

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 25.08.2023 14:54:49

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Фрактальный анализ

Закреплена за подразделением

Кафедра математики

Направление подготовки

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Профиль

Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 6

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

кфмн, доцент, Шихеева Валерия Владимировна

Рабочая программа

Фрактальный анализ

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, 01.03.04-БПМ-23.plx Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра математики

Протокол от 23.06.2022 г., №11

Руководитель подразделения Ефимов А.Р.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Предоставить учащимся начальное представление о фрактальной геометрии как предметной области и подготовить учащихся к самостоятельному решению ряда типовых задач в последующей профессиональной деятельности в этой сфере
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математическое моделирование	
2.1.2	Основы теории информации и автоматов	
2.1.3	Основы электротехники и электроники	
2.1.4	Теория систем автоматического управления	
2.1.5	Теория случайных процессов	
2.1.6	Функциональный анализ	
2.1.7	Численные методы	
2.1.8	Алгоритмы дискретной математики	
2.1.9	Математика	
2.1.10	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки наукоемкого ПО	
2.1.11	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки робототехнических и киберфизических систем	
2.1.12	Комбинаторика и теория графов	
2.1.13	Технологии программирования	
2.1.14	Физика	
2.1.15	Компьютерная и инженерная графика	
2.1.16	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.17	Основы дискретной математики	
2.1.18	Введение в специальность	
2.1.19	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.20	Программирование и алгоритмизация	
2.1.21	Специальные главы математики для Computer Science	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Введение в разработку приложений дополненной и виртуальной реальностей	
2.2.2	Нейронные сети	
2.2.3	Обработка естественного языка	
2.2.4	Системный анализ и принятие решений	
2.2.5	Системы автоматизированного проектирования	
2.2.6	Экспертные и рекомендательные системы	
2.2.7	Глубокое обучение	
2.2.8	Динамика и управление движением робототехнических систем	
2.2.9	Искусственный интеллект и мультиагентные системы	
2.2.10	Параллельные вычисления	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.13	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы	
2.2.14	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы	
2.2.15	Системы обеспечения информационной безопасности и блокчейн	
2.2.16	Специальные главы баз данных	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике
Знать:
ОПК-1-32 Основные теоремы и следствия фрактальной геометрии

ОПК-1-31 Основные понятия, определения и специальную терминологию, используемую в основах топологии, фрактальной геометрии и теории динамических систем
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Знать:
УК-1-32 Понятия метрического пространства, размерности Хаусдорфа, методы вычисления фрактальной размерности компактных множеств
УК-1-31 Классификацию систем итерированных преобразований, устройство динамической системы на аттракторе. Понятия и свойства хаотических динамических систем
Уметь:
УК-1-У4 Использовать теорию динамических систем для построения фрактальных объектов. Обосновывать возможности построения фрактальных объектов с помощью различного типа алгоритмов, как случайного, так и детерминированного характера. Составлять программы, реализующие на компьютере фрактальные структуры.
УК-1-У1 Применять понятийно - категориальный аппарат, основные законы гуманитарных и социальных наук в профессиональной деятельности для содержательной формулировки задач фрактального анализа, возникающих при решении прикладных проблем в различных областях науки, бизнеса и техники.
УК-1-У2 Выявлять фрактальную природу объекта прикладной задачи. Получать фрактальные структуры с заданными числовыми характеристиками.
УК-1-У3 Применять методы топологии и дифференциального исчисления для анализа фрактальных структур. Описывать сложные геометрические структуры с помощью небольшого набора чисел
Владеть:
УК-1-В1 Методами топологии, функционального анализа, линейной алгебры, теории динамических систем в применении к фрактальной теории.
УК-1-В2 Навыками решения теоретических и практических типовых задач, связанных с профессиональной деятельностью. Навыками построения алгоритмов и программ, реализующих хаотические структуры.
УК-1-В3 Навыками познания и оценки состояния новых предметных областей, терминологии, методологии, значения для практики, перспективы развития

