

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

«Утверждаю»

Декан факультета ВМК МГУ
имени М.В. Ломоносова



академик

И.А. Соколов

« » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Прикладная вычислительная электродинамика»

Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки – «Информатика и вычислительная техника» (09.06.01)

Направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная вычислительная электродинамика

2. УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ, НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) ПОДГОТОВКИ

«Информатика и вычислительная техника» (09.06.01). Направленность (профиль) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (05.13.18)

4. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части образовательной программы и является обязательной для освоения в 5-м семестре обучения.

5. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения
-------------------------	---------------------------------

<p>Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)</p>	<p>У2 (УК-1) УМЕТЬ: У1 (СПК-10) Уметь Реализовывать программы для численного решения многомерных задач для уравнения Максвелла</p> <p>Рпри решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений</p> <p>В2(УК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками отладки многомерных программ численного решения уравнений Максвелла и графического представления результатов расчетов навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
<p>Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1)</p>	<p>З1 (ОПК-1) ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p> <p>У1 (ОПК-1) УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики</p> <p>В1 (ОПК-1) ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики</p>
<p>Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8)</p>	<p>З2 (ОПК-8) ЗНАТЬ: внутреннюю логику и последовательность изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности</p>

<p>Владение современными алгоритмами компьютерной математики, способность совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе (ПК-3)</p>	<p>31 (ПК-3) ЗНАТЬ: классические алгоритмы компьютерной математики, основные факты математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>У1 (ПК-3) УМЕТЬ: применять классические алгоритмы компьютерной математики, оперировать основными фактами математической теории, лежащей в их основе;</p> <p>В1 (ПК-3) ВЛАДЕТЬ: базовыми навыками выбора алгоритмов компьютерной математики с учетом основных фактов математической теории, лежащей в их основе.</p>
<p>Владение современными методами численного анализа математических моделей (ПК-2).</p>	<p>31 (ПК-2) ЗНАТЬ: современные методы численного анализа математических моделей;</p> <p>У1 (ПК-2) УМЕТЬ: применять методы численного анализа математических моделей</p> <p>В1 (ПК-2) ВЛАДЕТЬ: Владеть методами численного анализа математических моделей</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении.

6. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов.

40 часов составляет контактная работа с преподавателем – 24 часа занятий лекционного типа, 0 часов занятий семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов индивидуальных консультаций, 2 часа групповых консультаций, 2 часа мероприятий промежуточной аттестации.

68 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учащиеся должны владеть знаниями по алгебре, дифференциальным уравнениям, численным методам в объеме, в объеме бакалаврской программы факультета ВМК МГУ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проектор.

9. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В курсе изучаются алгоритмы численного решения уравнений Максвелла разностными методами. Рассматриваются алгоритмы численного решения задач в ограниченных областях и в неограниченном пространстве

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы Из них

форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
<p>Тема 1. Уравнения Максвелла. Типы электромагнитных волн.</p> <p>Уравнения Максвелла.. Интегральной и дифференциальной формы. ТЕ , ТМ и ТЕМ волны..</p>	8	2	-	-	-		2	6		6

<p>Тема 2. Численное решение одномерного уравнения колебаний на бесконечной прямой.</p> <p>Сведение уравнения колебаний у системе двух уравнений переноса.</p> <p>Неотражающий поглощающий PML слой. Условия неотражения волны от слоя.</p> <p>Разностная аппроксимация уравнений с поглощающим слоем</p>	24	6	-	-	-	-	6	18		18
--	----	---	---	---	---	---	---	----	--	----

<p>Тема 3. Разностная аппроксимация уравнений Максвелла.</p> <p>Потоковая сетка Ий. Построение разностной аппроксимация системы уравнений Максвелла балансным методом в трехмерном, двухмерном и одномерном случаях. FDTD метод. Сохранение разностной дивергенции.</p> <p>Дисперсионные уравнения схемы в трехмерном, двухмерном и одномерном случаях. Анизотропия распространения электромагнитных волн в FDTD разностной схеме</p> <p>Условие устойчивости FDTD метода.</p>	24	6	-	-	-		6	18		18
---	----	---	---	---	---	--	---	----	--	----

