

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики



(Турищев С.Ю.)

22.05.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.11 Методы математического моделирования

код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки: *28.04.02 Наноинженерия*
2. Профиль подготовки/специализации: *Физическая нанодиагностика и синхротронные технологии*
3. Квалификация (степень) выпускника: *магистр*
4. Форма образования: *очная*
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *кафедра общей физики*
6. Составители программы: *Меремьянин Алексей Васильевич*
к.ф.-м.н., доцент
7. Рекомендована: *НМС физического факультета протокол №5 от 22.05.2024*
8. Учебный год: *2025-2026* Семестр: *2*

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

формирование у обучающихся знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для использования математического аппарата при освоении теоретических основ и практическом использовании физических методов в инженерной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- расширить представления о возможностях математического моделирования, классификации математических моделей и области их применения;
- рассмотреть функциональную схему математического моделирования;
- изучение методов численного анализа; методов синтеза и исследования моделей;
- познакомить обучающихся с требованиями к программным комплексам для математического моделирования;
- овладеть навыками использования математического аппарата для решения физических и технических задач;
- овладеть навыками построения математических моделей, определяющих научную, практическую и экономическую эффективность решения различных задач по производству изделий наноинженерии;
- овладеть навыками практической работы с программными пакетами математического моделирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП: Учебная дисциплина «Методы математического моделирования» относится к обязательной части блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области наноинженерии и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	ОПК-1.1	Умеет ставить цели и формулировать задачи, связанные с организацией профессиональной деятельности и научных исследований; анализировать результаты исследований, включая построение математических моделей объекта исследований	Знать: - современные методы научного анализа, проведения исследований и представления результатов исследований; - способы формулирования задач исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования Уметь: - применять современные методы научного анализа, проведения исследований и представления результатов исследований; - использовать современные компьютерные технологии для решения задач исследования и оптимизации сложных объектов наноинженерии Владеть: - навыками применения современных методов научного анализа, проведения исследований и представления результатов исследований; - навыками формулирования задач исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического модели-

				рования
		ОПК-1.3	Оценивает эффективность выбранных методов и способов решения задач в области нанотехнологий и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей	Знать: - методологию науки и техники в сфере нанотехнологий; - методы и способы решения задач в сфере нанотехнологий; Уметь: - оценивать эффективность выбранных методов и способов решения задач в профессиональной сфере; Владеть: - методами и способами решения задач в профессиональной сфере деятельности; - навыками расчета параметров и характеристик приборов и устройств нанотехнологий, выбора экспериментальных методов исследования, соответствующих поставленным задачам
ОПК-4	Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.2	Формулирует задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	Знать: - математические методы решения задач оптимизации параметров сложных объектов; - программные и технические средства компьютерного моделирования Уметь: формулировать задачи исследования и оптимизации параметров сложных объектов на основе методов математического моделирования Владеть: навыками применения современных компьютерных средств моделирования для повышения эффективности научной и образовательной сфер деятельности

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 / 144.

