МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан радиофизического факультета
_____ Матросов В.В.
«___»_____201_г.

Рабочая программа дисциплины

Электромагнитное моделирование

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки
02.03.02Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность программы
Информационные системы и технологии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2017

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору в 8 семестре.

Целью преподавания дисциплины «Электромагнитное моделирование» является овладение обучающимися основными принципами и практическими методами численного расчета электромагнитных волновых полей, а также современными программными средствами электромагнитного моделирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (Код компетенции, этап формирования)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций**
ПК-1Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям. Этап формирования базовый	З1 (ПК-1) Знать основные методы численного моделирования электромагнитных полей; основные средства, методы и технологии программирования электромагнитных задач; достоинства и недостатки различных методов электромагнитного моделирования. У1 (ПК-1) Уметь использовать различные численные методы расчета электромагнитных полей; программировать алгоритмы расчета электромагнитных полей при помощи современных средств программирования. В1 (ПК-1) Владеть навыками построения численных моделей сред и электромагнитных полей; программирования различных электромагнитных задач.
ОПК-4 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. Этап формирования базовый	З1 (ОПК-4) Знать основные возможности компьютеров для решения научных задач, а также новейший отечественный и зарубежный опыт в областикомпьютерного моделирования; основные профессиональные программные средства электромагнитного моделирования; основные технологии параллельного программирования. У1 (ОПК-4) Уметь использовать современные профессиональные программные средства электромагнитного моделирования; использовать параллельные алгоритмы методов электромагнитного моделирования. В1 (ОПК-4) Владеть навыками программирования в системах электромагнитного моделирования; параллельного программирования электромагнитных задач на распределенных системах и на системах с общей памятью.

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 23 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (22 часа занятия лекционного типа, в том числе 1 час - мероприятия текущего контроля успеваемости), 49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины. **Форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Всего (часы)**	**В том числе**				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	
1. Метод конечных разностей во временной области (FDTD)	11		4		4	7
2. Средства программирования электромагнитных задач	20		10		6	14
3. Основные профессиональные средства электромагнитного моделирования	20		10		6	14
4. Принципы распараллеливания программного кода для увеличения эффективности вычислений	20		8		6	14
В т.ч. текущий контроль	1		1		1	
Промежуточная аттестация – **зачет**						

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогичная форма проведения занятий. Семинарские занятия предусматривают использование проекционной аппаратуры для презентации таблиц, схем, рисунков и фотографий, а также работу в компьютерном классе.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор материала семинарских занятий,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- составление алгоритмов и программирование на компьютере при решении задач

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения опроса.

Примеры контрольных заданий:

З-6. Моделирование дифракции плоской электромагнитной волны.

З-7. Реализация параллельного алгоритма FDTD с использованием технологии OMP.

В-7. Моделирование нелинейных и активных сред.

В-8. Программирование граничных условий. Устойчивость и точность алгоритмов.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ПК-1 Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

Индикаторы компетенции	**Критерии оценивания (дескрипторы)**						
	Не зачтено		**Зачтено**				
Знать основные методы численного моделирования электромагнитных полей; основные средства, методы и технологии программирования электромагнитных задач; достоинства и недостатки различных методов электромагнитного моделирования.	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Уметь использовать различные численные методы расчета электромагнитных полей; программировать алгоритмы расчета электромагнитных полей при помощи современных средств программирования.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибкипри попытках применить умения	Негрубые ошибкипри попытках применить умения	Заметные погрешностипри попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса
Владеть навыками построения численных моделей сред и электромагнитных полей; программирования различных электромагнитных задач.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

