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 № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ

Направление подготовки (специальность) [1] 09.03.04 Программная инженерия

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
3	2-3	72-108	32	0	32		8	0	Э , З
Итого	2-3	72-108	32	0	32	0	8	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен освоению численных методов решения нелинейных уравнений и систем, интерполяции и аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются теоретическое и практическое освоение численных методов решения нелинейных уравнений и систем, интерполяции и аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс представляет собой дисциплину, которая является частью теоретической профилирующей подготовки студентов. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основ математического анализа, ТФКП и теории обыкновенных дифференциальных уравнений.

В рамках курса закладывается основа для освоения таких курсов как «Математические модели динамических систем», «Основы теории оптимального управления», «Цифровые динамические системы».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**
УК-1 [1] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УКЕ-1 [1] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 [1] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин,

	решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	**Наименование раздела учебной дисциплины**	**Недели**	**Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.**	**Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)**	**Максимальный балл за раздел****	**Аттестация раздела (форма*, неделя)**	**Индикаторы освоения компетенции**
	3 Семестр						
1	Часть 1	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Часть 2	9-16	16/0/16		25	КИ-16	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	Итого за 3 Семестр		32/0/32		50		

	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э, З	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1

* – 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.**
	3 Семестр	32	0	32
1-8	**Часть 1**	16	0	16
1 - 8	**Раздел 1** Основные понятия: близости, нормы, структуры погрешности, корректности задачи. Вычислительные алгоритмы в задачах проектирования динамических систем. Нелинейные уравнения. Их решение методами простой итерации, дихотомии, Ньютона, хорд, секущих. Оценка погрешности, особенности применения методов. Вычисление корней алгебраических уравнений. Метод Лина. Метод Берстоу. Методы решения систем нелинейных уравнений: метод простой итерации и смежные вопросы. Метод Ньютона. Сведение многомерных задач к задачам меньшей размерности. Методы спуска. Интерполяционные полиномы Лагранжа, Ньютона. Оптимальный выбор узлов. Погрешность многочленной интерполяции. Интерполяция сплайнами. Интерполяция с кратными узлами. Многочлен Эрмита. Многомерная интерполяция.	Всего аудиторных часов 16 Онлайн 0	0 0	16 0
9-16	**Часть 2**	16	0	16
9 - 15	**Раздел 2**	Всего аудиторных часов		

	Равномерные приближения функций. Теорема Чебышева. Способы нахождения многочленов, близких к наилучшим. Многочлены Чебышева и их свойства. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов (МНК). Использование ортогональных и ортонормированных функций. МНК и коэффициенты ряда Фурье. Среднеквадратичные приближения тригонометрическими многочленами. Экспоненциальная аппроксимация. Аппроксимация рациональными функциями. Аппроксимация производных. Использование интерполяционных формул. Вычислительная погрешность формул численного дифференцирования. Выбор оптимального шага. Повышение точности аппроксимации. Метод Рунге. Численные методы вычисления определенных интегралов. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Формулы Ньютона-Котеса. Квадратурная формула Гаусса. Оценка погрешности, особенности применения формул. Процесс Эйткена. Вычисление несобственных и кратных интегралов.	16	0	16
		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
1 - 16	**Раздел 1** Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным. Решение систем нелинейных уравнений. Интерполяция функций.
9 - 16	**Раздел 2** Аппроксимация функций. Численные методы интегрирования.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс базируется на сочетании и совмещении теоретической и практической подготовки студентов в рамках единых занятий. В начале занятий в форме лекции даются теоретические основы и описываются методы решения задачи, а затем в форме семинара проводится закрепление пройденного материала посредством решения задач, оценки различных вариантов решений, а также совместного обсуждения изученных приемов.

В рамках данного курса проводится серия лабораторных работ, состоящая в выполнении ряда заданий по ходу изучения дисциплины в компьютерных классах кафедры, оборудованных новейшей вычислительной техникой с последующей защитой лабораторных работ.

Теоретический материал курса представлен в виде текста лекций.

Практические задания и темы лабораторных работ разработаны для выработки навыков практической реализации изучаемых численных методов.

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)**
УК-1	З-УК-1	Э, З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	З, Э, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	Э, З, КИ-8, КИ-16
УКЕ-1	З-УКЕ-1	З, Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЕ-1	З, Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЕ-1	З, Э, КИ-8, КИ-16

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:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="7">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="2">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2019

2. 512 К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

3. 519 Т80 Лабораторный практикум по курсу "Численные методы" : учебное пособие, Трухачев А.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

4. ЭИ С 47 Численные методы : учебное пособие, Слабнов В. Д., Санкт-Петербург: Лань, 2022

5. ЭИ Б 30 Численные методы : учебное пособие, Кобельков Г. М., Бахвалов Н. С. , Жидков Н. П., Москва: Лаборатория знаний, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, , Москва: Академия, 2013

2. 519 Ч-67 Численные методы решения уравнений с частными производными Ч.1 Разностные схемы для решения уравнения конвективного переноса (одномерное уравнение), , Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Какая задача называется корректно поставленной ?
2. Какова структура погрешности при численном решении задачи ?
3. Что такое равномерная сходимость ?
4. Что такое сходимость в среднем ?
5. Запишите формулу для метода простой итерации, применяемую при численном решении нелинейного уравнения вида $f(x)=0$. Приведите критерий сходимости данного метода
6. Приведите графическую пошаговую интерпретацию для метода простой итерации.
7. Приведите графическую пошаговую интерпретацию для метода Ньютона.
8. Как метод Ньютона связан с методом простой итерации ?
9. Расставьте следующие методы решения нелинейных уравнений в порядке возрастания скорости сходимости:

1 - метод хорд;
2 - метод Ньютона;
3 - метод Лина;
4 - метод секущих;
5 - метод простой итерации;
6 - метод дихотомии;
7 - метод Берстоу;

10. Какие методы находят наибольшее применение при решении систем нелинейных уравнений ?
11. Запишите простейший способ построения интерполяционного многочлена n-ой степени, если даны n+1 отсчет функции: (x_i, y_i), $i=1,2,\ldots,n+1$.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Лабораторные работы по курсу «Численные методы»

1. Решение нелинейных уравнений с одним неизвестным.
2. Решение систем нелинейных уравнений.
3. Интерполяция функций.
4. Аппроксимация функций.
5. Численные методы интегрирования.

Подготовка к выполнению работ:
1. Повторить соответствующие разделы курса «Численные методы».
2. Ознакомиться с основными положениями и порядком выполнения работы.
3. Согласно выданному варианту, выполнить соответствующую работу.

Отчёт о работе:
1. Продемонстрировать преподавателю результаты выполнения работы.
2. Дать анализ сходимости методов (для первой второй работы) , сделать выводы.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. При подготовке к лекции руководствоваться программой курса. Материал для занятий брать из пособия по данному курсу и рекомендуемой литературы.

2. Во время занятия отвечать на все вопросы, возникающие в процессе изложения лекционного материала.

3. На занятиях лекционный материал иллюстрировать программами, решающими конкретные практические задачи математического моделирования.

4. В конце лекции приводить литературу, где студенты могли бы пополнить свои знания по изложенной проблеме.

5. Для закрепления и более глубокого понимания изложенного материала желательно предлагать на дом для самостоятельной работы несколько практических задач по изложенной тематике.

Автор(ы):

Саманчук Владимир Никифорович