

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 25.03.2023 17:32:01

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2eb454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Численные методы

Закреплена за подразделением

Кафедра инженерной кибернетики

Направление подготовки

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Профиль

Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 5

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	34	17	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17		17	
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, рубчинский александр анатольевич*

Рабочая программа

**Численные методы**

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-22.plx Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

01.03.04 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, Алгоритмы и методы наукоемкого программного обеспечения, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инженерной кибернетики**

Протокол от 23.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения Ефимов А.Р.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование у студентов знаний, умений и навыков по анализу, алгоритмизации и применению основных численных методов: решения линейных и нелинейных систем алгебраических уравнений, интерполяции и аппроксимации функций, вычисления интегралов, решения систем дифференциальных уравнений.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Алгоритмы дискретной математики
2.1.2	Математика
2.1.3	Основы теории информации и автоматов
2.1.4	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки наукоемкого ПО
2.1.5	Учебная практика по ознакомлению с технологиями разработки робототехнических и киберфизических систем
2.1.6	Комбинаторика и теория графов
2.1.7	Технологии программирования
2.1.8	Физика
2.1.9	Инженерная компьютерная графика
2.1.10	Объектно-ориентированное программирование
2.1.11	Основы дискретной математики
2.1.12	Введение в специальность
2.1.13	Вычислительные машины, сети и системы
2.1.14	Программирование и алгоритмизация
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Дискретные и нелинейные системы автоматического управления
2.2.2	Имитационное моделирование
2.2.3	Машинное обучение II
2.2.4	Методы и средства обработки изображений
2.2.5	Методы оптимизации
2.2.6	Научно-исследовательская работа
2.2.7	Научно-исследовательская работа
2.2.8	Прикладной статистический анализ
2.2.9	Производственная практика по освоению первичных навыков в области разработки наукоемкого ПО
2.2.10	Производственная практика по освоению первичных навыков в области разработки робототехнических и киберфизических систем
2.2.11	Фрактальный анализ
2.2.12	Введение в разработку приложений дополненной и виртуальной реальностей
2.2.13	Нейронные сети
2.2.14	Обработка естественного языка
2.2.15	Системный анализ и принятие решений
2.2.16	Системы автоматизированного проектирования
2.2.17	Экспертные и рекомендательные системы
2.2.18	Глубокое обучение
2.2.19	Динамика и управление движением робототехническими системами
2.2.20	Искусственный интеллект и мультиагентные системы
2.2.21	Параллельные вычисления
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.23	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.24	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы
2.2.25	Преддипломная практика для апробации темы выпускной квалификационной работы
2.2.26	Системы обеспечения информационной безопасности и блокчейн
2.2.27	Специальные главы баз данных

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<b>ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки решения сложных задач и проведения исследований в соответствующей области, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-3-31 теоремы о сходимости последовательных приближений к решению систем линейных, нелинейных и дифференциальных уравнений	
<b>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</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 современные подходы к моделированию сложных научно-технических и социально-экономических систем	
<b>ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки решения сложных задач и проведения исследований в соответствующей области, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-3-У1 приводить разнообразные вычислительные задачи представлять в стандартном виде, позволяющем использовать современные программно-алгоритмические комплексы для их решения	
<b>ОПК-1: Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-1-У1 применять основные методы интерполяции и аппроксимации функций при решении вычислительных задач с неполной информацией о рассматриваемых системах	
<b>ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности, демонстрировать практические навыки решения сложных задач и проведения исследований в соответствующей области, применять знание экономических, организационных и управленческих вопросов, таких как: управление проектами, рисками и изменениями</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-3-В1 современными методами численного решения прикладных и теоретических задач	
<b>ОПК-2: Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем, моделирование и анализ для проведения детальных исследований и поиска решения технических вопросов в соответствующей области исследования</b>	
<b>Владеть:</b>	
ОПК-2-В1 базисными подходами и методами оценки погрешностей используемых алгоритмов решения различных типов вычислительных задач	