ОПК-4 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Не зачтено		Зачтено				
Знать основные возможности компьютеров для решения научных задач, а также новейший отечественный и зарубежный опыт в области компьютерного моделирования; основные профессиональные программные средства электромагнитного моделирования; основные технологии параллельного программирования.	Отсутствие необходимых знаний	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей
Уметь использовать современные профессиональные программные средства электромагнитного моделирования; использовать параллельные алгоритмы методов электромагнитного моделирования.	Полное отсутствие требуемых умений	Грубые ошибкипри попытках применить умения	Негрубые ошибкипри попытках применить умения	Заметные погрешностипри попытках применить умения	Незначительные погрешности при попытках применить умения	Применение умений без погрешностей	Применение умений без погрешностей и их развитие за рамки программы курса
Владеть навыками программирования в системах электромагнитного моделирования; параллельного программирования электромагнитных задач на распределенных системах и на системах с общей памятью.	Полное отсутствие необходимых навыков	Фрагментарное владение навыками	Наличие минимальных навыков	Владение навыками с заметными погрешностями	Владение навыками с незначительными погрешностями	Владение навыками без погрешностей	Владение навыками без погрешностей, а также развитие навыков за рамками программы курса
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20%	21 – 50%	51 – 70%	71-80%	81 – 90%	91 – 99%	100%

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала;
- способностьстудентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой), решении задачи по моделированию (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Оценка «не зачтено» ставится при отсутствии необходимых знаний, умений и навыков либо при наличии грубых ошибок при ответе на вопросы, демонстрации умений и навыков.Оценка «зачтено» ставится в остальных случаях.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используется индивидуальное собеседование (ПК-1,ОПК-4).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-1, ОПК-4).

Для оценивания результатов обучения в виде владений используются: индивидуальное собеседование и практические задания (ПК-1, ОПК-4).

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Контрольные вопросы для аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Области применения метода FDTD. Формулировка для одномерного волнового уравнения
2. Формулировка метода FDTD для уравнений Максвелла.
3. Стабильность алгоритма. Численная дисперсия и погрешности метода.
4. Поглощающие граничные условия и идеально согласованный слой (PML).
5. Метод полного/рассеянного поля (TF/SF).
6. Описание сред с дисперсией.
7. Моделирование нелинейных и активных сред.
8. Программирование граничных условий. Устойчивость и точность алгоритмов.
9. Средства дизайна структур и приборовпрофессионального программного обеспечения.
10. Средства задания свойств материаловпрофессионального программного обеспечения.
11. Свойства решателейпрофессионального программного обеспечения.
12. Степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала.
13. Параллельный алгоритм метода FDTD.
14. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.
15. Инициализация и завершение MPI-приложения. Обмены данными между процессами MPI-программы.

16. Коллективные взаимодействия процессов в MPI. Управление группами и коммуникаторами в MPI.
17. Стандарты программирования для систем с разделяемой памятью. Создание многопоточных приложений.
18. Синхронизация данных между ветвями в параллельной программе. Директивы языка OpenMP.

Для оценки сформированности компетенцийиспользуются контрольные задания, примеры которых приведены в пункте 5.

Полный комплект оценочных средств представлен в ФОНДЕ оценочных средств по дисциплине «Электромагнитное моделирование»

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. A. Taflore, Computational electrodynamics. The finite-difference time-domain method, Boston and London: Artech House, 1995.
2. The Finite-Difference Time-Domain Method for Electromagnetics, Karl S. Kunz, Raymond J. Luebbers, CRC Press, 1993.
3. R.F. Harrington, Field computation by moment method, Macmillan, 1968.
4. R. Bancroft, Understanding electromagnetic scattering using the moment method, Boston and London: Artech House.
5. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. - 400с.
6. Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++. Вильямс, 2004. 672 с.

б) дополнительная литература:

1. Самарский А.В. Введение в теорию разностных схем. – М.: Наука, 1978. – 552 с.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1975.
3. Богданов А., Мареев В., Станнова Е., Корхов В. Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем // электронный учебник http://www.informika.ru/text/teach/topolog/index.htm
4. Валях Е. Последовательно-параллельные вычисления / Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 456с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

http://cyberleninka.ru

http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации.
Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор _____ Жуков С.Н.

Рецензент _____ Демин И.Ю.

Заведующий кафедрой _____ Бакунов М.И.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Радиофизического факультета. Протокол № 04/17 от «30» августа 2017 года.