<p>Тема 4. Поглощающие неотражающие слои для численного решения многомерных уравнений Максвелла в неограниченном пространстве</p> <p>Коэффициенты отражения и поглощения плоской волны при прохождении границы раздела сред. Условия неотражения.</p> <p>Поглощающий PML слой Беренгера. Система модифицированных уравнений Максвелла в среде Беренгера в PML слое</p> <p>Поглощающий UPML слой. Тензор диэлектрической и магнитной проницаемостей в UPML слое. Прохождение плоской волны через плоскую границу UPML слоя.</p>	24	6					6	18		18
---	----	---	--	--	--	--	---	----	--	----

Тема 5. Моделирование метаматериалов. Модель Друде и ее реализация в FDTD алгоритме. Линейная диэлектрическая проницаемость. Реализация линейной диэлектрической проницаемости в FDTD алгоритме.	22	4			6		10	12		12
4. Промежуточная аттестация – устный экзамен	6	6					0			
Итого	108	30					72			

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ

Самостоятельная работа учащихся состоит в изучении лекционного материала, учебно-методической литературы, подготовки к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Литература для самостоятельной работы студентов в соответствии с тематическим планом .

Тема 1 Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

Тема 2 Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

Тема 3 Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

Тема 4 Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

Тема 5 Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

11. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

Тексты лекций по курсу в виде файлов в PDF формате

Дополнительная литература

1. Allen Taflove, Susan C. Hagness , Computational Electrodynamics The Finit Difference Time Doman Method, Third Edition
2. Ильинский А. С., Кравцов В. В., Свешников А. Г. Математические модели электродинамики. М.: Высшая школа – 1991.
3. Самарский А. А. Введение в численные методы. М.: Наука – 1982.
4. Костомаров Д. П., Фаворский А. П. Вводные лекции по численным методам. М.: Логос – 2004.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://elibrary.ru>
2. www.scopus.com

Информационные технологии, используемые в процессе обучения

1. Программное обеспечение для подготовки слайдов лекций MS PowerPoint
2. Программное обеспечение для создания и просмотра pdf-документов Adobe Reader
3. Издательская система LaTeX.

Материально-техническая база

Для преподавания дисциплины требуется класс, оборудованный маркерной или меловой доской, проектор.

12. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Русский

13. РАЗРАБОТЧИК ПРОГРАММЫ, ПРЕПОДАВАТЕЛИ

доцент, к.ф.-м.н. Смирнов Александр Павлович

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Практическая вычислительная электродинамика»

Средства для оценивания планируемых результатов обучения, критерии и показатели оценивания приведены ниже.

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <i>(критерии и показатели берутся из соответствующих карт компетенций, при этом пользуются либо традиционной системой оценивания, либо БРС)</i>					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1	2	3	4	5	
	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично	
УМЕТЬ: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов У1 (УК-1)	Отсутствие умений	Частично освоенное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских и практических задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	В целом успешно, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка потенциальных выигрышей/проигрышей реализации этих вариантов	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	доклады на научных семинарах

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях В1 (УК-1)</p>	<p>Отсутствие навыков</p>	<p>Фрагментарное применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>доклады на научных семинарах</p>
<p>ЗНАТЬ: современные математические методы, применяющиеся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий Код 31 (ОПК-1)</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>В целом сформированные, но неполные знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Сформированные систематические знания о современных математических методах, применяющихся для решения задач в области естественных наук, экономики, социологии и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Устный экзамен</p>

<p>УМЕТЬ: применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики Код У1 (ОПК-1)</p>	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное умение применять современные методы постановки и анализа задач в области математики и информатики	Устный экзамен
<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики Код В1 (ОПК-1)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	Сформированное владение навыками оптимального выбора современных методов и средств постановки и анализа задач в области математики и информатики	реферат
<p>ЗНАТЬ: внутреннюю логику и последовательность изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности Код 32 (ОПК-8)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	В целом сформированные, но неполные знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Сформированные систематические знания о внутренней логике и последовательности изложения основных разделов математики и информатики, относящихся к соответствующей специальности	Устный экзамен