#### 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
	<b>Раздел 1. 1. Решение алгебраических уравнений и систем уравнений</b>							
1.1	1. Методы ложной позиции, секущих и касательных (Ньютона) /Лек/	5	2	УК-1-31 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.4			
1.2	2. Метод сжимающих отображений /Лек/	5	2	ОПК-3-31	Л1.1Л2.1			
1.3	1. Решение уравнения с одним неизвестным /Лаб/	5	2	УК-1-31	Л1.1Л2.5			
1.4	3. Существование решений. Теорема Брауэра /Лек/	5	2	ОПК-3-31	Л1.1Л2.5			

1.5	1. Выбор начального приближения /Ср/	5	20	ОПК-3-У1	Л2.1 Л1.1Л2.5			
	<b>Раздел 2. 2. Решение задач линейной алгебры</b>							
2.1	4. Прямые методы решения СЛАУ /Лек/	5	2	ОПК-3-31	Л2.1 Л1.1Л1.1			
2.2	2. Решение систем двух уравнений с двумя неизвестными методом ложной позиции /Лаб/	5	2	УК-1-31	Л2.1Л2.5			
2.3	5. Итеративные методы решения СЛАУ /Лек/	5	2	ОПК-3-31	Л2.1 Л1.1Л2.4			
2.4	6. Нахождение собственных векторов и собственных значений /Лек/	5	2	ОПК-3-В1	Л1.1Л2.1			
2.5	3. Решение системы линейных уравнений методами LU- и QR-разложения /Лаб/	5	2	ОПК-2-В1	Л2.1 Л1.1Л2.5			
2.6	2. Решение СЛАУ со слабо заполненными матрицами /Ср/	5	25	УК-1-31	Л1.1 Л1.1Л2.5			
	<b>Раздел 3. 3. Приближение функций</b>							
3.1	7. Понятие об интерполяции и экстраполяции /Лек/	5	2	ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1			
3.2	8. Основные интерполяционные многочлены /Лек/	5	2	ОПК-3-В1	Л2.1 Л1.1Л2.4			
3.3	4. Методы итераций и вращений для нахождения собственных векторов и собственных значений матрицы /Лаб/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-3-У1	Л2.1 Л1.1Л2.5			
3.4	9. Метод наименьших квадратов и наилучшие среднеквадратичные приближения /Лек/	5	2	ОПК-2-В1	Л2.1 Л1.1Л2.5			
3.5	10. Сплайны /Лек/	5	2	ОПК-1-У1 ОПК-3-У1	Л2.1Л1.1			
3.6	5. Интерполяция многочленами Лагранжа и Ньютона /Лаб/	5	2	ОПК-1-У1	Л2.1Л1.1			
3.7	3. Многочлены наилучших равномерных приближений /Ср/	5	20	ОПК-3-31	Л1.1Л2.1			
	<b>Раздел 4. 4. Численное дифференцирование и интегрирование</b>							
4.1	11. Приближённое дифференцирование /Лек/	5	2	ОПК-2-В1 ОПК-3-В1	Л1.1Л1.1			
4.2	12. Приближённое интегрирование /Лек/	5	2	ОПК-2-В1 ОПК-3-У1	Л2.1Л1.1			
4.3	6. Интерполяция сплайнами /Лаб/	5	2	ОПК-3-В1	Л2.1Л2.5			
4.4	13. Оценка погрешностей /Лек/	5	2	ОПК-2-В1	Л1.1Л1.1			
4.5	4. Методы Монте-Карло в численных методах /Ср/	5	15	УК-1-31	Л2.1Л1.1			

	<b>Раздел 5. 5. Численные методы решения дифференциальных уравнений (обыкновенных и в частных производных)</b>							
5.1	14. Методы Эйлера и Рунге-Кутты /Лек/	5	2	ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1			
5.2	7. Методы численного интегрирования /Лаб/	5	2	ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1			
5.3	15. Решение двухточечной краевой задачи /Лек/	5	2	УК-1-31 ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1			
5.4	16. Классификация дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка. Разностные методы. /Лек/	5	2	УК-1-31	Л1.1Л1.1			
5.5	8. Разностные схемы для уравнений параболического типа /Лаб/	5	2	ОПК-3-У1	Л1.1Л2.1			
5.6	17. Вариационные методы решения краевых задач /Лек/	5	2	ОПК-3-У1 ОПК-3-В1	Л1.1Л1.1			
5.7	9. Численное решение уравнения диффузии /Лаб/	5	1	ОПК-3-В1	Л1.1Л2.1			
5.8	5. Интегральные уравнения /Ср/	5	13	УК-1-31	Л1.1Л2.1			

