

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИИКС

Протокол № 8/1/2025

от 25.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
АНАЛИЗ НА МНОГООБРАЗИЯХ

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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	1	36	0	30	0		6	0	3
Итого	1	36	0	30	0	0	6	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению гладких многообразий, их структур (касательные и кокасательные пространства, расслоения), векторных полей и их свойств, а также связи с дифференциальными уравнениями. Рассматриваются вопросы интегрируемости распределений, методы решения задач Коши и теоремы (Фробениуса, Ли), связанные с геометрическим подходом к анализу дифференциальных уравнений.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- Изучить основы теории гладких многообразий, расслоений и векторных полей.
- Анализировать свойства дифференциальных уравнений через призму геометрических структур (распределения, контактные формы).
- Освоить ключевые методы интегрирования систем уравнений, включая метод характеристик и применение теорем Фробениуса и Ли.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с материалами следующих дисциплин, читаемых студентам физико-математических специальностей: программирование, численные методы, вычислительная математика, уравнения математической физики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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			
Применение современного математического аппарата для решения сложных задач искусственного интеллекта и	Задачи искусственного интеллекта. Ключевые слова: графовые нейронные сети, теория случайных	ПК-8.6 [1] - (MF-5) Способен применять продвинутые математические методы (теория графов, функциональный анализ, теория	З-ПК-8.6[1] - Знать:(MF-5) математические алгоритмы и структуры данных для решения задач, в том числе в области ИИ;

разработки новых алгоритмов	графов, гильбертовы пространства, операторы	категорий) для решения сложных задач ИИ и разработки новых алгоритмов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	У-ПК-8.6[1] - Уметь:(MF-5) реализовывать математические алгоритмы в виде программных комплексов для решения различных задач, в том числе в области ИИ; В-ПК-8.6[1] - Владеть:(MF-5) навыками применения продвинутыми математическими алгоритмами для решения задач ИИ и разработки новых алгоритмов
Разработка математических моделей, алгоритмов и методов для решения различных задач.	Математические модели и алгоритмы.	ПК-2 [1] - Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001	З-ПК-2[1] - знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач; У-ПК-2[1] - использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач; В-ПК-2[1] - владеть навыками применения современного математического аппарата для построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых

			алгоритмов и методов исследования задач различных типов
Использование современных информационных технологий и Интернет ресурсов для поиска и систематизации информации.	Информационные и Интернет ресурсы, содержащие результаты научных исследований и научно-техническую документацию.	ПК-3 [1] - Способен осуществлять целенаправленный поиск в сети Интернет и других источниках информации о научных достижениях в области прикладной математики , а также о современных программных средствах, относящихся к предмету исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.013	З-ПК-3[1] - знать основные референтные базы данных научных публикаций, поисковые системы научной литературы; У-ПК-3[1] - уметь осуществлять поиск научной литературы с использованием существующих поисковых систем и референтных баз данных;; В-ПК-3[1] - владеть навыками поиска научной литературы;

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)

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
<i>6 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	0/15/0		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6,

						З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Второй раздел	9-15	0/15/0	25	КИ-15	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		0/30/0	50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр			50	3	3-ПК-8.6, У-ПК-8.6, В-ПК-8.6, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

* – 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
3	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	0	30	0
1-8	Первый раздел	0	15	0
1 - 2	Гладкие k-мерные поверхности в R^n Понятие гладкой поверхности, гладкие функции на поверхности. Векторы и касательное пространство к поверхности.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн 0	4 0 0	0 0 0
3 - 5	Гладкие многообразия Понятие гладкого многообразия, функции на многообразиях, отображения многообразий. Векторы и касательное пространство к многообразию. Ковекторы и кокасательное пространство к многообразию.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн 0	5 0 0	0 0 0
6 - 8	Немного о расслоениях Понятие расслоения. Локально тривиальные векторные расслоения. (Ко)касательное расслоение и (ко)векторные	Всего аудиторных часов 0 Онлайн	6 0	0 0

	поля. Расслоение джетов	0	0	0
9-15	Второй раздел	0	15	0
9 - 11	Векторные поля Фазовый поток векторного поля. Скобка Ли векторных полей, симметрии векторного поля	Всего аудиторных часов 0 Онлайн 0	6	0
12 - 15	Дифференциальные уравнения Гладкие распределения, интегрируемость распределения. Инволютивные распределения и теорема Фробениуса. Теорема Ли об интегрируемости системы ОДУ в квадратурах. Контактная структура на расслоении джетов, продолжение отображений. Контактное векторное поле и метод характеристик решения задач Коши для дифференциальных уравнений первого порядка.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн 0	9	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий занятия проводятся в форме продвинутых лекций и практических (семинарских) занятий.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса широко используются активные формы, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы. Используются активные и интерактивные формы проведения занятий: семинары в диалоговом режиме; разбор конкретных ситуаций; публичные доклады с презентациями и их обсуждение в студенческой группе, различные виды групповых дискуссий; электронное тестирование знаний, умений и навыков. Основной формой проведения семинарских занятий является научно-практический семинар, в рамках которого студенты пишут рефераты, на базе лучших из которых готовят материалы для публикаций на Международных научных и научно - практических конференциях, а также в научных периодических журналах.

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)
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-15
ПК-8.6	З-ПК-8.6	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-8.6	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-8.6	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-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«Зачтено»	A
85-89			B
75-84	4 – «хорошо»		C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			F
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	

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:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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

1. Проведение практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение практических занятий. Используя прослушанный материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий проводится активное обсуждение и анализ поставленных задач, вопросов и затруднений возникающих в процессе подготовки заданий.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, ознакомиться с ресурсами перечисленными в разделе рекомендованная литература.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использование фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится на 8 и 15 неделях. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо сдать на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Проведение практических занятий

В рамках курса предусмотрено проведение практических занятий. Используя прослушанный материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи.

В рамках занятий проводится активное обсуждение и анализ поставленных задач, вопросов и затруднений возникающих в процессе подготовки заданий.

На каждом занятии отмечается посещаемость студентов.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, ознакомиться с ресурсами перечисленными в разделе рекомендованная литература.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использование фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине используются

- Контроль по итогам

Рубежный контроль проводится на 8 и 15 неделях. Промежуточный контроль выставляется на основе зачета.

Для допуска к зачету необходимо сдать на положительную оценку все предложенные в рамках текущего контроля задания.

Автор(ы):

Шильников Кирилл Евгеньевич

