

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»

Кафедра радиофизики



УТВЕРЖДАЮ
 Декан ФФ
 А. Е. Бондарь
 « 01 » сентября 2014 г.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА СВЧ
 Рабочая программа дисциплины

Физический факультет

Направление подготовки
03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)
 Курс 3, семестр 5

Профиль:
Общая и фундаментальная физика

Форма обучения
Очная

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)	
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем (консультации, экзамен)
		Лекции	Семинары	Лабораторные занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
5	72	32			4	32	4
Всего 72 часа / 2 зачетных единицы из них: - контактная работа 36 часов - в интерактивных формах 36 часов							

Новосибирск 2014

Рабочая программа дисциплины «Электродинамика СВЧ», предназначенная для студентов третьего курса физического факультета НГУ, разработана в 2011 году в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 011200 Физика (квалификация «бакалавр») от 08.12.2009, приведена в соответствие с требованиями Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования от 19.12.2013, переработана в 2014 г. в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата) от 07.08.2014.

Место дисциплины в структуре учебного плана Б1, вариативная

Составил:

В. В. Тарнецкий

Рабочая программа дисциплины

Содержание

Аннотация.....	4
1. Цели освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.	5
4. Структура и содержание дисциплины.	6
5. Образовательные технологии	7
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.	8
7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины: показатели, критерии оценивания компетенций, типовые контрольные задания	8
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9

I. Рабочая программа дисциплины «Электродинамика СВЧ»

Аннотация

Программа курса «Электродинамика СВЧ» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО к уровню бакалавриата по направлению подготовки «03.03.02 Физика» (академический бакалавриат), а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ) кафедрой радиофизики. Дисциплина изучается студентами третьего курса кафедры физики ускорителей физического факультета в осеннем семестре.

Цели курса – дать студентам базовые знания по основам работы и принципам устройства различных СВЧ линий передач и устройств, в том числе по теории СВЧ цепей.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций: ПК-2 в части формирования способности проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований, и ПК-4 в части формирования способности применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, домашние задания, консультации, самостоятельная работа студента, допуск к экзамену, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль успеваемости: выборочные опросы, коллоквиумы.

Промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы:

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 4 часа;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена и экзамен) – 36 часов;

Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 36 часов.

1. Цели освоения дисциплины

Цель учебного курса «Электродинамика СВЧ» – дать студентам базовые знания по основам работы и принципам устройств различных СВЧ линий передач и узлов, в том числе изучение теории СВЧ цепей. В современной радиотехнике широкое применение находят электромагнитные волновые процессы и разнообразные устройства, в которых эти процессы играют существенную роль: передающие линии и волноводы, объемные резонаторы, невзаимные устройства с ферритами. Дисциплина «Электродинамика СВЧ» предназначена для обучения студентов-физиков основам теории электромагнитных процессов и техники электродинамических устройств СВЧ диапазона. Эти знания необходимы студентам для успешного освоения материалов спецкурсов, читаемых на кафедре радиофизики физического факультета Новосибирского государственного университета (уровень бакалавриата, профиль подготовки «общая и фундаментальная физика»).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

В результате изучения курса «Электродинамика СВЧ» студенты кафедры физики ускорителей физического факультета НГУ должны усвоить основные методы электродинамики СВЧ, изучить теорию длинных линий, волноводов, резонаторов вентилей и циркуляторов. Кроме того, у студентов должно сформироваться умение делать простейшие точные и приближенные (оценочные) расчеты различных СВЧ устройств, для чего необходимо освоение некоторых математических методов для решения физических задач; умение использовать в профессиональной деятельности базовые знания в области математики; умение приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии.