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)**

1. Векторные и матричные нормы. Обоснование определения нормы матрицы, подчиненной векторной норме. Вычисление 1 и 2 для квадратной матрицы. ОПК-2
2. Число обусловленности и его свойства. Теорема об оценке относительной погрешности решения возмущённой СЛАУ. ОПК-1
3. Теорема о QR разложении квадратной матрицы. Решение СЛАУ при помощи QR разложения. Алгоритм нахождения всех собственных чисел квадратной матрицы при помощи QR разложения. УК-1
4. Теорема о LU разложении квадратной матрицы. Решение СЛАУ и нахождение обратной матрицы при помощи LU разложения. Алгоритм нахождения всех собственных чисел квадратной матрицы при помощи LU разложения. ОПК-2
5. Нахождение всех собственных чисел и векторов симметричной матрицы методом вращений. Доказательство сходимости метода. УК-1
6. Теоремы о существовании и единственности решения и об условии останова итерационной процедуры при решении СЛАУ. Методы: Якоби, Зейделя и релаксаций. ОПК-1
7. Теорема о сходимости метода Зейделя при диагональном преобладании в матрице СЛАУ. Формулировки (без доказательств) других теорем (не менее двух) о сходимости метода Зейделя. УК-1
8. Метод Ньютона для решения НУ и СНУ. Теоремы о сходимости метода. Разновидности метода. УК-1
9. Метод простой итерации для решения НУ и СНУ. Теоремы о сходимости метода. ОПК-2
10. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Доказательство его существования, единственности и оценка погрешности приближения. УК-1  
Интерполяционные многочлены Ньютона и Гаусса. Формулы Стирлинга и Бесселя. ОПК-1
11. Интерполяционный многочлен Эрмита. Доказательство его существования, единственности и оценка погрешности приближения. УК-1  
Процедура и пример построения многочлена Эрмита. ОПК-2
12. Квадратичный и кубический сплайны дефекта один. Определение базисных сплайнов. Базисные сплайны порядка: 0, 1, 2 и 3. УК-1
13. Эрмитовы сплайны. Пример построения кубического и квадратичного эрмитовых сплайнов. ОПК-1
14. Задача численного интегрирования. Составные квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Получение оценки погрешности для формулы трапеций и Симпсона. ОПК-2
15. Уточнение формул численного интегрирования при помощи поправки Рунге-Кутты и принцип Рунге. Квадратурные формулы Чебышева и Гаусса. УК-1
16. Метод наименьших квадратов (МНК). Многочлен наилучшего среднеквадратичного приближения. Алгоритм построения системы ортогональных многочленов. ОПК-2
17. Постановка начальной задачи для ОДУ. Четыре модификации метода Эйлера. Теорема о сходимости метода Эйлера. ОПК-1
18. Теорема о связи аппроксимации, устойчивости и сходимости. Получение формулы для метода Рунге-Кутты второго порядка. Методы семейства Рунге-Кутты. Пошаговый контроль точности. Метод Рунге-Мерсона. УК-1
19. Постановка начальной задачи для ОДУ. Многошаговые методы ОПК-2  
Адамса-Башфорта и Адамса-Моултона. Их совместное использование. Контроль точности вычислений. УК-1
20. Постановка начальной задачи для ОДУ. Многошаговый метод Милна. Контроль точности вычислений. ОПК-2
21. Численное решение ОДУ высших порядков. Методы Адамса-Штёрмера. ОПК-1

