

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Методы математического моделирования

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной образовательной программы по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен исследовать методы построения и разрабатывать алгоритмы реализации систем безопасности телекоммуникационных	ПК-1.1. Знает: - основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Знать: - алгоритмы компьютерного моделирования основных средств и способов обеспечения информационной безопасности, принципы компьютерного моделирования средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи	Собеседование

каналов в подвижной цифровой защищенной связи	<p>ПК-1.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи - составлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать типовые прикладные физические задачи на компьютере - строить математические модели физических явлений и процессов - работать с программными средствами схемотехнического моделирования 	Задачи (практические задания)
ПК-4. Способен проводить научные исследования принципов позиционирования подвижных объектов и реализовывать их в системах подвижной цифровой защищенной связи	<p>ПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы, способы, средства, последовательность и содержание этапов разработки средств защиты систем позиционирования подвижных объектов - инструментальные средства контроля и испытаний средств защиты систем позиционирования подвижных объектов и методики их применения 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алгоритмы, методы, способы, средства, последовательность и содержание этапов компьютерной разработки - программные средства контроля и испытаний средств защиты и методики их применения 	Собеседование
	<p>ПК-4.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить сбор и анализ исходных данных для разработки средств и систем защиты и обеспечивать рациональный выбор элементной базы систем подвижной цифровой защищенной связи 	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить сбор и анализ исходных данных для компьютерной разработки средств и систем защиты 	Задачи (практические задания)
	<p>ПК-4.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки элементов средств и систем защиты системах подвижной цифровой защищенной связи 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками компьютерного моделирования средств и систем защиты 	Задачи (практические задания)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
самостоятельная работа	72
КСР	3
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	Зачет, экзамен

3.2. Содержание дисциплины

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 из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основы теории моделирования	7		4		4	3
2. Моделирование детерминированных процессов и систем	14		6		6	8
3. Моделирование в условиях неопределенности	14		6		6	8
4. Моделирование с использованием	14		6		6	8

имитационного подхода						
5. Инструментальные средства моделирования	22		10		10	12
6. Методы решения основных задач линейной алгебры	15	6	6		12	3
7. Численное интегрирование.	12	4	4		8	4
8. Численные методы решения нелинейных уравнений	12	4	4		8	4
9. Методы оптимизации	12	4	4		8	4
10. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	18	6	6		12	6
11. Элементы теории разностных схем	14	4	4		8	6
12. Интерполяция и аппроксимация функций	14	4	4		8	6
В т.ч. текущий контроль	3	2	1		3	
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен						

Практические занятия (лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий, лабораторного типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, превышающем программу

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	много негрубых ошибок.	программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	программе подготовки, без ошибок.	подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

		«хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1 Контрольные вопросы

<i>Вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Определение и назначение моделирования. Место моделирования среди методов познания.	ПК-1, ПК-4
2. Определение модели. Свойства моделей.	ПК-1, ПК-4
3. Цели моделирования.	ПК-1, ПК-4
4. Классификация моделей. Материальное моделирование. Идеальное моделирование.	ПК-1, ПК-4
5. Когнитивные, концептуальные и формальные модели. Классификация математических моделей.	ПК-1, ПК-4
6. Этапы построения математической модели и примеры моделей.	ПК-1, ПК-4
7. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.	ПК-1, ПК-4
8. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи.	ПК-1, ПК-4
9. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели.	ПК-1, ПК-4
10. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	ПК-1, ПК-4
11. Модели материальных тел. Модели механики и механики сплошных сред.	ПК-1, ПК-4
12. Причины появления неопределенностей и их виды. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.	ПК-1, ПК-4
13. Методы Монте-Карло. Теория случайных блужданий.	ПК-1, ПК-4
14. Особенности моделей, использующих имитационный подход.	ПК-1, ПК-4
15. Клеточные автоматы.	ПК-1, ПК-4
16. Фракталы.	ПК-1, ПК-4
17. Теория систем массового обслуживания.	ПК-1, ПК-4
18. Языки моделирования и их классификация. Дерево решений выбора языка для моделирования системы.	ПК-1, ПК-4
19. Моделирующие комплексы. Сравнение характеристик языков	ПК-1, ПК-4

