

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 13.09.2023 12:49:46

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)

# Методы математического моделирования

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

51

курсовая работа 1

самостоятельная работа

57

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дфмн, профессор , Панина Лариса Владимировна*

Рабочая программа

**Методы математического моделирования**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-23-1.plx Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра технологии материалов электроники**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Костишин Владимир Григорьевич

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины Методы математического моделирования является подготовка выпускников к инженерной и научно-исследовательской деятельности в области анализа и моделирования микро и нано систем для электроники. Это включает способность разрабатывать на основе современных программных продуктов эффективные алгоритмы решения задач по созданию многокомпонентных структур современной наноэлектроники. Наука является общеинженерной. Поможет решить ряд инженерных задач широкого круга.
-----	--

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Высоковакуумное оборудование в технологии нано- и микросистем	
2.2.2	Компьютерные технологии в научных исследованиях	
2.2.3	Магнитные материалы для микро- и наносистем	
2.2.4	Мессбауэровская спектроскопия материалов магнитоэлектроники и микросистемной техники	
2.2.5	Метрология, стандартизация и сертификация наноструктур	
2.2.6	Микропроцессорные и микроконтроллерные системы. Часть 2	
2.2.7	Научно-исследовательская практика	
2.2.8	Специальные вопросы физики магнитных явлений в конденсированных средах. Часть 2	
2.2.9	Материалы и элементы спинтроники и спинволновой электроники	
2.2.10	Металлуглеродные композиционные наноматериалы	
2.2.11	Методы синтеза углеродных наноматериалов	
2.2.12	Молекулярно-пучковая и МОС-гидридная технологии	
2.2.13	Приборы и устройства магнитоэлектроники	
2.2.14	Процессы получения наночастиц и наноматериалов	
2.2.15	Электреты, мультиферроики, магнитоэлектрические явления	
2.2.16	Элионная технология в микро- и наноиндустрии	
2.2.17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.18	Преддипломная практика	

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ОПК-4:</b> Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области
<b>Знать:</b>
ОПК-4-31 математический аппарат физики твердого тела
<b>ОПК-5:</b> Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 классификацию электронных компонент и принципы действия приборов, устройств наноэлектроники
ОПК-5-32 методологические основы и принципы современной науки
<b>УК-1:</b> Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
<b>Знать:</b>
УК-1-31 тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники

<b>ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У3 осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы
ОПК-5-У1 применять математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии
ОПК-5-У2 выбирать методики и средства моделирования технологических процессов
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У2 проводить анализ и определять причины отклонения параметров
<b>ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 анализировать результаты моделирования и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования
<b>ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В2 методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области
ОПК-5-В1 практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования

#### 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. Основы численных методов</b>							
1.1	Обзор численных методов /Лек/	1	5	УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.3Л2.1 Л2.3	Лекции доступны в системе CANVAS Дополнительная литература (из каталога МИСИС)	КМ1	

1.2	Разработка программного кода, включающего исследование устойчивости и скорости сходимости. Численные методы решения нелинейных уравнений. Создание программы на С (или матлаб) и исследование сходимости. /Пр/	1	5	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л2.3	Занятие проводится в компьютерном классе		Р2
1.3	Методы интерполяции. Разработка программного кода для анализа экспериментальных данных. /Пр/	1	5	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.1			Р3
1.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям /Ср/	1	10	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.1 Л1.3Л2.1			Р2
<b>Раздел 2. Дизайн и моделирование наномагнитных частиц и композитов</b>								
2.1	Моделирование магнитных свойств магнитных наночастиц: размер однодоменности, динамика во вращающемся поле. /Лек/	1	4	УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.2 Л1.3	Лекции доступны в системе CANVAS	КМ1	
2.2	Моделирование эффективной магнитной проницаемости нанокompозита /Пр/	1	4	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л2.2 Э1	Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		Р4
2.3	Моделирование движения наночастицы во вращающемся поле /Пр/	1	5	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2	Занятия проводятся в компьютерном классе. Желательно выполнять задание на личном ноутбуке		Р5
2.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, подготовка курсовой работы /Ср/	1	15	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1	Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		Р1,Р2

	<b>Раздел 3. Транспорт и методы детектирования наночастиц</b>							
3.1	Методы детектирования наночастиц. Математическое обоснование магнитной томографии, основанной на нелинейной намагниченности. /Лек/	1	5	УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.4Л2.2 Л2.5	Лекции доступны в системе CANVAS	КМ1	
3.2	Анализ методов детектирования наночастиц /Пр/	1	5	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л2.4			Р6
3.3	Анализ Фурье-спектра сигнала напряжения генерируемого при перемагничивании суперпарамагнитной частицы /Пр/	1	3	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л2.2 Л2.5	Занятия проводятся в компьютерном классе. Желательно выполнять задание на личном ноутбуке		Р7
3.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям, подготовка курсовой работы /Ср/	1	17	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3Л2.2 Л2.5			Р1,Р2
	<b>Раздел 4. Дизайн и моделирование полупроводниковых гетерокомпозиций</b>							
4.1	Многослойные р-п контакты, моделирование эффективности солнечных элементов. /Лек/	1	3	УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-5-31 ОПК-5-32	Л1.2 Л1.5Л2.1	Лекции доступны в системе CANVAS	КМ1	
4.2	Анализ многослойных р-п контактов, расчет параметров переходных слоев /Пр/	1	3	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.5			Р8
4.3	Моделирование вольт-амперных характеристик солнечных батарей, анализ эффективности. /Пр/	1	4	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-У1 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.2 Л1.5	Занятия проводятся в компьютерном классе. Желательно выполнять задание на личном ноутбуке		Р9

