

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.04.2023 15:37:04

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)

Methods of mathematical modeling / Методы математического моделирования

Закреплена за подразделением

Кафедра технологии материалов электроники

Направление подготовки

28.04.01 НАНОТЕХНОЛОГИИ И МИКРОСИСТЕМНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии,
материалы микро- и наносистемной техники

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

32

курсовая работа 3

самостоятельная работа

112

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	Неделя 20			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	112	112	112	112
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

дфмн, профессор, Панина Лариса Владимировна

Рабочая программа

Methods of mathematical modeling / 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 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, 28.04.01-МНТМ-22-2А.plx Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, Nanotechnology and Materials for Micro- and Nanosystems/Нанотехнологии, материалы микро- и наносистемной техники, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

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 является подготовка выпускников к инженерной и научно-исследовательской деятельности в области анализа и моделирования микро- и наносистем 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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Foreign Language (English / Russian) / Иностранный язык (Английский / Русский)	
2.1.2	Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems/Современные методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем	
2.1.3	Photovoltaic materials / Материалы фотовольтаики	
2.1.4	Physics & Engineering of magnetic nanomaterials, micro- and nanosystems / Физика и инженерия магнитных материалов, микро- и наносистем	
2.1.5	Research practice/Научно-исследовательская практика	
2.1.6	Synthesis of nanomaterials and heterostructures / Методы синтеза наноматериалов и гетероструктур	
2.1.7	Technology and Materials of Quantum Electronics / Технологии и материалы квантовой электроники	
2.1.8	Innovative IT: Trends and Perspectives / Инновационные информационные технологии: тренды и перспективы	
2.1.9	Management of Quality / Менеджмент качества	
2.1.10	Metal-carbon nanocomposites/Металлугле-родные композиционные наноматериалы	
2.1.11	Project Management / Управление проектами	
2.1.12	Spintronics materials and devices / Материалы и элементы спинтроники	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-32 Методы физико-технологического моделирования	
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	
Знать:	
ОПК-4-32 принципы действия приборов и устройств наноэлектроники	
ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство	
Знать:	
ПК-1-31 Технический английский язык	
ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов	
Знать:	
ОПК-5-31 классификацию электронных компонент	
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	
Знать:	
ОПК-4-31 математический аппарат физики твердого тела	

ПК-2: Способен оптимизировать параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-32 Методы физико-технологического моделирования процессов и изделий нанoeлектроники
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
Знать:
УК-1-31 методологические основы и принципы современной науки
ПК-2: Способен оптимизировать параметры технологических операций
Знать:
ПК-2-31 Технический английский язык
ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Уметь:
ПК-1-У1 анализировать результаты моделирования и готовить рекомендации по экспериментальной отработке технологических режимов
ПК-2: Способен оптимизировать параметры технологических операций
Уметь:
ПК-2-У1 проводить анализ и определять причины отклонения параметров
ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов
Уметь:
ОПК-5-У2 осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы
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
Уметь:
УК-1-У1 выбирать методики и средства моделирования технологических процессов
ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов
Уметь:
ОПК-5-У1 адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования
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
Уметь:
ОПК-4-У1 применять математический аппарат и численные методы для моделирования физико-химических процессов и явлений, лежащих в основе нанотехнологии
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
Владеть:
УК-1-В1 логическим творческим и системным мышлением при изучении физических явлений в изделиях электроники и микроэлектроники
ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования, разработки и проектирования объектов, систем и процессов
Владеть:

ОПК-5-В1 практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования
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
Владеть:
УК-1-В2 использованием литературных данных для построения моделей приборов электронной техники и технологий их изготовления
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
Владеть:
ОПК-4-В1 методами расчета параметров и основных характеристик моделей, используемых в предметной области
ПК-1: Способен разрабатывать технологические процессы и внедрение их в производство
Владеть:
ПК-1-В1 расчет режимов технологического процесса для конкретной технологии