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Классические фракталы							
1.1	Введение. Классические фракталы. Классические детерминированные фракталы. Канторово множество, треугольник Серпинского, кривая Коха. /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ1,К М5	
1.2	Классические фракталы /Пр/	6	2	УК-1-31	Л1.1 Э1 Э2		КМ1,К М5	
	Раздел 2. Элементы топологии и функционального анализа							
2.1	Элементы топологии и функционального анализа. Сжимающие преобразования и теорема о неподвижной точке /Лек/	6	2	УК-1-В1 ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	Р1
2.2	Элементы топологии и функционального анализа. Преобразования пространства компактных множеств. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	Р1

2.3	Элементы топологии и функционального анализа. Метрические пространства. Компактные множества и метрика Хаусдорфа. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	Р1
2.4	Преобразования метрических пространств /Пр/	6	4	УК-1-В2	Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	Р1
	Раздел 3. Системы итерированных преобразований							
3.1	Системы итерированных функций. Коллаж-теорема как аппарат для генерации фракталов /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	
3.2	Системы итерированных функций . Системы итерированных функций со сгущением. Аттрактор системы итерированных функций со сгущением /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-32 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	
3.3	Системы итерированных функций. Аффинные преобразования линейных пространств. /Лек/	6	2	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	
3.4	Системы итерированных функций . Определения и примеры. Аттрактор системы итерированных функций. /Лек/	6	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	
3.5	Системы итерированных преобразований /Пр/	6	4	УК-1-В2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ2,К М5	
3.6	Домашнее задание №1 по разделам 1,2,3 /Ср/	6	29	УК-1-У2 УК-1-У3	Л1.1 Э1 Э2			
	Раздел 4. Хаотическая динамика							
4.1	Хаотическая динамика. Динамические системы. Паутинные диаграммы. Динамическая система сдвига на аттракторе СИФ. Эквивалентность динамических систем. Динамическая система на кодовом пространстве. /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У3 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
4.2	Хаотическая динамика. Реализация фрактала с использованием генератора случайных чисел. Оценка числа циклов. /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У2 УК-1-У4 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
4.3	Хаотическая динамика. Понятие хаотичной динамической системы. Хаотичность динамической системы сдвига /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У3 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2

4.4	Хаотическая динамика. «Динамическая система случайного сдвига». Поднятая СИФ и динамика поднятой системы. Теорема о проекции орбит. Ошибки вычислений и динамика на аттракторе. /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
4.5	Хаотическая динамика. Эквивалентность Канторова множества и аттрактора СИФ. /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
4.6	Хаотическая динамика. Кодовое пространство СИФ . Адресная функция. Классификация СИФ. /Лек/	6	2	ОПК-1-31	Л1.1Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
4.7	Динамические системы /Пр/	6	5	УК-1-В2 УК-1-В3	Л2.1 Э1 Э2		КМ3,К М5	Р2
Раздел 5. Фрактальная размерность								
5.1	Фрактальная размерность. Теорема о фрактальной размерности аттрактора СИФ с подобиями. Примеры /Лек/	6	2	УК-1-31 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3		КМ4,К М5	Р2
5.2	Фрактальная размерность. Экспериментальное вычисление размерности фрактала. /Лек/	6	2	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3		КМ4,К М5	Р2
5.3	Фрактальная размерность. Определения и теоремы. Мультифрактальная размерность. /Лек/	6	2	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-У3 УК-1-У4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3		КМ4,К М5	Р2
5.4	Фрактальная размерность /Пр/	6	2	УК-1-В3	Л1.1 Э1 Э2 Э3		КМ4,К М5	Р2
5.5	Домашнее задание №2 по разделам 4,5 /Ср/	6	28	УК-1-У4	Л2.1 Э1 Э2 Э3			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	тест	ОПК-1-31;УК-1-В2;УК-1-В3	Классические фракталы. Канторово множество, кривая Коха, треугольник Серпинского.
КМ2	тест	ОПК-1-31;ОПК-1-32;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-В3	Системы итерируемых функций, аттракторы, аффинные преобразования, теорема о сжимающих преобразованиях.
КМ3	тест	ОПК-1-31;ОПК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-У4;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-В3	Динамические системы, орбиты динамических систем. Хаотичные динамические системы. Динамика на аттракторах.