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.**

**ПРИМЕРЫ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ.**

1. Метод Монте – Карло. Применение метода для решения СЛАУ. ОПК-1
2. Метод Монте – Карло. Применение метода для численного решения ДУ с частными производными и вычисления кратных интегралов. УК-1
3. Применение многосеточных методов при численном решении ДУ с частными производными. ОПК-2
4. Методы вычисления на квазиравномерных сетках. УК-1
5. Многочлен наилучшего равномерного приближения. Его существование и единственность. Алгоритмы Валле – Пуссена и Ремеза для приближённого построения МНРП. ОПК-2
6. Применение сплайнов на примере сглаживающих сплайнов и сплайнов аппроксимирующих поверхности. ОПК-1
7. Применение метода конечных элементов при решении ДУ с частными производными. УК-1
8. Применение метода граничных элементов при решении ДУ с частными производными. ОПК-2
9. Методы суммирования медленно сходящихся рядов. ОПК-1
10. Методы исследования различных типов устойчивости для ОДУ и систем ОДУ обладающих жёсткостью. ОПК-1
11. Сингулярное разложение матриц и его применения. УК-1
12. Вариационные методы численного решения ДУ с частными производными. ОПК-2
13. Тригонометрическая интерполяция. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. ОПК-1
14. Вейвлеты и их применение. УК-1
15. Численное решение уравнений переноса. ОПК-1
16. Кубатурные формулы. Оптимизация распределения узлов в кубатурных формулах. УК-1
17. Бифуркации решений нелинейных уравнений с параметрами. ОПК-2
18. Типы суперкомпьютеров и их архитектура. Задачи, решаемые при помощи суперкомпьютеров. Параллельные алгоритмы (примеры). ОПК-1

Методические рекомендации и указания по написанию курсовой работы по численным методам для групп БПМ

Тема курсовой работа по численным методам выдаётся в начале пятого семестра. Работа выполняется в течение семестра.

- 1) Половина семестра отводится для подбора литературы, изучения теории необходимой для выполнения работы и формулировки задачи, которую студент будет во 2-ой половине семестра.
- 2) Подбор литературы осуществляется студентом самостоятельно. При этом студент обязан согласовать с преподавателем, найденную литературу и объём выполняемой работы. При необходимости преподаватель рекомендует дополнительную литературу. Число литературных источников должно быть не менее двух и не более семи, из них минимум половина должна быть издана в последние десять лет.
- 3) Выполнение курсовой работы завершается защитой на дифференцированном зачёте в конце семестра. На зачёте студент предоставляет на кафедру отчёт, делает десятиминутный доклад и пятиминутную демонстрацию компьютерного решения задачи. После этого преподаватель задаёт вопросы для принятия окончательного решения об оценке.
- 4) Отчёт должен в обязательном порядке содержать: титульный лист, теоретическую часть со ссылками на список литературы, математическую постановку задачи, алгоритм решения задачи, программный код, реализующий этот алгоритм, экранные формы, при помощи которых осуществляется ввод исходных данных и вывод результатов, список литературы, оглавление. Страницы отчёта должны быть пронумерованы. Отчёт остаётся на кафедре.
- 5) При выставлении оценки учитываются: качество оформления отчёта и стиль изложения доклада (0-4), уровень самостоятельности и заинтересованности студента (0-3), уровень понимания теории и алгоритма решения (0-9), качество программной реализации (0-7).

