

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы математического моделирования

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.04 Методы математического моделирования относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен исследовать методы построения и разрабатывать алгоритмы реализации систем безопасности телекоммуникационных каналов в подвижной цифровой защищенной связи	<p>ПК-1.1: Знает: - национальные, межгосударственные и международные стандарты, систем подвижной цифровой защищенной связи - руководящие и методические документы уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, устанавливающие требования к организации информационной безопасности средств защиты телекоммуникационных каналов связи - основные средства и способы обеспечения информационной безопасности, принципы построения средств защиты систем подвижной цифровой защищенной связи</p> <p>ПК-1.2: Умеет: - организовывать сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по проблемам информационной безопасности беспроводных каналов связи - составлять научно-технические</p>	<p>ПК-1.1: Знает стандарты и документы, устанавливающие требования, а также методы и алгоритмы, для обеспечения безопасности СПЦЗС,</p> <p>ПК-1.2: Владеет опытом выбора методов и разработки алгоритмов и программных кодов для обеспечения безопасности СПЦЗС. Умеет составлять отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований.</p>	Опрос	<p>Зачёт: Задания</p> <p>Экзамен: Задания</p>

	отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований			
ПК-4: Способен проводить научные исследования принципов позиционирования подвижных объектов и реализовывать их в системах подвижной цифровой защищенной связи	<p>ПК-4.1: Знает: - национальные, межгосударственные и международные стандарты, устанавливающие требования по защите информации, анализу защищенности систем позиционирования подвижных объектов и оценки рисков нарушения их информационной безопасности - основы функционирования систем позиционирования подвижных объектов - 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> <p>ПК-4.2: Умеет: - проводить сбор и анализ исходных данных для разработки средств и систем защиты и обеспечивать рациональный выбор элементной базы систем подвижной цифровой защищенной связи</p> <p>ПК-4.3: Владеет: - навыками разработки элементов средств и систем защиты системах подвижной цифровой защищенной связи</p>	<p>ПК-4.1: Знает и понимает современный математический аппарат, методы его совершенствования и использования в целях разработки средств защиты СПЦЗС. Умеет применять соответствующий математический аппарат для решения профессиональных задач.</p> <p>ПК-4.2: Умеет проводить сбор и анализ исходных данных для разработки СПЦЗС.</p> <p>ПК-4.3: Владеет опытом применения соответствующего математического аппарата для решения профессиональных задач и навыками разработки алгоритмов и программных кодов.</p>	Опрос	<p>Зачёт: Задания</p> <p>Экзамен: Задания</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	3
самостоятельная работа	72
Промежуточная аттестация	45 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
1. Основы теории моделирования	8		4	4	4
2. Инструментальные средства моделирования	21		10	10	11
3. Моделирование детерминированных процессов и систем	14		6	6	8
4. Моделирование в условиях неопределенности	14		6	6	8
5. Моделирование с использованием имитационного подхода	14		6	6	8
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
Аттестация	45				
КСР	3				3
Итого	216	32	64	99	72

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия

1. Определение и назначение моделирования. Свойства моделей. Этапы построения математической модели и примеры моделей. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
2. Основы моделирования на языке C. Создание консольного приложения в среде MVS. Каркас Windows-приложения, обработка сообщений. Графика, вывод текста. Визуализация при моделировании. Моделирование с использованием языка Python. Установка ядра, инструменты разработки, особенности языка. Типы данных в Python. Циклы, условный оператор, функции. Модуль Numpy. Визуализация данных в Python. Модуль Matplotlib. Открытая библиотека научных инструментов SciPy. Графический модуль tkinter.
3. Дискретизация, интерполяция, численное дифференцирование и интегрирование. Графопостроители. Численные методы решения дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Моделирование процессов теплообмена, механического движения, свободных и вынужденных колебаний. Равномерное и равноускоренное движения. Движение в гравитационном поле. Система многих частиц. Идеальный газ. Потенциал Леннарда-Джонса.
4. Методы Монте-Карло. Генерация случайных чисел. Равномерно и неравномерно распределенные случайные числа. Численное интегрирование. Теория случайных блужданий. Моделирование систем, дискретных во времени и пространстве. Клеточные автоматы. Введение во фрактальную геометрию. Геометрические, алгебраические и стохастические фракталы.
5. Системы имитационного моделирования. Транзакты в системах моделирования информационных процессов. Моделирование систем массового обслуживания в системе GPSS. Блоки в системе моделирования GPSS, реализующие процедуры уничтожения, продвижения и задержки транзактов. Очереди. Накопители. Гистограммы.
6. Нахождение предела последовательности численными методами
7. Решение задач линейной алгебры. Точные и приближенные методы решения линейных систем
8. Численное интегрирование. Метод трапеций, метод Симпсона, метод 3/8.
9. Решение задачи о поиске экстремума функции 2-х переменных.
10. Численные методы решения задачи Коши.
11. Численные методы решения уравнения теплопроводности

Лекции.

Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса. LU-разложение. Вычисление определителя и обратной матрицы. Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида. Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости. Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби. Численное интегрирование. Постановка задачи. Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы. Несобственные интегралы. Метод Филоня интегрирования быстро осциллирующих функций. Метод простой итерации. Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай). Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол. Методы оптимизации. Постановка задачи. Минимум функции одного переменного. Метод золотого сечения, деления отрезка пополам. Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства. Рельеф поверхности уровня. Спуск по координатам. Градиентные методы. Наискорейший спуск. Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства. Метод сопряженных градиентов. Условный экстремум. Метод штрафных функций. Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций. Метод Рунге. Линейное программирование. Симплекс-метод. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Одношаговые методы. Метод Рунге-Кутты и его модификации. Элементы теории разностных схем. Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем. Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным. Сходимость и порядок точности разностной схемы. Методы построения разностных схем. Консервативные схемы. Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы. Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности.

Одномерное уравнение колебаний. Интерполяция и аппроксимация функций Полиномиальная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Сплайн-интерполяция. Среднеквадратичная аппроксимация. Системы ортогональных полиномов. Метод наименьших квадратов.

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.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 8 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. — М.: Университетская книга, Логос, 2007. - 440 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М., Физматлит, 2005
3. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. - М.:Наука,1989.-608с.
4. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. - М.:изд.-во МФТИ,1994.-528с.
5. Красиков И.В., Красикова И.Е. Алгоритмы: как дважды два. - М.: Эксмо, 2006.
6. Литвиненко Н. А. Технология программирования на C++. Win32 API-приложения. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 288 с.: ил.
7. Лутц М. Изучаем Python, 4-е издание. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 1280 с., ил.
8. Варжапетян А. Г. Имитационное моделирование на GPSS/H: учебное пособие ГУАП. — СПб., 2007. — 384 с.: ил.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Опрос по теме предыдущего занятия

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

Выполнение домашнего задания

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание основного материала курса без грубых ошибок и погрешностей.
не зачтено	Отсутствие знания материала курса или наличие грубых ошибок в изложении основного материала курса.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу 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 несущественными 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 базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	обучающегося от ответа		некоторым и недочетами	и недочетами	недочетов	ошибок и недочетов	
--	---------------------------	--	------------------------------	-----------------	-----------	-----------------------	--

Шкала оценивания 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».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Выполнить задание. Пусть в некоторой местности обитают две популяции животных, причем животные одной популяции относятся к хищникам, а другой - к травоядным, служащим пищей для хищников. Используя модель Ферхюльста для описания поведения жертв, предложить свой вариант математической модели «хищник-жертва». Создать алгоритм и программный код для моделирования системы.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Создать и защитить отчет по проведенному моделированию. В отчете привести качественный анализ полученной системы уравнений. Построить графики населенности при различных параметрах. Оценить точность интегрирования в зависимости от величины шага интегрирования. Сделать выводы по моделированию.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Знание основного материала курса без грубых ошибок и погрешностей.
не зачтено	Отсутствие знания материала курса или наличие грубых ошибок в изложении основного материала курса.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Методы решения основных задач линейной алгебры

Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса.

LU-разложение.

Вычисление определителя и обратной матрицы.

Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида.

Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости.

Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби.

Постановка задачи.

Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы.

Несобственные интегралы

Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций.

Метод простой итерации.

Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай).

Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол.

Постановка задачи. Минимум функции одного переменного.

Метод золотого сечения, деления отрезка пополам.

Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства.

Рельеф поверхности уровня.

Спуск по координатам.

Градиентные методы. Наискорейший спуск.

Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства.

Метод сопряженных градиентов.

Условный экстремум. Метод штрафных функций

Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций.

Метод Рунге.

Линейное программирование. Симплекс- метод.

Одношаговые методы.

Метод Рунге-Кутты и его модификации.

Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем.

Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным.

Сходимость и порядок точности разностной схемы.

Методы построения разностных схем. Консервативные схемы.

Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы.

Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний.

Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция.

Интерполяционный многочлен Лагранжа.

Интерполяционный многочлен Ньютона.

Сплайн-интерполяция.

Среднеквадратичная аппроксимация.

Системы ортогональных полиномов.

Метод наименьших квадратов.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Методы решения основных задач линейной алгебры

Обусловленность СЛАУ. Погрешности. Метод исключения Гаусса.

LU-разложение.

Вычисление определителя и обратной матрицы.

Метод прогонки решения СЛАУ ленточного вида.

Итерационные одношаговые методы решения СЛАУ. Достаточные условия сходимости.

Метод простой итерации; методы Зейделя, верхней релаксации, Якоби.

Постановка задачи.

Формула трапеций и формула Симпсона. Составные квадратурные формулы.

Несобственные интегралы

Метод Филона интегрирования быстро осциллирующих функций.

Метод простой итерации.

Итерационные методы решения уравнения с одним неизвестным (скалярный случай).

