

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА КИБЕРНЕТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2024

от 28.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	3	108	32	0	32		44	0	3
Итого	3	108	32	0	32	16	44	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина дает теоретические основы вычислительных методов решения задач линейной алгебры. Изучаются алгоритмы этих методов и особенности их программной реализации.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины являются теоретическое освоение вычислительных методов решения задач линейной алгебры. Изучаются алгоритмы этих методов и особенности их программной реализации.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс представляет собой дисциплину базовой части цикла математических и естественнонаучных дисциплин, которая является частью теоретической профилирующей подготовки студентов. Для успешного освоения дисциплины необходимы элементарные знания в области математики, вычислительной техники и программирования в рамках программы второго курса.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 [1] – знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат; У-ОПК-1 [1] – уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач В-ОПК-1 [1] – владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода
ОПК-2 [1] – Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	З-ОПК-2 [1] – знать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач У-ОПК-2 [1] – уметь использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования необходимые для реализации алгоритмов решения прикладных задач В-ОПК-2 [1] – владеть навыками реализации математических алгоритмов для решения прикладных задач с использованием существующих систем программирования

<p>ОПК-3 [1] – Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-3 [1] – знать принципы построения математических моделей физических явлений и процессов  У-ОПК-3 [1] – уметь формулировать математические модели различных явлений и процессов на основе физических принципов и законов  В-ОПК-3 [1] – владеть навыками построения математических моделей физических явлений и процессов</p>
<p>ОПК-5 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>З-ОПК-5 [1] – Знать основные языки программирования и методы алгоритмизации, современные технические и программные средства для разработки компьютерных программ  У-ОПК-5 [1] – Уметь применять методы алгоритмизации и современные технологии программирования для решения практических задач в различных областях науки и техники  В-ОПК-5 [1] – Владеть навыками разработки алгоритмов и компьютерных программ, отладки и тестирования разработанных программных комплексов для решения научно-практических задач</p>
<p>УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач</p>	<p>З-УКЦ-2 [1] – Знать: методика сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности</p>
<p>УКЦ-3 [1] – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций</p>	<p>З-УКЦ-3 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств  У-УКЦ-3 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение</p>

	<p>всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 [1] – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения. использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>
--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных

		<p>посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</p> <p>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
--	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, З-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
2	Часть 2	9-15	16/0/16		25	КИ-15	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2,

							В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/0/32		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	32	0	32
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	0	16
1	<b>Краткая характеристика курса.</b> Формулируются типовые задачи линейной алгебры. Даются	Всего аудиторных часов		
		2	0	2

	формулы основных норм вектора и согласованных с ними норм матрицы. Обсуждаются алгоритмы для их вычисления. Выводится формула для расчета меры обусловленности матрицы.	Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	<b>Итерационные методы решения систем линейных уравнений .</b> Рассматривается общая итерационная схема решения систем линейных уравнений и условия ее сходимости . Из общей схемы строятся и исследуются методы простой итерации, Зейделя, верхней релаксации. Обсуждаются особенности программной реализации алгоритмов этих методов. Знакомятся с примерами конкретных программ, реализующих эти методы.	Всего аудиторных часов		
		6	0	6
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 8	<b>Конечные методы решения систем линейных уравнений.</b> Метод Гаусса и его модификации. Расчет определителя и получение обратной матрицы. Метод квадратного корня и методы ортогонализации. Метод прогонки. Получение нормального решения для плохо обусловленной системы.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	16	0	16
9 - 13	<b>Проблема собственных значений и собственных векторов.</b> Решение частичной проблемы собственных. Решение полной проблемы собственных значений методами Данилевского и Крылова. Метод вращения для решения полной проблемы собственных значений для эрмитовой матрицы.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<b>Алгоритмы для работы с полиномами</b> Схема Горнера для вычисления значения полинома. Алгоритмы деления полинома на линейный и квадратичный полиномы. Способы локализации и уточнения корней полинома. Метод парабол для вычисления корней характеристического полинома.	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	3 Семестр