<p>ЗНАТЬ: современные алгоритмы компьютерной математики, математическую теорию, лежащую в их основе Код 31 (ПК-3)</p>	<p>Отсутствие знаний</p>	<p>Фрагментарные представления о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>В целом сформированные, но неполные знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Сформированные систематические знания о современных алгоритмах компьютерной математики, о математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Устный экзамен</p>
<p>УМЕТЬ: применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе Код У1 (ПК-3)</p>	<p>Отсутствие умений</p>	<p>Фрагментарные умения применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Сформированное умение применять современные алгоритмы компьютерной математики, оперировать фактами математической теории, лежащей в их основе</p>	<p>Отчет, реферат</p>

<p>ВЛАДЕТЬ: навыками оптимального выбора и создания новых современных алгоритмов компьютерной математики, навыками получения новых фактов математической теории, лежащей в их основе</p> <p>Код В1 (ПК-3)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных алгоритмов компьютерной математики, навыками получения новых фактов математической теории, лежащей в их основе	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных алгоритмов компьютерной математики, навыками получения новых фактов математической теории, лежащей в их основе	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора и создания новых современных алгоритмов компьютерной математики, навыками получения новых фактов математической теории, лежащей в их основе	Сформированное владение навыками оптимального выбора и создания новых современных алгоритмов компьютерной математики, навыками получения новых фактов математической теории, лежащей в их основе	Отчет, реферат
<p>31 (ПК-2) ЗНАТЬ: современные методы численного анализа математических моделей;</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о современных методах численного анализа математических моделей	В целом сформированные, но неполные знания о современных методах численного анализа математических моделей	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о современных методах численного анализа математических моделей	Сформированные систематические знания о современных методах численного анализа математических моделей	Устный экзамен
<p>У1 (ПК-2) УМЕТЬ: применять методы численного анализа математических моделей</p>	Отсутствие умений	Фрагментарные умения применять методы численного анализа математических моделей	В целом успешное, но не систематическое умение применять современные методы численного анализа математических моделей	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять современные методы численного анализа математических моделей	Сформированное умение применять методы численного анализа математических моделей	Отчет, реферат

В1 (ПК-2) ВЛАДЕТЬ: Владеть методами численного анализа математических моделей	Отсутствие навыков	Фрагментарное владение навыками оптимального выбора метода численного анализа математических моделей	В целом успешное, но не полное владение навыками оптимального выбора метода численного анализа математических моделей	Успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оптимального выбора метода численного анализа математических моделей	Сформированное владение навыками оптимального выбора метода численного анализа математических моделей	Отчет, реферат
--	--------------------	--	---	--	---	----------------

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Список вопросов для устного экзамена.

1. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.
2. Уравнения TE_z и TM_z волн.
3. Условия непрерывности компонент поля на границах раздела сред.
4. Численное решение одномерного уравнения колебаний для задачи на бесконечной прямой. Поглощающий слой.
5. Поточковая сетка Ий . Схемам FDTD решения уравнений Максвелла.
6. Аппроксимация уравнений Максвелла балансным методом.
7. Сохранение численной дивергенции в FDTD схеме.
8. Численное дисперсионное уравнение FDTD метода в трехмерном случае. Дисперсионное уравнение для дифференциальной задачи для плоской волны.
9. Анизотропия численной фазовой скорости.
10. Устойчивость FDTD схемы.
11. Прохождение плоской волны через плоскую границу раздела
12. Поглощающие граничные условия PML для моделирования рассеяния волн в бесконечном пространстве.
13. Плоская волна, падающая на Berenger PML (perfect matched layer) слой.
14. Поглощающие граничные условия UPML для моделирования рассеяния волн в бесконечном пространстве.
15. Реализация UPML слоев в FDTD алгоритме.
16. Численная реализация модели Друде для метаматериалов в FDTD алгоритме.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Особенности организации процесса обучения

Для эффективного освоения курса рекомендуется перед каждым занятием привести в порядок конспекты лекций. После каждого занятия рекомендуется найти и прочитать дополнительную литературу по теме лекции и прочитать свои конспекты.

Система контроля и оценивания

Окончательная оценка определяется в первую очередь на основании оценки устного ответа студента.

Структура и график контрольных мероприятий

Устный экзамен в конце семестра.