КМ4	тест	УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-У3;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-В3	Понятие фрактальной размерности. Теоремы о фрактальной размерности. Вычисление фрактальной размерности.
КМ5	экзамен	ОПК-1-31;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-У3;УК-1-У4;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-В3;ОПК-1-32	Классические. фракталы. Метрические пространства. Сжимающие отображения. Системы итерируемых функций. Аттракторы. Динамические системы. Хаотические динамические системы. Понятие кодового пространства. Динамические системы на аттракторе. Размерность Хаусдорфа. Практическое вычисление фрактальной размерности.
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Домашнее задание.	ОПК-1-31;ОПК-1-32;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-1-В2	Найти расстояние между элементами множества всех компактных множеств на плоскости. Найти аффинное преобразование плоскости, переводящее заданный треугольник ABC в заданный треугольник TPC. Определить, эквивалентны ли заданные метрики. Найти параметры заданного преобразования подобия.
P2	Домашнее задание	ОПК-1-31;ОПК-1-32;УК-1-31;УК-1-32;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-У3;УК-1-В1;УК-1-В2;УК-1-В3	Найти адрес и орбиту заданной точки аттрактора. Найти координаты точки аттрактора по адресу. Построить заданную итерацию аттрактора системы итерируемых функций. Вычислить фрактальную размерность аттрактора.
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)			
<p>Экзамен состоит из нескольких частей. Первая часть --- тест по курсу, выложенный в LMS Canvas. Вторая часть - ответ по билету, который состоит из теоретического вопроса и задачи. Вопросы составляются из списка вопросов для самостоятельной подготовки, задачи аналогичны тем задачам, которые студенты решают на практических занятиях. Третья часть --- беседа с преподавателем в форме дополнительных вопросов и ответов и решения несложных задач на понимание предметной области.</p> <p>Пример билета.</p> <p>1. Теоретический вопрос. Теорема о критерии возвратности состояния марковской цепи. Формулировка и доказательство.</p> <p>2. Задача. Вычислить финальные вероятности для марковской цепи с заданной матрицей одношаговых переходных вероятностей.</p>			

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и итоговую аттестацию обучающихся по предмету. Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины, а итоговая аттестация обучающихся обеспечивает оценивание окончательных результатов обучения дисциплине. Текущий контроль успеваемости включает в себя задания для самостоятельного выполнения и контрольные мероприятия по их проверке.

Итоговой аттестацией по дисциплине является экзамен с оценкой.

Шкала оценивания включает 4 уровня с оценками: отлично; хорошо; удовлетворительно; неудовлетворительно.

Для получения итоговой оценки по дисциплине учащийся обязан сдать на оценку не ниже чем "удовлетворительно" все домашние задания, контрольную работу и оцениваемые задания на практических занятиях.

Итоговая оценка является результатом устного опроса на экзамене с учетом средней арифметической оценки, формируемой на основании оценок, полученных учащимся за домашние задания, контрольную работу и оценок, полученных на практических занятиях.

Критерии.

1) Оценка "отлично"

Даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все поставленные вопросы, правильно и рационально решены практические задачи; при ответах выделялось главное, все теоретические положения правильно связаны с требованиями. Ответы были четкими, краткими, по существу вопроса и/или проблемы и излагались в логической последовательности. Продемонстрировано умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и развитии.

2) Оценка - "хорошо".

Даны полные, достаточно обоснованные ответы на поставленные вопросы, правильно решены 80% практических заданий; при ответах не всегда выделялось главное (суть), отдельные положения не полностью связаны с требованиями к заданиям и вопросам, при решении практических задач не всегда использовались рациональные методики расчётов; ответы в основном были краткими, но не всегда четкими.

3. Оценка - "удовлетворительно".