2 - 4	<p><b>Лабораторная работа 1</b> Лабораторная работа 1 Нахождение меры обусловленности матрицы. Использовать программы: нахождения обратной матрицы, определения нормы матрицы, нахождение максимального по модулю собственного числа для симметричной положительно определенной матрицы. Тема исследования. 1. Выбрать матрицу с двумя почти линейно зависимыми строками и посмотреть, как это сказывается на мере обусловленности. Литература 1. Турчак Л.И. Основы численных методов. М., Наука, 1987 2. Крылов В.И. и др. Вычислительные методы. Т.1, М., Физматгиз, 1976 3. Калиткин Н.Н. Численные методы. М., Наука, 1978 4. Волков Е.А. Численные методы. М., Наука, 1987 5. Козин Р.Г. Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация. М. НИЯУ МИФИ, 2012</p>
5 - 6	<p><b>Лабораторная работа 2.</b> Проверка линейной независимости системы векторов. Использовать программу, реализующую модифицированную процедуру ортогонализации Грамма-Шмидта. Тема исследований. 1. Проверить возможность данного подхода для решения поставленной задачи. Литература 1. Крылов В.И. и др. Вычислительные методы. Т.1, М., Физматгиз, 1976</p>
7 - 8	<p><b>Лабораторная работа 3.</b> Установить является ли симметричная матрица положительно определенной. Как инструмент, использовать программу решения системы линейных уравнений методом квадратного корня. Темы исследований. 1. Проверить возможность данного подхода для решения поставленной задачи. Литература 1. Крылов В.И. и др. Вычислительные методы. Т.1, М., Физматгиз, 1976 2. Турчак Л.И. Основы численных методов. М., Наука, 1987 3. Козин Р.Г. Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация. М. НИЯУ МИФИ, 2012</p>
9 - 15	<p><b>Лабораторная работа 4,5</b> Нахождение корней полинома. Использовать программу, которая позволяет локализовать местоположение корней на комплексной плоскости, а затем их уточнить методами дихотомии или наискорейшего спуска. Темы исследований. 1. Исследовать зависимость корней от точности задания коэффициентов полинома 2. Исследовать скорость сходимости итерационных методов уточнения корней от параметров процесса. Литература 1. Крылов В.И. и др. Вычислительные методы. Т.1, М., Физматгиз, 1976 2. Турчак Л.И. Основы численных методов. М., Наука, 1987 3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. М., Из-во «Наука»</p>

4. Козин Р.Г. Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация. М. НИЯУ МИФИ, 2012
---

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Разработанные компьютерные программные комплексы и программы позволяют студентам оперативно вводить программные модули требуемой конфигурации и исследовать особенности работы различных методов решения задач линейной алгебры. При обучении используется дисплейный класс, оснащенный современными персональными компьютерами, мультимедийная техника.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	З, КИ-8, КИ-15
ОПК-3	З-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	З, КИ-8, КИ-15
ОПК-5	З-ОПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-5	З, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-5	З, КИ-8, КИ-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-15
УКЦ-3	З-УКЦ-3	З, КИ-8, КИ-15
	У-УКЦ-3	З, КИ-8, КИ-15
	В-УКЦ-3	З, КИ-8, КИ-15

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 512 К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Д 30 Основы вычислительной математики : учебное пособие, Демидович Б. П., Марон И. А., Санкт-Петербург: Лань, 2011
3. ЭИ К59 Программирование численных методов линейной алгебры : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ф 15 Вычислительные методы линейной алгебры : учебное пособие, Фаддеев Д. К., Фаддеева В. Н., Санкт-Петербург: Лань, 2009

2. ЭИ Ш 37 Численные методы линейной алгебры : учебное пособие, Мызникова Б. И., Крюкова О. Г., Шевцов Г. С., Санкт-Петербург: Лань, 2011

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Компьютерный класс ()

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

1. Требовать от преподавателя разъяснения всех не понятных или не четко изложенных вопросов.

2. С ответственностью относиться к решению тех задач, которые преподаватель предлагает рассмотреть дома.

3. Пытаться найти собственное, если это возможно, подходы к решению для тех задач, ко-торые преподаватель задает в качестве самостоятельной работы.

4. Старайтесь заглядывать в литературу, рекомендуемую преподавателем, поскольку в этом случае вам можете познакомиться с другими подходами к порядку изложения лекционного материала.

### **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

1. Подробно объяснять все рассматриваемые алгоритмы с учетом их программной реализации.

2. Требовать от студентов обязательного решения задач, которые им предлагается рассмотреть дома.

3. Подчеркивать желательность поиска собственного, если это возможно, подходы к решению тех задач, которые им задаются в качестве самостоятельной работы.

4. Советовать почаще заглядывать в рекомендуемую литературу, отмечая, что в этом случае студенты смогут познакомиться с другими подходами в изложении лекционного материала.

Автор(ы):

Козин Рудольф Глебович

Рецензент(ы):

Кулябичев Ю.П.