Дихотомия. Методы простой итерации, Ньютона, секущих, парабол.

Постановка задачи. Минимум функции одного переменного.

Метод золотого сечения, деления отрезка пополам.

Минимум функции многих переменных. Квадратичная функция, ее свойства.

Рельеф поверхности уровня.

Спуск по координатам.

Градиентные методы. Наискорейший спуск.

Методы второго порядка. Сопряженные направления, их свойства.

Метод сопряженных градиентов.

Условный экстремум. Метод штрафных функций

Задача на минимум функционала. Постановка задачи. Метод пробных функций.

Метод Рунге.

Линейное программирование. Симплекс- метод.

Одношаговые методы.

Метод Рунге-Кутты и его модификации.

Постановка задачи. Невязка разностной схемы. Аппроксимация. Устойчивость двухслойных разностных схем.

Достаточные признаки устойчивости линейных разностных схем по входным данным.

Сходимость и порядок точности разностной схемы.

Методы построения разностных схем. Консервативные схемы.

Разностная схема для одномерного уравнения теплопроводности в ограниченной области. Явная и неявная схемы.

Разностные схемы для уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности. Одномерное уравнение колебаний.

Постановка задачи. Полиномиальная интерполяция.

Интерполяционный многочлен Лагранжа.

Интерполяционный многочлен Ньютона.

Сплайн-интерполяция.

Среднеквадратичная аппроксимация.

Системы ортогональных полиномов.

Метод наименьших квадратов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение

Оценка	Критерии оценивания
	контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, формулировке теорем и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при решении практических задач, но при ответах на наводящие вопросы может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие для вузов / под ред. П. В. Трусова. - М. : Интермет Инжиниринг, 2000. - 336 с. - Федер. целевая программа "Гос. поддержка интеграции высш. образования и фундам. науки на 1997 - 2000 г.". - ISBN 5-89594-042-0 : 33.00., 19 экз.
2. Самарский Александр Андреевич. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2001. - 320 с. XII + 276 с. : ил., 5 табл., 123 ил. - (Вып. 3). - ISBN 5-9221-0120-X : 118.56., 1 экз.
3. Гулд Харви. Компьютерное моделирование в физике : [в 2 ч.]. Ч. 1 / пер. с англ. А. Н. Полюдова, В. А. Панченко. - М. : Мир , 1990. - 349 с. : ил. - ISBN 5-03-001593-0 : 2.20., 2 экз.
4. Гулд Харви. Компьютерное моделирование в физике : [в 2 ч.]. Ч. 2 / пер. с англ. А. Н. Полюдова, В. А. Панченко. - М. : Мир , 1990. - 399 с. : ил. - ISBN 5-03-001594-9 : 2.50., 2 экз.

5. Щупак Ю. А. Win32 API. Эффективная разработка приложений. - М. ; СПб. : Питер, 2007. - 572 с. - (Для профессионалов). - ISBN 5-469-01361-8 : 317.00., 2 экз.
6. Кочетыгов А. А. Основы программирования на языке Python : учебное пособие / Кочетыгов А. А. - Тула : ТулГУ, 2024. - 272 с. - Книга из коллекции ТулГУ - Информатика. - ISBN 978-5-7679-5380-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=918917&idb=0>.
7. Моделирование систем. Основы разработки имитационной модели системы в среде GPSS World : учебное пособие / Голышев Н. В., Моторин С. В., Голышев Д. Н., Катковская К. В. - Новосибирск : СГУВТ, 2021. - 90 с. - Книга из коллекции СГУВТ - Информатика. - ISBN 978 5-8119-0886-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=831323&idb=0>.
8. Бахвалов Николай Сергеевич. Численные методы : учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей вузов. - 7-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / МГУ им. М. В. Ломоносова ; ред. совет : В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 978-5-9963-0449-3 : 255.00., 2 экз.
9. Коновалова Е. И. Численные методы линейной алгебры : учебное пособие / Коновалова Е. И., Яблокова Л. В. - Самара : Самарский университет, 2022. - 152 с. - Книга из коллекции Самарский университет - Математика. - ISBN 978-5-7883-1845-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=866108&idb=0>.
10. Коновалова Е. И. Численные методы математического анализа : учебное пособие / Коновалова Е. И., Яблокова Л. В. - Самара : Самарский университет, 2022. - 149 с. - Книга из коллекции Самарский университет - Математика. - ISBN 978-5-7883-1846-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=866109&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Рудалев В. Г. Интерфейс api win32 на примерах : методическое пособие для вузов / Рудалев В. Г., Щеглаков Д. А. - Воронеж : ВГУ, 2010. - 32 с. - Книга из коллекции ВГУ - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=885140&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://visualstudio.microsoft.com/>
<http://anaconda.com/>
<http://elina-computer.ru/static/skachat.html>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

Автор(ы): Жуков Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент
Лапинова Светлана Александровна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.