

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ»
для подготовки аспирантов по направлению
11.06.01 – «Электроника, радиотехника и системы связи»
по направленности
«Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

Санкт-Петербург
2017

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№№ учебного плана: 7911070

Обеспечивающий факультет: ФРТ

Обеспечивающая кафедра: МИТ

Общая трудоемкость (ЗЕТ) 3

Курс 1

Семестр 2

Виды занятий

Лекции (академ. часов) 36

Все аудиторные (контактные) занятия (академ. часов) 36

Самостоятельная работа (академ. часов) 72

Всего (академ. часов) 108

Вид промежуточной аттестации

Дифференцированный зачет (семестр) 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры 12.05.2017, протокол № 4.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета радиотехники и телекоммуникаций 17.05.17, протокол № 8.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ»

Объекты микроволновой техники «бесконечно» разнообразны. Поэтому универсальные программы обречены на «неоптимальность». Затраты машинного времени и погрешность расчета для конкретной инженерной задачи при «универсальном» подходе могут быть неоправданно завышенными. Аспирант, специализирующийся в области проектирования устройств свч, должен уметь поставить задачу проектирования и решить ее в рамках метода, отвечающего, в некотором смысле, оптимальным требованиям. Все задачи в области микроволновой техники, кроме, разумеется, модельных, сводятся к численному анализу. В свою очередь, численный анализ, выполненный в рамках метода частичных областей, вариационного или метода конечных элементов, сводится к системе линейных алгебраических уравнений. Решение ее дает искомый результат. Без понимания существа методов может возникнуть соблазн получить «точный» результат, наращиванием размерности системы уравнений и использования возрастающих возможностей специализированных математических компьютерных программ и вычислительных возможностей мощных компьютеров. Для некоторых задач такой путь может быть вполне оправдан, для других задач следует искать другие подходы, другими словами, искать собственные решения. Но это возможно только в том случае, если есть знание фундаментальных закономерностей теории поля, что суть знание физических явлений, понимание математической стороны численной модели и навыки решения.

В этой дисциплине сделана попытка найти баланс между математической строгостью подхода к задачам электродинамики и прикладными целями. С учетом широты аспирантских интересов, в книгу включены разделы, которые не могут не вызвать интереса с позиции математического или философского осмысления физических моделей различной природы. «Лучшее доказательство – такое описание факта, при котором он может восприниматься как факт» (Хевисайд).

SUBJECT SUMMARY

"NUMERICAL METHODS IN APPLIED ELECTRODYNAMICS"

Objects the microwave technique of "infinitely" diverse. Therefore, universal programs are doomed to be "unsuccessful, merely leading". Costs of computer time and the calculation error for specific engineering tasks in the "universal" approach can be unjustifiably high. Graduate student specializing in designing microwave devices should be able to put the design task and to solve it in the framework of a method that, in some sense, optimal requirements. All tasks in microwave engineering, except, of course, the model can be reduced to numerical analysis. In turn, numerical analysis, performed within the framework of the method of partial areas, or the variational method of finite elements is reduced to a system of linear algebraic equations. Its solution gives the desired result. Without understanding the merits of the methods may be tempted to "accurate" result, increasing the dimension of the system of equations and use the increasing capabilities of specialized mathematical software and computational capabilities of powerful computers. For some tasks this way can be justified, for other tasks you should look for other approaches, in other words, to find their own solutions. But this is only possible if there is knowledge of the fundamental laws of field theory that the essence of the knowledge of physical phenomena, understanding the mathematical side, the numerical model and solving skills.

In this discipline attempt to find a balance between the mathematical rigor of the approach to problems of electrodynamics and applied purposes. Given the breadth of graduate interests, the book includes sections that can not cause interest of the mathematical or philosophical understanding of physical models of different nature. "The best proof is the description of the fact in which it can be perceived as a fact" (Oliver Heaviside).

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение основ численных методов технической электродинамики: проекционных методов, в том числе метода Галеркина, вариационного метода (метод Ритца), метода конечных элементов, метод функции Грина, применения идеи поперечного резонанса.

Формирование навыков самостоятельного решения задач прикладной электродинамики в части регулярных линий передачи сложного поперечного сечения.

Освоение умений постановки задачи анализа сложной электродинамической модели, обоснования выбранного численного метода и умения выполнить расчет в том числе и с использованием современных пакетов САПР.

Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в матрице компетенций, прилагаемой к ООП.