БАЛЛЫ ОЦЕНКА

20 – 23 5

16 – 19 4

12 - 15 3



### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

1. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом редукции. ОПК-1
2. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом пристрелки. ОПК-2, УК-1
3. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом конечных разностей. ОПК-2
4. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом дифференциальной прогонки. ОПК-1, ОПК-2
5. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом коллокаций. ОПК-1, УК-1
6. Постановка двухточечной краевой задачи для ОДУ. Её решение методом Галёркина. ОПК-2
7. ДУ с ЧП параболического типа. Порядок аппроксимации. Явные и неявные разностные схемы. Условие устойчивости для двухслойных разностных схем (принцип максимума для параболических уравнений). УК-1
8. ДУ с ЧП параболического типа. Разностные схемы расщепления. Необходимое спектральное условие устойчивости Неймана. ОПК-2
9. ДУ с ЧП параболического типа. Решение смешанной граничной задачи. Принцип замороженных коэффициентов. ОПК-1, УК-1
10. ДУ с ЧП эллиптического типа. Схема на основе пятиточечного трёхслойного шаблона. Аппроксимация граничных условий. ОПК-1, ОПК-2
11. ДУ с ЧП эллиптического типа. Схема на основе девятиточечного трёхслойного шаблона. Условие устойчивости и корректности разностной схемы (принцип максимума для эллиптических уравнений). ОПК-1, УК-1
12. Явная и неявная разностные схемы для эволюционной задачи с двумя пространственными переменными. Оценки эффективности вычислительных процедур. Условия устойчивости по Нейману. ОПК-1, УК-1
13. Метод переменных направлений. Оценка эффективности вычислительной процедуры. Вычислительная устойчивость, устойчивость по Нейману и порядок аппроксимации разностной схемы МНП. ОПК-1
14. ДУ с ЧП гиперболического типа. Разностные схемы для задачи Коши и смешанной задачи. Условие устойчивости по Нейману. ОПК-1, УК-1
15. Метод прямых. Проективный подход. Пример для случаев одной и двух прямых. ОПК-1, УК-1
16. Метод прямых. Конечно-разностный подход. Пример для случаев одной и двух прямых. ОПК-1, ОПК-2
17. Метод Рунге. ОПК-1, УК-1

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

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является экзамен

4.4. Система оценивания результатов обучения по дисциплине для промежуточной аттестации

Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования.

Оценка качества подготовки обучающихся проводится с целью оценки уровня освоения обучающимися дисциплины и оценки сформированности компетенций.

Каждая компетенция формируется одной или несколькими дисциплинами, практиками. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП связаны с семестром изучения дисциплины /прохождения практики. Каждый этап формирования компетенции характеризуется определенными знаниями, умениями и навыками и (или) опытом профессиональной деятельности, которые оцениваются в процессе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине (практике) и в процессе государственной итоговой аттестации. Уровнями сформированности компетенций являются:

- Недостаточный (неудовлетворительно);
- Пороговый (удовлетворительно);
- Продвинутый (хорошо);
- Высокий (отлично).

Для определения уровня сформированности компетенций используются следующие критерии:

Уровень сформированности компетенции  
Недостаточный

(компетенция не сформирована)	Пороговый
(компетенция сформирована)	Продвинутый
(компетенция сформирована)	Высокий
(компетенция сформирована)	

сформирована)				
«Не зачтено»	«Зачтено»			
«Неудовлетворитель-но»	«Удовлетворитель-но»	«Хорошо»	«Отлично»	
Описание критериев оценивания				
Обучающийся демонстрирует:				
- существенные пробелы в знаниях учебного материала;				
- принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;				
- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета;				
- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;				
- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкая степень контактности.				
				Обучающийся демонстрирует:
- знания теоретического материала;				
- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;				
- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;				
- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины				
Обучающийся демонстрирует:				
- знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;				
- твердые знания теоретического материала;				
- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;				
- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;				
- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины. Возможны незначительные неточности в раскрытии отдельных положений и вопросов билета, присутствует неуверенность в ответах на дополнительные вопросы.				
Обучающийся демонстрирует:				
- глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;				
- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;				
- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;				
- логически последовательные, одержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора;				
- наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемому вопросу;				
- свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы				