Для успешного освоения курса «Электродинамика СВЧ» студенты должны обладать предварительными знаниями основ математического анализа, линейной алгебры, дифференциальных уравнений и электродинамики. В свою очередь, учебный курс «Электродинамика СВЧ» предоставляет студентам теоретические знания и практические навыки, необходимые для прохождения практикума по электродинамике СВЧ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

Профессиональные компетенции:

- ПК-2 в части формирования способности проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований.
- ПК-4 в части формирования способности применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь находить решения системы уравнений Максвелла для различных граничных задач, соответствующих простейшим геометриям разнообразных СВЧ устройств, таких как длинные линии, волноводы и резонаторы, полученные из отрезков волноводов и линий передачи, обладать навыками решения задач на нахождение собственных функций и собственных значений (моды в резонаторе), а также иметь навыки применения основ вариационного исчисления для нахождения приближенных решений некоторых электродинамических задач (теорию возмущений) и использование этих знаний для практической деятельности.

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК – 3 в части использования базовых теоретических знаний электродинамики (электростатика, теория линейных цепей переменного тока) для решения профессиональных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь использовать знания, полученные при изучении курса «Электродинамика» для решения задач электродинамики СВЧ, в частности, электростатики для решения электродинамической задачи для линий передач мощности, а также теории линейных цепей переменного тока для описания линий передач и волноводов.

4. Структура и содержание дисциплины.

Дисциплина «Электродинамика СВЧ» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 3-ем курсе физического факультета НГУ студентам кафедры физики ускорителей в пятом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Промежуточная аттестация (в период сессии) (в часах)
				Аудиторные часы	Сам. работа в течение семестра (не включая период сессии)	
				Лекции (кол-во часов)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения из теории электромагнитного поля Уравнения Максвелла. Граничные условия. Электромагнитная энергия. Единственность решения.	1,2	4,5	4	0,5	
2	Теория длинных линий Классификация линий передачи. ТЕМ волны в линиях передачи. Телеграфное уравнение. Эквивалентная схема. Диаграмма Смита.	3-5	6,5	6	0,5	
3	Волноводы Распространение волн в волноводах. Волны E и H типов. Соотношения ортогональности. Волны в прямоугольных и круглых волноводах. Энергетические соотношения. Матрица рассеяния. Возбуждение волноводов.	6-10	11	10	1	
4	Резонаторы Свободные колебания резонаторов. Различные типы полых резонаторов. Приближенные методы расчета. Потери в резонаторах. Добротность. Вынужденные колебания резонаторов. Возбуждение резонатора. Коэффициент связи.	11-15	11	10	1	
5	Волны в гиротропных средах Феррит как гиротропная среда. Распространение плоских волн в гиротропной среде. Явление невзаимности. Вентиль. Циркулятор.	16,17	3	2	1	
	Групповая консультация		2			2
	Самостоятельная подготовка обучающегося к экзамену		32			32
	Экзамен		2			2
	Итого:		72	32	4	36

♦ Программа курса лекций

Общие сведения из теории электромагнитного поля

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Электромагнитная энергия. Единственность решения электродинамических задач.

Теория длинных линий

Классификация линий передачи. ТЕМ волны в линиях передачи. Поле в поперечном сечении. Коаксиальная, двухпластинчатая, двухпроводная линии. Телеграфное уравнение. Эквивалентная схема. Диаграмма Смита.

Волноводы

Распространение волн в волноводах. Уравнения для потенциальных функций. Волны Е и Н типов. Соотношения ортогональности. Волны в прямоугольных и круглых волноводах. Картины силовых линий и токов в стенках для Е и Н волн. Энергетические соотношения. Мощность и плотность энергии в волноводе. Волноводная линия передачи. Напряжение и ток в волноводе. Телеграфное уравнение для волноводов. Волновое сопротивление волноводов. Матрица рассеяния и ее свойства. Частотные характеристики сочленений без потерь. Неоднородности в волноводах. Возбуждение волноводов.

Резонаторы

Свободные колебания резонаторов. Собственные значения и собственные функции. Ортогональность собственных функций. Различные типы полых резонаторов. Приближенные методы расчета. Потери в резонаторах. Добротность. Вынужденные колебания резонаторов. Возбуждение резонатора. Резонатор как элемент линии передачи. Эквивалентная схема резонатора, связанного с линией. Коэффициент связи. Полное сопротивление и коэффициент отражения.

Волны в гиротропных средах

Феррит как гиротропная среда. Распространение плоских волн в гиротропной среде. Явление невзаимности. Вентиль. Циркулятор.