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. Basics of numerical methods (Основы численных методов)							
1.1	Review of numerical methods (Обзор численных методов) /Лек/	3	4	ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.3Л2.1 Л2.3	Лекции доступны в системе CANVAS Дополнительная литература (из каталога МИСИС)	КМ1	
1.2	Development of a program code in C or MATLAB, including investigation of stability and convergence. Solving non-linear eqs. (Разработка программного кода, включающего исследование устойчивости и скорости сходимости. Численные методы решения нелинейных уравнений. Создание программы на C или MATLAB) и исследование сходимости). /Пр/	3	4	ОПК-5-В1 ПК-2-У1	Л1.3Л2.1 Л2.3	Занятие проводится в компьютерном классе Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		Р3
1.3	Preparation for practical session and homework (Подготовка к практическим занятиям и выполнение домашней работы) /Ср/	3	20	ОПК-5-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-1-31 ПК-1-32	Л1.1 Л1.3Л2.1	Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		

	Раздел 2. Modeling magnetic properties of composites and nanoparticle with numerical methods introduced in part 1 (Дизайн и моделирование наномагнитных частиц и композитов)							
2.1	Modelling magnetic properties of magnetic nanoparticles, size of single domain particle, dynamics in rotating magnetic field (Моделирование свойств магнитных наночастиц: размер однодоменности, динамика во вращающемся поле) /Лек/	3	4	ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-1-31 ПК-1-32 УК-1-31 ОПК-4-31 ОПК-4-32	Л1.2 Л1.3	Лекции доступны в системе CANVAS	КМ1	
2.2	Effective permeability and permittivity in mean- field approximation (Моделирование эффективной магнитной проницаемости нанокompозита) /Пр/	3	4	ОПК-5-У1	Л2.2 Э1	Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		Р3
2.3	Preparation for practical session, homework and course work (Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашней работы и подготовка курсовой работы) /Ср/	3	30	ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1	Дополнительная литература (из каталога МИСИС)		
	Раздел 3. Transport of magnetic nanoparticles and methods of their detection (Транспорт и методы детектирования наночастиц)							
3.1	Detection of magnetic nanoparticles using non-linear magnetization. Mathematical justification of magnetic tomography based on non-linear magnetization (Методы детектирования наночастиц. Математическое обоснование магнитной томографии, основанной на нелинейной намагниченности.) /Лек/	3	5	ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31	Л1.4Л2.2Л3.2 Э2	Лекции доступны в системе CANVAS Дополнительная литература	КМ1	
3.2	Analyzing the methods of magnetic nanoparticle detection (Анализ методов детектирования наночастиц) /Пр/	3	5	ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-2-У1 ПК-1-В1	Л2.4 Э2	Дополнительная литература		
3.3	Preparation for practical session, homework and course work (Подготовка к практическим занятиям, выполнение домашней работы и подготовка курсовой работы) /Ср/	3	30	ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.2Л3.2 Э2	Дополнительная литература		

	Раздел 4. Modeling semiconductor heterostructures (Дизайн и моделирование полупроводниковых гетерокомпозиций)							
4.1	Properties of p-n junctions (depletion area, blocking potential, dark p-n current), modelling the solar cell efficiency (Многослойные p-n контакты, моделирование эффективности солнечных элементов) /Лек/	3	3	ОПК-5-31 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-1-31	Л1.2Л2.1Л3.1 Э3	Лекции доступны в системе CANVAS Дополнительная литература	КМ1	
4.2	Multilayer p-n junctions, calculation of the parameters of transient layers. □ Solar cells. Modeling the V-J characteristics and efficiency of realistic solar cells. (Анализ многослойных p-n контактов, расчет параметров переходных слоев, моделирование солнечных элементов) /Пр/	3	3	ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-2-У1	Л2.5Л3.1 Э3	Дополнительная литература		
4.3	Preparation for practical session and course work defense (Подготовка к практическим занятиям и защите курсовой работы) /Ср/	3	32	ОПК-5-У1 ОПК-5-У2 ПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-1-В1	Л1.3Л2.1Л3.1 Э3	Дополнительная литература		