Даны в основном правильные ответы на все поставленные вопросы, но без должной полноты, глубины и обоснования. При решении практических задач учащийся использовал прежний опыт и не применял новые методики выполнения работы, но на уточняющие вопросы даны правильные ответы; при ответах не выделялось главное (суть) в раскрываемом вопросе; ответы были многословными, нечеткими и без должной логической последовательности; на отдельные дополнительные вопросы не даны положительные ответы. Наблюдаются путаница и непонимание терминов и понятий, которые не являются основными в предметной области.

4. Оценка "неудовлетворительно".

Затрудняется при выполнении практических задач, в выполнении своей роли, работа проводится с опорой на преподавателя или других студентов. Не дано верного ответа на вопросы, касающиеся базовых понятий курса. В ответах не выделяется главное; ответы давались многословными; незнание или постоянная путаница в основной терминологии дисциплины; все ответы даются не по существу (смыслу) заданного вопроса и излагаются с нарушением логической последовательности в высказываниях.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Шихеева В. В.	Фрактальная геометрия. Детерминированные фракталы: учебник	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2019

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Рудин У., Плужникова Н. И., Горин Е. А.	Основы математического анализа	Электронная библиотека	Москва: Мир, 1976

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Фрактальная геометрия открытый курс в LMS Canvas	https://lms.misis.ru/enroll/HTA4D7
Э2	Р. М. Кроновер. Фракталы и хаос в динамических системах.	http://pzs.dstu.dp.ua > bibl > fractal

ЭЗ	Федер Е. Фракталы	https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiijaC0m9D1AhWOyIsKHbINBXAQQfnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Ffinis.jinr.ru%2Fsl%2Fvol2%2FPhysics%2F%25D0%2594%25D0%25B8%25D0%25BD%25D0%25B0%25D0%25BC%25D0%25B8%25D1%2587%25D0%25B5%25D1%2581%25D0%25BA%25D0%25B8%25D0%25B5%2520%25D1%2581%25D0%25B8%25D1%2581%25D1%2582%25D0%25B5%25D0%25BC%25D1%258B%2520%25D0%25B8%2520%25D0%25A5%25D0%25B0%25D0%25BE%25D1%2581%2F%25D0%25A4%25D0%25B5%25D0%25B4%25D0%25B5%25D1%2580%2520%25D0%2595.%2C%2520%25D0%25A4%25D1%2580%25D0%25B0%25D0%25BA%25D1%2582%25D0%25B0%25D0%25BB%25D1%258B%2C%25201991.pdf&usg=AOvVaw3tUgFG6D027aYC11CAIDCD
----	-------------------	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Visio 2016
П.3	Microsoft Office
П.4	LMS Canvas

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Б-907	Учебная аудитория	1 стационарный компьютер, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели на 42 посадочных места, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный х 2, экран х 2, колонки
Б-948	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, доска, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

<ol style="list-style-type: none"> Лекции читаются в аудиториях и, одновременно, дистанционно в MS Teams. Практические занятия проводятся в аудиториях кафедры инженерной кибернетики института ИТАСУ. Для самостоятельной работы используется электронная обучающая система Canvas. Консультации по курсу проводятся преподавателем по календарному плану графику в аудиториях кафедры, а также с использованием средств дистанционного общения электронной обучающей системы Canvas. Текущий контроль проводится как в электронной форме на компьютерах в дисплейных классах кафедры с использованием электронной обучающей системы Canvas, так и в очной форме на занятиях в аудиториях кафедры. Для подготовки к контрольным мероприятиям студенту выдается перечень тем, по материалу которых будет контрольное мероприятие. Подготовить к контрольной работе студента возможно при консультациях в системе смешанного обучения Canvas и консультациях на очных занятиях. Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время проведения лабораторных работ, защиты четырех домашних заданий, проведения регулярного тестирования и двух контрольных работ. Для самостоятельной работы студентам предоставляются дисплейные классы библиотеки НИТУ МИСиС. В процессе самостоятельной работы студенты используют электронную обучающую систему Canvas, в которую помещены Лекции, практические работы с разобранными примерами решений, вопросы для самоподготовки, экзаменационные билеты, тесты для самоконтроля, списки тем для контрольных мероприятий, а также рекомендации и методические руководства.