5. Образовательные технологии

Обучение по курсу «Электродинамика СВЧ» осуществляется путем проведения лекций. При подаче материала лекционного курса используется мультимедийная техника. На экран выводятся основные уравнения, определения, а также графические иллюстрации, помогающие наглядно подать материал (картины силовых линий электромагнитного поля, интерактивная диаграмма Смита и т.д.). Часть лекций (решение некоторых электродинамических задач, практическое изучение диаграммы Смита) проводится в интерактивной форме. Обсуждаются идеи и способы решения поставленных задач, оптимальность предложенных решений, оценивается точность решения. Студентам дается возможность рассказать решение задач у доски и ответить на вопросы сокурсников и преподавателя. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение задачи, но и способность доходчиво донести его до всей аудитории. Умение ответить на вопросы сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности студента. Эта методика позволяет контролировать в процессе обучения степень

формирования заявленных компетенций. Окончательно степень формирования компетенций проверяется на экзамене. Освоение компетенций оценивается по двухбалльной шкале «сформирована / не сформирована». Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленная компетенция сформирована.

Дальнейшая дифференциация определяется на основе оценок, полученных в результате ответа на вопросы экзаменационного билета, а также с учетом активности студента на интерактивной части лекционного курса.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями, написанными преподавателями кафедры радиофизики:

- 1 Карлинер М.М. Электродинамика СВЧ. Курс лекций. Новосибирск: НГУ, 2006. (Интернет-ресурс: <http://www.inp.nsk.su/students/radio/2005/nsu118.pdf>)
- 2 Материалы объединенной ускорительной школы CERN-US-Japan 1996. Лекции, прочитанные сотрудниками ИЯФ. (Интернет-ресурс: <http://www.inp.nsk.su/students/radio/lectures/CAS/CAS.shtml>).

Система контроля включает текущий (по ходу семестра) контроль освоения материала, а также экзамен.

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию, по билетам, в устной форме.

7. Фонд оценочных средств для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины: показатели, критерии оценивания компетенций, типовые контрольные задания

Освоение компетенций оценивается по двухбалльной шкале «сформирована / не сформирована». Положительная оценка по дисциплине выставляется в том случае, если заявленные компетенции ПК-2 в части формирования способности проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и теоретических физических исследований; ПК-4 в части формирования способности применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин; ОПК-3 в части использования базовых теоретических знаний электродинамики (электростатика, теория линейных цепей переменного тока) для решения профессиональных задач.

Образец билета на экзамене:

1. Телеграфное уравнение для длинной линии.
2. Единственность решения внутренней и внешней электродинамической задачи.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Обязательная литература:

1. Карлинер М.М. Электродинамика СВЧ. Курс лекций. Новосибирск. Изд. НГУ. 2006. (Интернет-ресурс: <http://www.inp.nsk.su/students/radio/2005/nsu118.pdf>)

Дополнительная литература:

1. Стрэттон Дж. Теория электромагнетизма. М.; Л.: ОГИЗ - Гостехиздат, 1948.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика : Учеб. пособие: В 10 т. Т.8. Электродинамика сплошных сред. 3-е изд., испр. М.: Наука, 1992

3. *Альтман Дж.* Устройства сверхвысоких частот : Пер.с англ. / Под ред. И.В. Лебедева. М.: Мир, 1968. 487 с.

Интернет ресурсы:

1. Lectures at the JOINT US-CERN-Japan Accelerator School, Japan, 1996. (Интернет-ресурс: <http://www.inp.nsk.su/students/radio/lectures/CAS/CAS.shtml>)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска, мел, тряпка.
2. Стационарный (подвесной) проектор EPSON EB-X72 с пультом.
3. Ноутбук DELL PP22L.
4. Доступ к информационным ресурсам, выложенным на сайте кафедры <http://www.inp.nsk.su/students/radio>

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры радиофизики физического факультета НГУ 27 августа 2014 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры физики ускорителей физического факультета НГУ 29 августа 2014 года.