыками использования знаний естественных наук и математики при решении практических задач инженерной деятельности.

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности

	<p>выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p>	<p>за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
	<p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>

<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20);</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21);</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
<p>- формирование культуры информационной безопасности (B23)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
<p>УГНС 11.00.00 «Электроника, радиотехника и системы связи»:</p> <p>- формирование навыков коммуникации и командной работы при разработке электронных средств (B27);</p> <p>- формирование культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории (B28)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Основы конструирования электронных средств", "Схемо- и системотехника электронных средств", "Технология производства электронных средств", "Конструирование механизмов и несущих конструкций радиоэлектронных средств", "Конструирование деталей и узлов радиоэлектронных средств» для формирования профессиональной коммуникации, а также привития навыков командной работы за счет использования методов коллективных форм познавательной деятельности, командного выполнения учебных заданий по разработке электронных средств, курсовых работ/проектов и защиты их результатов;</p>

		2. Использование воспитательного потенциала учебной практики и профильной дисциплины "Технология поверхностного монтажа" для формирования культуры безопасности при работе в электромонтажной и электрорадиомонтажной лаборатории через выполнение студентами практических заданий.
--	--	---

4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
Семестр 5									
1	Раздел 1	1-4	4	-	8	4	ДЗ1	Т1	10
2	Раздел 2	5-8	4	-	8	4	ДЗ2	КР1	15
3	Раздел 3	9-12	4	-	8	4	ДЗ3	Т2	10
4	Раздел 4	13-18	8	-	10	6	Т3	КР2	15
Итого			20	-	34	18			50
Экзамен			36						50
Итого за семестр									100

4.1 Содержание лекций

5 семестр

Раздел 1

1. Основные законы и методы электродинамики.

2. Уравнения Максвелла - постулаты электродинамики; интегральная и дифференциальная форма записи, физический смысл уравнений.
3. Значение сторонних источников поля в уравнениях Максвелла.
4. Метод комплексных амплитуд (МКА) и его применение к уравнениям Максвелла.
5. Метод электродинамических потенциалов.
6. Понятие о плоских и сферических волнах.
7. Параметры, характеризующие распространение плоских электромагнитных волн в среде.
8. Классификация сред по проводимости.
9. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в средах с малой проводимостью.

Раздел 2

10. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в проводнике.
11. Излучение электромагнитных волн элементарными излучателями.
12. Понятие об элементарных излучателях электромагнитных волн.
13. Вывод формул, описывающих электромагнитное поле элементарного электрического вибратора (ЭЭВ).
14. Мощность излучения и коэффициент направленного действия ЭЭВ.
15. Общие сведения о линиях передачи.
16. Назначение и классификация линий передачи.
17. Первичные параметры линий передачи.

Раздел 3

18. Решение телеграфных уравнений и его анализ.
19. Волновые или вторичные параметры линий передачи.
20. Коэффициент отражения в линии передачи с произвольной нагрузкой.
21. Устройство круговой диаграммы полных сопротивлений.
22. Режимы работы линий передачи.
23. Особенности распространения длинных и сверхдлинных волн.
24. Расчёт напряжённости поля в подстилающей поверхности.
25. Элементная база передающих и приёмных средств, антенные устройства, используемые в диапазоне длинных и сверхдлинных волн.
26. Экспериментальные данные о строении ионосферы.

27.Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы.

Раздел 4

28.Определение напряжённости электрического поля в месте приёма и определение наименьших применимых частот (НПЧ).

29.Особенности распространения ультракоротких волн (УКВ).

30.Поле элементарного электрического вибратора, поднятого над плоской земной поверхностью.

31.Интерференционная формула Введенского.

32.Учёт сферичности земной поверхности при пользовании интерференционными формулами.

33.Распространение УКВ на космических радиолиниях.

34.Рефракция радиоволн в тропосфере.

35.Эквивалентный радиус Земли.

36.Основное уравнение радиолокации.

37.Распространение УКВ на большие расстояния в условиях сверхрефракции.

4.2 Тематический план практических работ

1.Режим бегущих волн в линии передачи.

2.Режим стоячих волн в линии передачи.

3.Режим смешанных волн.

4.Коэффициент полезного действия линии передачи.

5.Предельная и допустимая мощность в линии передачи.

6.Согласование линии передачи с нагрузкой.

7.Задачи и методы согласования.

8.Метод четвертьволновых вставок.

9.Метод реактивного шлейфа.

10.Широкополосное согласование.

11.Классификация радиоволн.

12.Классификация радиоволн по диапазонам частот и способу распространения.

13.Распространение земных радиоволн.

14.Тропосфера и поверхность Земли, влияние их на распространение радиоволн.

15.Особенности распространения длинных и средних волн.