4.4	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям и защите курсовой работы /Ср/	1	15	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-5-31 ОПК-5-32 ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ОПК-5-У3 ОПК-5-В1 ОПК-5-В2	Л1.3 Л1.5Л2.1			P1,P2
-----	---	---	----	---	------------------	--	--	-------

### 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	Экзамен	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-32;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2	Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины.

#### 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	Курсовая работа	ОПК-5-31;ОПК-5-32;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-31;ОПК-4-У1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2	Численные методы дифференцирования и интегрирования. Разработка программного кода, включающего исследование устойчивости и скорости сходимости.
P2	ПР1	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Разработка программного кода, включающего исследование устойчивости и скорости сходимости. Численные методы решения нелинейных уравнений. Создание программы на С (или матлаб) и исследование сходимости.
P3	ЛР1	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Методы интерполяции. Разработка программного кода для анализа экспериментальных данных
P4	ПР2	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ОПК-5-У3;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Моделирование эффективной магнитной проницаемости нанокompозита
P5	ЛР2	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ОПК-5-У3;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Моделирование движения наночастицы во вращающемся поле
P6	ПР3	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Анализ методов детектирования наночастиц

P7	ЛР3	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Анализ Фурье-спектра сигнала напряжения генерируемого при перемагничивании суперпарамагнитной частицы
P8	ЛР4	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Анализ многослойных р-п контактов, расчет параметров переходных слоев
P9	ЛР4	ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-У3;ОПК-5-В1;ОПК-5-В2;ОПК-4-У1;УК-1-У1;УК-1-У2	Моделирование вольт-амперных характеристик солнечных батарей, анализ эффективности.

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

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и одной задачи. Задачи являются типовыми и подобные обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Экзамен сдается устно. Билеты хранятся на кафедре. Для допуска к экзамену необходимо выполнение курсовой работы, также защита практической работы.

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

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:  
«отлично» – студент показывает глубокие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала;  
«хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;  
«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;  
«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Ананьев В. А.	Анализ экспериментальных данных: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009
Л1.2	Костюкова Н. И.	Основы математического моделирования	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008
Л1.3	Пименов В. Г., Ложников А. Б.	Численные методы: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л1.4	Розин К. М., Закутайлов К. В.	Моделирование физических и технологических процессов: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2009
Л1.5	Сушков В. П., Кузнецов Г. Д., Рабинович О. И.	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Калиткин Н. Н., Самарский А. А.	Численные методы	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1978



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.2	Вонсовский С. В.	Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971
Л2.3	Целых А. Н., Васильев В., Котов Э. М.	Анализ устойчивости вычислительных схем: учебное пособие по курсу «Численные методы»: учебное пособие	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018
Л2.4	Рыжонков Д. И., Лёвина В. В., Дзидзигури Э. Л.	Наноматериалы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2017
Л2.5	Сёмина Г. М., Данченков И. В.	Высшая математика. Ряды Фурье. Преобразование Фурье (N 2975): практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

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

Э1	Nicola A. Spaldin. Magnetic Materials. Fundamentals and Applications [Book]. – Cambridge University Press, 2010. – 213 p. – Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". — URL: <a href="https://doi.org/10.1017/CBO9780511781599">https://doi.org/10.1017/CBO9780511781599</a>	<a href="https://www.cambridge.org/core/books/magnetic-materials/4C8C2C5DF32C9E8D528E1E8D26381C1F">https://www.cambridge.org/core/books/magnetic-materials/4C8C2C5DF32C9E8D528E1E8D26381C1F</a>
----	--	---

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Visual Studio 2015
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MATLAB

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

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ( <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> )
И.2	Springerlink ( <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a> )
И.3	Web of Science (WOS) ( <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a> )
И.4	Scopus ( <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a> )
И.5	Elsevier ( <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a> )
И.6	Электронный курс на платформе LMS CANVAS

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
К-427	Учебная аудитория	стационарные компьютеры 6 шт., 4 ноутбука, пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели 25 посадочных мест
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

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные

вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Расчетно-графические работы выполняются с помощью пакета прикладных программ. Лабораторные работы проводятся с широким использованием компьютерных программ, как для выполнения, так и для оформления работы.

Рекомендуется при освоении раздела "Основы численных методов" дополнительно ознакомиться со следующей литературой:

1. Irons, B. Numerical Methods in Engineering and Applied Science: Numbers are Fun. - Ellis Horwood Ltd., 1987 г

Преподавателю рекомендуется использовать следующие формы:

- выполнение домашних заданий разнообразного характера. Это – разработка алгоритмов, подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет;
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы.

Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы.

Консультации должны проводиться в т.ч. с использованием интернет-технологий ( Skype, ZOOM)