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Вержицкий В. М.	Основы численных методов: учебник для вузов спец. - Прикладная математика	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 2005
Л2.2	Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М.	Численные методы: учеб. пособие для студ. физико-мат. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: БИНОМ, 2004
Л2.3	Киреев В. И., Пантелеев А. В.	Численные методы в примерах и задачах: учеб. пособие для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Высш. шк., 2004
Л2.4	Светозарова Г. И., Бесфамильный М. С., Кудрявцев Ю. А.	Информатика: Разд.: Основы программирования на языке Турбо-Бейсик и численные методы: лаб. практикум для студ. всех спец.	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996
Л2.5	Андреева О. В., Бесфамильный М. С., Ремизова О. И.	Информатика. Численные методы (N 3378): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Численные методы а) электронные образовательные ресурсы (ЭОР): – <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a> – <a href="http://lib.misis.ru/links.html">http://lib.misis.ru/links.html</a> б) электронно-библиотечные системы (ЭБС): <a href="http://lib.misis.ru/elbib.html">http://lib.misis.ru/elbib.html</a> - Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС <a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: <a href="http://www.biblioclub.ru">www.biblioclub.ru</a>	
----	---	--

### 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	ESET NOD32 Antivirus
П.3	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.4	Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language
П.5	Microsoft Office
П.6	MS Teams

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
И.2	ПО ESET NOD32 Antivirus Business Edition renewal до 19.06.20
И.3	ПО Kaspersky Endpoint Security
И.4	Win Pro 10 32-bit/64-bit AIIIg PK Lic Online DwnLd NR
И.5	ПО Creative Cloud for teams All Apps Multiple Platforms Multi European Language
И.6	MS Office
И.7	LMS Canvas Система управления обучением с открытым исходным кодом
И.8	MS Teams
И.9	Python
И.10	AnyLogic <a href="https://www.anylogic.ru/downloads/">https://www.anylogic.ru/downloads/</a>
И.11	Statistica Base Windows v6
И.12	Microsoft Word
И.13	Microsoft Excel
И.14	Microsoft PowerPoint

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Б-902	Учебная аудитория:	12 стационарных компьютеров (2 x core i5-3470 8gb RAM, 10 x ryzen5 2400g 32gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, комплект учебной мебели
Б-904а	Учебная аудитория:	20 стационарных компьютеров (core i5-3470 8gb RAM), пакет лицензионных программ MS Office, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный, экран, колонки, комплект учебной мебели
Б-907	Учебная аудитория:	1 стационарный компьютер, пакет лицензионных программ MS Office, комплект учебной мебели на 42 посадочных места, демонстрационное оборудование: доска, проектор мультимедийный x 2, экран x 2, колонки
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Все материалы по дисциплине (лекции, задания на лабораторные и курсовые работы, методические указания, справочный материал и т.д.) в электронной форме размещаются в электронной системе обучения НИТУ «МИСиС» LMS Canvas, где преподавателем создается одноименный курс, на который должен "подписаться" (зарегистрироваться) каждый учащийся. Преподаватель по мере прохождения курса размещает весь необходимый для учащихся материал по предмету в разделах курса, соответствующих рабочей программе дисциплины.

Система Canvas является основным каналом организации взаимодействия между преподавателем и учащимися в часы неаудиторных занятий. Это означает, что весь процесс общения между преподавателем и учащимися не во время аудиторных занятий по данной учебной дисциплине осуществляется только через LMS Canvas. Учащийся обязан постоянно (не менее одного раза в стуки) проверять состояние курса в LMS Canvas, на предмет ознакомления объявлений, получения размещенных преподавателем нового учебного, методического, технического и иного характера. Доступ к этим материалам по логину и паролю для всех студентов предоставляется круглосуточно.

Учебный материал по дисциплине «Численные методы» рассматривается на лекциях и подкрепляется самостоятельным изучением основной и дополнительной литературы. Содержание учебной дисциплины распределено между лекциями (в форме электронных презентаций), лабораторными работами и курсовой работой. Задания на лабораторную и курсовую работу содержатся в электронной библиотеке кафедры и предоставляются учащимся (как правило в электронной форме) в порядке прохождения учебного плана и в соответствии рабочей программой дисциплины.

Усвоение учебного материала должно достигаться через глубокое понимание, а не формальное запоминание. Вопросы, которые возникают при изучении литературы, материалов электронных ресурсов и лекционного материала, необходимо обсуждать с лектором на регулярных консультациях.

В овладении предметом большую роль играет самостоятельное выполнение лабораторных работ и курсовой работы.