4.3 Самостоятельная работа студентов

1. Изучение лекционного материала по теме: «Плоские электромагнитные волны в безграничной среде с потерями».
2. Изучение лекционного материала по теме: «Комплексная диэлектрическая проницаемость среды».
3. Изучение лекционного материала по теме: «Направленные свойства ЭЭВ».
4. Изучение лекционного материала по теме: «Виды помех и влияние их на качество радиоприёма».
5. Изучение лекционного материала по теме: «Особенности распространения коротких радиоволн».
6. Изучение лекционного материала по теме: «Определение максимальных применимых частот (МПЧ)».

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ ВО по направлению подготовки 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств", реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся также с применением мультимедийного проектора с разбором типовых решений.

Текущий контроль знаний студентов по отдельным разделам и в целом по дисциплине проводится в форме компьютерного или бумажного тестирования, а также выполнением самостоятельных работ по решению задач.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
T3	Тест №3		
KP1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
KP2	Контрольная работа		
ДЗ 1	Домашнее задание	Средства проверки умения самостоятельной обработки теоритического материала	Теоретический материал по курсу
ДЗ 2	Домашнее задание		
ДЗ 3	Домашнее задание		

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	З1	У1	В1	5 семестр: Т1, Т2, Т3, КР1, КР2, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3

Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация

Раздел 1.	<p>1.Основные законы и методы электродинамики.</p> <p>2.Уравнения Максвелла - постулаты электродинамики; интегральная и дифференциальная форма записи, физический смысл уравнений.</p> <p>3.Значение сторонних источников поля в уравнениях Максвелла. 4.Метод комплексных амплитуд (МКА) и его применение к уравнениям Максвелла. 5.Метод электродинамических потенциалов.</p> <p>6.Понятие о плоских и сферических волнах.</p> <p>7.Параметры, характеризующие распространение плоских электромагнитных волн в среде.</p> <p>8.Классификация сред по проводимости.</p> <p>9.Особенности распространения плоских электромагнитных волн в средах с малой проводимостью.</p>	ОПК-1	31, У1, В1	Д31	Т1	экзамен
Раздел 2.	<p>10.Особенности распространения плоских электромагнитных волн в проводнике.</p> <p>11.Излучение электромагнитных волн элементарными излучателями.</p> <p>12.Понятие об элементарных излучателях электромагнитных волн.</p> <p>13.Вывод формул, описывающих электромагнитное</p>	ОПК-1	31, У1, В1	Д32	КР1	

	<p>поле элементарного электрического вибратора (ЭЭВ).</p> <p>14. Мощность излучения и коэффициент направленного действия ЭЭВ.</p> <p>15. Общие сведения о линиях передачи.</p> <p>16. Назначение и классификация линий передачи.</p> <p>17. Первичные параметры линий передачи.</p>					
Раздел 3.	<p>18. Решение телеграфных уравнений и его анализ.</p> <p>19. Волновые или вторичные параметры линий передачи.</p> <p>20. Коэффициент отражения в линии передачи с произвольной нагрузкой.</p> <p>21. Устройство круговой диаграммы полных сопротивлений.</p> <p>22. Режимы работы линий передачи.</p> <p>23. Особенности распространения длинных и сверхдлинных волн.</p> <p>24. Расчёт напряжённости поля в подстилающей поверхности.</p> <p>25. Элементная база передающих и приёмных средств, антенные устройства, используемые в диапазоне длинных и сверхдлинных волн.</p> <p>26. Экспериментальные данные о строении ионосферы.</p> <p>27. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы.</p>	ОПК-1	31, У1, В1	Т2	Т3	

Раздел 4.	<p>28.Определение напряжённости электрического поля в месте приёма и определение наименьших применимых частот (НПЧ).</p> <p>29.Особенности распространения ультракоротких волн (УКВ).</p> <p>30.Поле элементарного электрического вибратора, поднятого над плоской земной поверхностью.</p> <p>31.Интерференционная формула Введенского. 32.Учёт сферичности земной поверхности при пользовании интерференционными формулами.</p> <p>33.Распространение УКВ на космических радиолиниях.</p> <p>34.Рефракция радиоволн в тропосфере.</p> <p>35.Эквивалентный радиус Земли.</p> <p>36.Основное уравнение радиолокации.</p> <p>37.Распространение УКВ на большие расстояния в условиях сверхрефракции.</p>	ОПК-1	31, У1, В1	ДЗ3	КР2	
-----------	---	-------	------------	-----	-----	--

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<2	

Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<2	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту, если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 2
		выставляется студенту, если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту, если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3-2	
		при ответе студента менее, чем на 60% вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе	<2	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	
		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	<6	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.	10	10 – 6
		выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	9-8	
		выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	7-6	

		выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки.	<6	
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной		40-50
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	<30 – 39
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к усвоению сформированности компетенций дисциплины
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» –	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не

<i>E, D</i>		усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – <i>F</i>	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы к экзамену

