

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 (ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ)

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, экз./зач./КР/КП
6	3	108	15	15	15		18	0	Э
Итого	3	108	15	15	15	15	18	0	

АННОТАЦИЯ

Вторая часть курса посвящена методам численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных, краевых задач и задач на собственные значения.

Основное внимание уделяется вычислительно эффективным алгоритмам и особенностям их практического применения.

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, методов численного решения дифференциальных уравнений, краевых задач и задач на собственные значения, а также формирование практических навыков реализации вычислительно эффективных алгоритмов решения перечисленных выше задач.

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
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
УК-1 [1] – Способен осуществлять	З-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки

поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа</p> <p>У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников</p> <p>В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач</p>
--	---

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
анализ и математическое моделирование физических процессов	системы ядерно-энергетического комплекса	<p>ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>З-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач;</p> <p>У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач;</p> <p>В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных,</p>

			статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Задача Коши. Существование и единственность решения Характеристика методов решения.	1-8	8/8/8		25	КИ-8	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	раздел 2 решение краевых задач	9-15	7/7/7		25	КИ-15	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-2,

							У-ПК-2, В-ПК-2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	15	15
1-8	Задача Коши. Существование и единственность решения Характеристика методов решения.	8	8	8
1 - 8	решение задачи коши Задача Коши. Существование и единственность решения Характеристика методов решения. Подход Тейлора к решению задачи Коши. Методы Рунге-Кутты 1-4 порядков. Оценка погрешности и выбор шага. Линейные многошаговые методы. Явные и неявные схемы. Условие корректности многошаговых методов. Методы прогноза-коррекции. Методы Адамса-Башфорта. Методы Адамса-Маултона. Оценка методической погрешности методов. Особенности реализации многошаговых методов Вывод критериев абсолютной устойчивости численных методов решения задачи Коши. Особенности построения областей их абсолютной устойчивости. Исследование устойчивости методов Адамса-Башфорта, Адамса-Маултона,.Рунге-Кутта 1-4 порядков. Сходимость численных методов. Жесткие дифференциальные уравнения. Характерные особенности методов их решения. Методы Гира. Неявные	Всего аудиторных часов		
		8	8	8
		Онлайн		
		0	0	0

	методы Рунге-Кутты. Области абсолютной устойчивости методов. Сопоставление различных численных методов решения задачи Коши.			
9-15	раздел 2 решение краевых задач	7	7	7
9 - 16	решение краевых задач и задач на собственные значения Алгоритмы решения неявных дифференциальных уравнений с переменным шагом и переменным порядком. Формула дифференцирования назад. Прогноз начальных условий для итерационного метода Ньютона. Реализация алгоритмов. Решение краевых задач и задач на собственные значения. Постановка задач. Характеристика методов решения. Метод стрельбы. Разностный метод.	Всего аудиторных часов		
		7	7	7
		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
	<i>6 Семестр</i>
1 - 8	Лабораторная работа 1. Решение задачи Коши. 2. Решение задач на собственные значения
9 - 15	Лабораторная работа 3. Решение краевых задач. 4. Решение задачи теплопроводности.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проходят в дисплейном классе с применением компьютерных технологий и мультимедийного оборудования.

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-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, 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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

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. 512 К59 Алгоритмы численных методов линейной алгебры и их программная реализация : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ С 47 Численные методы : учебное пособие, Слабнов В. Д., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. 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

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Лабораторные работы по курсу;

1. Решение задачи Коши.
2. Решение краевых задач.
3. Решение задач на собственные значения.
4. Решение задачи теплопроводности.

Подготовка к выполнению работ:

4. Повторить соответствующие разделы курса.
5. Ознакомиться с основными положениями и порядком выполнения работы.
6. Согласно выданному варианту, выполнить соответствующую работу.

Отчёт о работе:

1. Продемонстрировать преподавателю результаты выполнения работы.
2. Построить графики изменения соответствующих кривых в зависимости от числа итераций для рассмотренных методов.
3. Дать анализ сходимости методов, 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