Лекции читаются в аудиториях с мультимедийным оборудованием с использованием электронных презентаций, представляющих собой опорный иллюстрированный конспект по соответствующей теме. Кроме лекционных материалов преподаватель может рекомендовать к изучению материалы, которые учащийся самостоятельно может получить из перечня профессиональных баз данных и информационных справочных систем (см. соотв. раздел).

Лабораторные работы (ЛР) проводятся в специализированных классах (лабораториях) кафедры инженерной кибернетики. По каждой ЛР проводится защита работы, в ходе которой учащийся демонстрирует полученные результаты, как-то: работоспособность, полноту и качество реализованной функциональности созданного им программного обеспечения; полноту и качество созданной информационной модели знаний по конкретной предметной области, реализованной с использованием научно-практического инструментария заданного класса.

Каждая ЛР оценивается по шкале: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

По каждой ЛР учащийся готовит индивидуальный отчет, в котором в установленной форме описывает поставленную задачу, ход её решения, полученные результаты, их особенности и выводы по работе. Если не оговорено особо, то отчет по ЛР сдается преподавателю в электронной форме.

Курсовая работа. представляет собой один из основных инструментов закрепления и проверки освоения учащимся соответствующих компетенций

Основное направление (тема) курсовой работы - «Разработка отдельных классов численных методов и анализ их свойств для решения современных вычислительных задач».

Конкретные предметная область, решаемая задача и программно-технологические параметры курсовой работы для

каждого учащегося определяются индивидуально в диалоге учащегося и преподавателя.

Для выполнения курсовой работы учащийся согласовывает с преподавателем конкретную тему задания, основные требования к планируемому результату, его вид и форму. В течение семестра учащийся обязан демонстрировать ход текущего выполнения курсовой работы преподавателю.

Полученные результаты курсовой работы подготавливаются учащимся для их защиты в соответствии с установленными требованиями в виде следующих отчетных материалов:

– отчет по курсовой работе, оформленный в соответствии с заданными требованиями (формат файла - "\*.doc"; "\*.docx" (Microsoft Word) либо "\*.pdf");

– электронная презентация, содержащая сведения об основных этапах и результатах выполненной курсовой работы.

По курсовой работе учащийся готовит индивидуальный отчет, в котором в установленной форме описывает поставленную задачу, ход её решения, полученные результаты, их особенности и выводы по работе. Если не оговорено особо, то отчет сдается преподавателю в электронной форме. Непосредственные материалы, содержащие задание на курсовую работу, методические указания и справочную информацию хранятся в электронной библиотеке кафедры и предоставляются учащимся в соответствующий момент учебного процесса. Формы отчетов для лабораторных и курсовых работ унифицированы и максимально согласованы с требованиями по оформлению выпускных квалификационных работ.

Для получения итоговой оценки за экзамен учащийся обязан выполнить все заданные лабораторные работы и написать на положительную оценку контрольную работу. В случае, если хотя бы по одному из указанных мероприятий учащийся имеет неудовлетворительную оценку, то учащийся не может быть допущен до экзамена до тех пор, пока имеющаяся задолженность не будет закрыта.

Контрольная работа проводится в часы лабораторных работ на предпоследней неделе семестра. Она оценивается по шкале: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно». Повторное переписывание контрольной работы допускается только в случае получения учащимся оценки «неудовлетворительно». Для подготовки к контрольным мероприятиям студенту выдается перечень тем, по материалу которых будет контрольное мероприятие. В основном тематика контрольных работ охватывает содержание лекционной части курса. Подготовка к контрольной работе студента возможна как при консультациях в электронной системе обучения МИСиС Canvas, так и при очных консультациях с преподавателем.

**Самостоятельная работа.**

Самостоятельная работа обучающихся является формой организации образовательного процесса по дисциплине, стимулирующей активность, самостоятельность и познавательный интерес студентов. Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубленное изучение тем дисциплины и предполагает изучение основных и дополнительных источников учебной и научной литературы, выполнение курсовой работы, подготовку отчетов и подготовку к контрольной работе.