1. Основные законы и методы электродинамики.
2. Уравнения Максвелла - постулаты электродинамики; интегральная и дифференциальная форма записи, физический смысл уравнений.
3. Значение сторонних источников поля в уравнениях Максвелла.
4. Метод комплексных амплитуд (МКА) и его применение к уравнениям Максвелла.
5. Метод электродинамических потенциалов.
6. Понятие о плоских и сферических волнах.
7. Параметры, характеризующие распространение плоских электромагнитных волн в среде.
8. Классификация сред по проводимости.
9. Особенности распространения плоских электромагнитных волн в средах с малой проводимостью.
10. Распространения плоских электромагнитных волн в проводнике.
11. Излучение электромагнитных волн элементарными излучателями. 12. Понятие об элементарных излучателях электромагнитных волн.
13. Вывод формул, описывающих электромагнитное поле элементарного электрического вибратора (ЭЭВ).
14. Мощность излучения и коэффициент направленного действия ЭЭВ. 15. Общие сведения о линиях передачи.
16. Назначение и классификация линий передачи.
17. Первичные параметры линий передачи.
18. Решение телеграфных уравнений и его анализ.
19. Волновые или вторичные параметры линий передачи.

20. Коэффициент отражения в линии передачи с произвольной нагрузкой.
21. Устройство круговой диаграммы полных сопротивлений.
22. Режимы работы линий передачи.
23. Особенности распространения длинных и сверхдлинных волн.
24. Расчёт напряжённости поля в подстилающей поверхности.
25. Элементная база передающих и приёмных средств, антенные устройства, используемые в диапазоне длинных и сверхдлинных волн.
26. Экспериментальные данные о строении ионосферы.
27. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионосферы. 28. Определение напряжённости электрического поля в месте приёма и определение наименьших применимых частот (НПЧ).
29. Особенности распространения ультракоротких волн (УКВ).
30. Поле элементарного электрического вибратора, поднятого над плоской земной поверхностью.
31. Интерференционная формула Введенского.
32. Учёт сферичности земной поверхности при использовании интерференционными формулами.
33. Распространение УКВ на космических радиолиниях.
34. Рефракция радиоволн в тропосфере.
35. Эквивалентный радиус Земли.
36. Основное уравнение радиолокации.
37. Распространение УКВ на большие расстояния в условиях сверхрефракции.
38. Режим бегущих волн в линии передачи.
39. Режим стоячих волн в линии передачи.
40. Режим смешанных волн.
41. Коэффициент полезного действия линии передачи.
42. Предельная и допустимая мощность в линии передачи.
43. Согласование линии передачи с нагрузкой.
44. Задачи и методы согласования.
45. Метод четвертьволновых вставок.
46. Метод реактивного шлейфа.
47. Широкополосное согласование.

48.Классификация радиоволн.

49.Классификация радиоволн по диапазонам частот и способу распространения.

50.Распространение земных радиоволн.

51.Тропосфера и поверхность Земли, влияние их на распространение радиоволн.

52.Особенности распространения длинных и средних волн.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Милютин Е.Р. Основы технической электродинамики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.Р. Милютин. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Лань, 2020. – 184 с.: ил. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. – Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/142336#2>.

2. Потапов Л. А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 196 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492079>.

3. Скачков В. А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. А. Скачков. — Казань: КНИТУ-КАИ, 2020. — 298 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/193469>.

4. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие [Электронный ресурс] / Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 448 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168682>.

7.2 Дополнительная литература

1. Ан А. Ф. Основы классической электродинамики: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ф. Ан, А. В. Самохин. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 204 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/98351.html>.

2. Зырянов Ю. Т. Основы радиотехнических систем: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Т. Зырянов, О. А. Белоусов, П. А. Федюнин. — 2-е изд., перераб. и доп.

— Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 192 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168859>.

3. Костин М. С. Электродинамика, радиоволновые процессы и технологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / М. С. Костин, А. Д. Ярлыков. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. — 316 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/114999.html>.

7.3 Интернет ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	https://urait.ru/
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	e.lanbook.com
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	https://www.iprbookshop.ru/
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	http://elibrary.ru
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	http://link.springer.com/
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/
7	StudFiles (Файловый архив студентов)	https://studfile.net/preview/960265/
8	Рынок микроэлектроники. Справочник по электронным компонентам.	http://www.gaw.ru/
9	Автор Микушин А. В. All rights reserved.	https://digteh.ru/MCS51/MCS_51.php
10	SCI-ARTICL Публикация научных статей	https://sci-article.ru/gryps.php?i=elektrotehnika
11	Большая Энциклопедия Нефти и Газа	http://www.ngpedia.ru/id155581p1.html
12	ИСТИНА (Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных)	https://istina.msu.ru/journals/96319/
13	Международный научно-практический журнал «Программные продукты и системы»	http://www.swsys.ru/index.php?page=infotg&id=57
14	KMSOFT (Научные статьи)	http://kmssoft.ru/lc/C012

7.4 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>