имитационного моделирования.	
20. Методы решения основных задач линейной алгебры	ПК-1, ПК-4
21. Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса.	ПК-1, ПК-4
22. LU-разложение.	ПК-1, ПК-4
23. Вычисление определителя и обратной матрицы.	ПК-1, ПК-4
24. Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида.	ПК-1, ПК-4
25. Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости.	ПК-1, ПК-4
26. Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби.	ПК-1, ПК-4
27. Постановка задачи.	ПК-1, ПК-4
28. Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы.	ПК-1, ПК-4
29. Несобственные интегралы	ПК-1, ПК-4
30. Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций.	ПК-1, ПК-4
31. Метод простой итерации.	ПК-1, ПК-4
32. Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай).	ПК-1, ПК-4
33. Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол.	ПК-1, ПК-4
34. Постановка задачи. Минимум функции одного переменного.	ПК-1, ПК-4
35. Метод золотого сечения, деления отрезка пополам.	ПК-1, ПК-4
36. Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства.	ПК-1, ПК-4
37. Рельеф поверхности уровня.	ПК-1, ПК-4
38. Спуск по координатам.	ПК-1, ПК-4
39. Градиентные методы. Наискорейший спуск.	ПК-1, ПК-4
40. Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства.	ПК-1, ПК-4
41. Метод сопряженных градиентов.	ПК-1, ПК-4
42. Условный экстремум. Метод штрафных функций	ПК-1, ПК-4
43. Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций.	ПК-1, ПК-4
44. Метод Рунге.	ПК-1, ПК-4
45. Линейное программирование. Симплекс- метод.	ПК-1, ПК-4
46. Одношаговые методы.	ПК-1, ПК-4
47. Метод Рунге-Кутты и его модификации.	ПК-1, ПК-4
48. Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем.	ПК-1, ПК-4
49. Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным.	ПК-1, ПК-4
50. Сходимость и порядок точности разностной схемы.	ПК-1, ПК-4
51. Методы построения разностных схем. Консервативные схемы.	ПК-1, ПК-4
52. Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная	ПК-1, ПК-4

схемы.	
53. Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний.	ПК-1, ПК-4
54. Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция.	ПК-1, ПК-4
55. Интерполяционный многочлен Лагранжа.	ПК-1, ПК-4
56. Интерполяционный многочлен Ньютона.	ПК-1, ПК-4
57. Сплайн-интерполяция.	ПК-1, ПК-4
58. Среднеквадратичная аппроксимация.	ПК-1, ПК-4
59. Системы ортогональных полиномов.	ПК-1, ПК-4
60. Метод наименьших квадратов.	ПК-1, ПК-4

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций ПК-1, ПК-4

Задание 1. Пусть в некоторой местности обитают две популяции животных, причем животные одной популяции относятся к хищникам, а другой - к травоядным, служащим пищей для хищников. Воспользуйтесь моделью Вольтерра и постройте графики населенности для системы «хищник—жертва» при различных параметрах. Оцените точность интегрирования в зависимости от величины шага интегрирования.

Задание 2. Разработайте алгоритм решения задачи для модели, описывающей вынужденные колебания системы, включающей два тела, соединенных пружиной. Постройте осциллограммы и фазовые портреты колебаний, а также оцените точность интегрирования в зависимости от величины шага интегрирования.

Задание 3. Постройте модель запуска геостационарного спутника Земли при помощи ракеты. Рассчитайте необходимые параметры ракеты и места и направления запуска. Постройте зависимости скорости и координаты ракеты и спутника от времени, а также оцените точность интегрирования в зависимости от величины шага интегрирования.

Задание 4. Постройте модель интерференции волн, испускаемых двумя точечными источниками. Постройте зависимость интенсивности колебаний от продольной и поперечной координат на экране. Исследуйте зависимость видности интерференционной картины от ширины спектра источника и его размеров.

Задание 5. Используя метод прямоугольников и метод выборочного среднего, вычислите значение трехмерного интеграла. Оцените точность и время вычислений в обоих случаях при различном шаге интегрирования и выборке.

Задание 6. Разработайте клеточный автомат «Лишайники», поведение которого подчинено следующим правилам: 1) клетка может находиться в активном или пассивном («спрятанном») состоянии; 2) клетка становится активной, если в восьми соседних клетках находится N1, N2 или N3 активных клеток; 3) если число активных клеток в окрестности не равно N1, N2 или N3, то клетка становится пассивной.

Задание 7. Постройте геометрический фрактал «Дракон Хартера-Хейтуэя» и рассчитайте его размерность.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. — М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 440 с.
2. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1988. 133 с.
3. Поршнев С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. — М.: Телеком, 2003, 592 с.
4. Варжапетян А. Г. Имитационное моделирование на GPSS/H: учебное пособие ГУАП. — СПб., 2007. — 384 с.: ил.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. -М.:Наука,2008.-512с.
6. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. -М.:Наука,2012.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. -М.:Наука,2011.-432с.

б) дополнительная литература:

1. Математическое моделирование: Методы, описания и исследования сложных систем. / Под ред. А.А. Самарского. М.: Наука, 1989. 128 с.
2. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – Искусство и наука. М.: Мир, 1978. 418 с.
3. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Т.1,2 - М.: Мир, 1990.
4. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.:Наука,1989.-608с.
5. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. - М.:изд.-во МФТИ,1994.-528с.
6. Красиков И.В., Красикова И.Е. Алгоритмы: как дважды два. - М.: Эксмо, 2006.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Visual Studio 8 и выше, пакет Matlab,

<https://www.python.org/>

<http://cyberleninka.ru>

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии: специальные кабинеты, оборудованные мультимедийными средствами обучения; компьютерные классы, где имеется возможность выхода в Интернет; присутствует полный комплект лицензионного обеспечения, необходимый для работы компьютерных программ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Авторы: _____ Жуков С.Н.

_____ Лапинова С.А.

Заведующий кафедрой _____ Бакунов М.И.

_____ Дубков А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.