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	ПК-2-32;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ПК-1-У1;ПК-1-32;ПК-2-У1;ОПК-5-31;ОПК-4-31;ОПК-4-32;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;УК-1-В2;ПК-1-31;ПК-1-В1;ПК-2-31	Например - Математическая дисциплина, изучающая экстремумы линейных и нелинейных функций многих переменных при наличии системы ограничений. - Методы математического моделирования? Математическая дисциплина, изучающая экстремумы линейных и нелинейных функций многих переменных при наличии системы ограничений. - Исследование операций? Математическая дисциплина, изучающая экстремумы линейных и нелинейных функций многих переменных при наличии системы ограничений. - Моделирование в экономике? Пример билета - (смотри приложения)

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-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-32	написать программу на языке программирования C++, решающую поставленную задачу
P2	ЛР1	ОПК-5-У1;ОПК-5-31;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ПК-1-31	Методы интерполяции. Разработка программного кода для анализа экспериментальных данных.

P3	ЛР2	ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-У2;ОПК-5-В1;ПК-1-31	Численные методы решения нелинейных уравнений. Создание программы на С (или матлаб) и исследование сходимости Моделирование эффективных параметров нанокompозита
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.			
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)			
Для допуска к экзамену необходимо выполнение и успешная защита курсовой работы в установленные сроки.			
Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине в ходе сдачи экзамена 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.			
Окончательная оценка формируется следующим образом:			
Class participation (посещаемость занятий) - 5%			
Homework assignments (домашние задания) - 20%			
CW (курсовая работа) - 25%			
Final exam (экзамен) - 50%			

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

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
Л2.2	Вонсовский С. В.	Магнетизм: магнитные свойства диа-, пара-, ферро-, антиферро-, и ферримагнетиков: монография	Электронная библиотека	Москва: Наука, 1971

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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	Мурашев В. Н., Леготин С. А., Корольченко А. С., Орлова М. Н.	Физика фотопреобразователей: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Сушков В. П., Кузнецов Г. Д., Рабинович О. И.	Микроэлектроника. Компьютерное моделирование параметров полупроводниковых компонентов микроэлектроники: учеб.- метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2005
Л3.2	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: https://doi.org/10.1017/CBO9780511781599	https://www.cambridge.org/core/books/magnetic-materials/4C8C2C5DF32C9E8D528E1E8D26381C1F
Э2	Gubin P. Magnetic nanoparticles [Book]. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2009. – 466 p. – Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". — URL: DOI:10.1002/9783527627561	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527627561
Э3	Joachim Piprek. Optoelectronic Devices: Advanced simulation and analysis [Book]. – Springer Science+Business Media, 2005. – 452 p. – Режим доступа: Открытый доступ с ID-адресов НИТУ "МИСиС". — URL: https://doi.org/10.1007/b138826	https://link.springer.com/book/10.1007/b138826#toc

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 (http://elibrary.ru/)
И.2	Springerlink (https://link.springer.com/)
И.3	Web of Science (WOS) (https://apps.webofknowledge.com)
И.4	Scopus (https://www.scopus.com/)
И.5	Elsevier (https://www.sciencedirect.com/)
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
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

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. Домашние и курсовая работы выполняются с помощью пакета прикладных программ.

Рекомендуется дополнительно при освоении разделов "Basics of numerical methods", "Modeling semiconductor heterostructures" ознакомиться со следующей литературой:

1. Irons, B. Numerical Methods in Engineering and Applied Science: Numbers are Fun. - Ellis Horwood Ltd., 1987 г.
2. F.S. Acton. Numerical methods that work. - Mathematical Association of America, 1999.
3. I.M. Dharmadasa. Advances in thin-film solar cells. - Stanford publishing Ltd, 2013

Преподавателю рекомендуется использовать следующие формы текущего контроля знаний студентов:

- домашние задания разнообразного характера. В рамках выполнения студент разрабатывает алгоритмы, 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)