Настоящая программа составлена на основе «Программы кандидатских экзаменов по истории и философии науки, иностранному языку и специальным дисциплинам», утвержденной приказом Минобрнауки России от 8 октября 2007 г. № 274 (зарегистрирован Минюстом России 19 октября 2007 г., регистрационный № 10363).

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Численные методы прикладной электродинамики» относится к вариативной части ООП. Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Измерения на СВЧ»;

и обеспечивает подготовку выпускной научной квалификационной работы (диссертации).

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение (4 академ. час)

Тема 1. Основные сведения из теории электромагнетизма. (25 академ. часов)

Уравнения Максвелла для гармонических полей. Решения уравнения Максвелла в свободном пространстве – плоские волны, постоянная распространения, фазовая и групповая скорости, затухание плоских волн.

Решение уравнений Максвелла для волноведущих структур в обобщённой цилиндрической системе координат: плоские неоднородные волны, классификация волн, частотная дисперсия.

Границные условия для электромагнитных волн на плоской границе раздела сред. Границные условия на плоской проводящей поверхности.

Границные условия на ребре.

Тема 2. Ортогональные ряды в задачах электродинамики. (25 академ. часов)

Определение ортонормированного базиса, ряд Фурье. Решение дифференциальных уравнений методом Галёркина. Базисные одномерные функции: тригонометрические функции, ортогональные многочлены Гегенбауэра, Чебышева, Лагерра. Примеры решения электродинамических задач. Дифференциальные уравнения электродинамики в частотной области. Примеры решения задач в частотной области. Прямоугольные волноводы с частичным диэлектрическим заполнением. Метод Галёркина для решения двухмерных и трехмерных задач электродинамики.

Тема 3. Основные сведения вариационного исчисления. (25 академ. часов)

Функционалы, экстремальные значения уравнений Эйлера. Эквивалентность решений уравнений электродинамики экстремалям функционалов. Построение функционалов для уравнений электродинамики. Прямой метод решения вариационных задач. Метод Ритца.

Тема 4. Метод конечных элементов. (25 академ. часов)

Дискретизация области решения задач и аппроксимационные многочлены. Двумерные и трёх мерные элементы разбиения областей решения задачи. Применение методов Ритца и Галёркина в методе конечных элементов. Алгоритм решения задач методом конечных элементов: объединение элементов, граничные условия, получение системы линейных алгебраических уравнений. Примеры решения электродинамических задач

Заключение (4 академ. час)

Перспективы развития численных методов прикладной электродинамики.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Название, библиографическое описание	Семестр	К-во экз. в библ. (на каф.)
Основная литература			
1.	Мироненко И. Г., Иванов А. А. , Электромагнитные поля и волны: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014. 147 с.	2	20 ЭБС ГЭТУ
2	Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики.-М.:ФИЗМАТЛИТ. 2013.-423с.	2	10
3	Бабушкина О.А., Головков А.А. Основы моделирования микроволновых устройств: учебное пособие: в 2ч., Ч.1 СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016, 56с..	2	48
Дополнительная литература			
1.	А. Ю. Гринев «Численные методы решения прикладных задач электродинамики» Издательство: "Радиотехника", 2012	2	2

Зав. отделом учебной литературы

T.B. Киселева

17.11.17

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», используемых при освоении дисциплины

№	Электронный адрес
1	Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР. (28.12.15)
2	Банков С.Е., Гутцайт М.Э, Курушин А.А. Решение оптических и СВЧ задач с помощью HFSS. (28.12.15)

Информационные технологии (операционные системы, программное обеспечение общего и специализированного назначения, а также информационные справочные системы) и материально-техническая база, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, соответствуют требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Описание информационных технологий и материально-технической базы приведено в УМКД дисциплины.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля знаний и промежуточной аттестации, а также методические указания для обучающихся по самостоятельной работе при освоении дисциплин (содержащиеся в ОП) доводятся до сведения обучающихся в течение первых недель обучения.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики

д. т. н., профессор



Мироненко И.Г.

Рецензент

д.т.н., профессор



Головков А.А.

Зав. каф. МИТ

д.т.н., проф.



Тупик В.А.

Декан факультета

радиотехники и телекоммуникаций

д.т.н., проф.



Малышев В.Н.

Согласовано

Председатель УМК факультета

радиотехники и телекоммуникаций

к.т.н., доцент



Кузнецов И.Р.

Начальник МО

д.т.н., проф.



Грязнов А.Ю.

Заведующий ОДА

к.ф.-м.н.



Кучерова О.В.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№	Дата	Изменение	Дата заседания УМК, № прот-ла	Автор	Нач. МО
1					