Форма промежуточной аттестации зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2 семестр
Аудиторные занятия		44	44
в том числе:	лекции	14	14
	лабораторные	30	30
Самостоятельная работа		100	100
Форма промежуточной аттестации		зачет	зачет
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Технология математического моделирования и ее этапы	Моделирование как метод познания. Классификация моделей и этапы разработки. Иерархический принцип построения математических моделей. Взаимосвязь моделей в цикле проектирования. Методы синтеза и исследования моделей.
1.2	Вычислительные методы в инженерных расчетах	Основы теории погрешностей. Аппроксимация функциональных зависимостей. Интерполяция. Обработка экспериментальных данных. Численное дифференцирование и интегрирование. Методы решения дифференциальных уравнений. Вычислительные методы линейной алгебры. Решение нелинейных уравнений.
1.3	Математические методы оптимального проектирования технических объектов и технологических процессов.	Критерии оптимальности технических объектов. Постановка задачи оптимального проектирования. Классификация методов оптимизации. Одномерная оптимизация. Задачи на экстремум. Методы поиска. Методы дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения. Многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска. Задачи с ограничениями. Нелинейная параметрическая оптимизация.
1.4	Программные пакеты компьютерного моделирования	Методы математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных технологий. Пакет прикладных программ и интерактивная среда для решения задач технических вычислений. Инженерное математическое и программное обеспечение. Программное обеспечение для системного проектирования LabPlot. Программный пакет для расчетов атомной и электронной структуры и свойств наночастиц Gaussian. Программная среда для моделирования многоатомных систем и наносистем Gamess. Интегрированная среда для моделирования электронной структуры и физических свойств материалов на наноуровне Quantum Espresso.
2. Лабораторные занятия		
2.1	Технология математического моделирования и ее этапы	
2.2	Вычислительные методы в инженерных расчетах	Лабораторная работа 1. Вычисление определенных интегралов по методу Ньютона-Котеса Лабораторная работа 2. Решение дифференциальных уравнений по методу прогноза и коррекции
2.3	Математические методы оптимального проектирования технических объектов и технологических процессов.	Лабораторная работа 3. Оптимизация атомной структуры кремниевых нанокластеров Лабораторная работа 4. Оптимизация атомной структуры кремний-металлических нанокластеров
2.4	Программные пакеты компьютерного моделирования	Лабораторная работа 5. Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств нанокластеров Лабораторная работа 6. Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств нанослоев

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Технология математического моделирования и ее этапы	2		6	8
2	Вычислительные методы в инженерных расчетах	4	8	24	36

3	Математические методы оптимального проектирования технических объектов и технологических процессов.	4	8	24	36
4	Программные пакеты компьютерного моделирования	4	14	46	64
	Итого:	14	30	100	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Методы математического моделирования» предусматривает осуществление учебной деятельности, состоящей из трех частей: обучения студентов преподавателем, лабораторных работ и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы.

Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей эзачету по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента-магистра. Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия

Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: подбором, изучением, анализом и конспектированием рекомендованной литературы, подготовкой и сдачей зачета по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента-магистра. Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Приступая к работе в лаборатории, студенту следует знать, что любое несоблюдение расписания занятий и дисциплины будет считаться нарушением его служебных обязанностей. Преподаватель, который впервые встречается со студентами на вводном занятии, должен ознакомить их с общими правилами работы в лаборатории, которые они обязаны неукоснительно выполнять.

Лабораторное занятие является эффективной формой организации учебного процесса в высшем учебном заведении, которая основывается на самостоятельной работе студентов. Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в научной и производственной деятельности.

Предварительную подготовку к работе в лаборатории осуществляют в отведенное для самостоятельной работы время. Готовясь к ней, студент прежде всего должен осознать ее цель, усвоить теоретический материал, добиться четкого представления о физических процессах, которые исследуются на лабораторном занятии.

С целью качественного выполнения лабораторной работы преподаватели проверяют готовность студентов. Это происходит в форме беседы с каждым студентом, в процессе которой выявляют знания теоретического материала по теме работы, или в форме компьютерного тестирования по этим же вопросам. Таким образом выявляют уровень теоретической подготовки студентов, практические навыки, умение применять знания для решения практических задач.

Успех проведения конкретного лабораторного занятия зависит от его подготовки, которая включает: глубокое изучение студентами теоретического материала; подготовку необходимой учебно-материальной базы и документации (инструкций, методических разработок и т.п.); подготовку преподавателя и студентов.

Подготовку к лабораторному занятию осуществляют в несколько этапов: предварительная подготовка, начало работы, ее выполнение, составление отчета и оценки работы преподавателем.

Завершается лабораторная работа оформлением индивидуального отчета и его защитой перед преподавателем. Итоговые оценки выставляют в журнале учета выполнения лабораторных работ и учитывают при выставлении семестровой итоговой оценки по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации. Самостоятельная работа - это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Подготовка к лекциям является одним из видов самостоятельной работы студентов-магистров. Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы.

Самостоятельная работа студента-магистра при изучении дисциплины «История и методология науки и техники в области нанотехнологий» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса (в том числе, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы), подготовку к практическим занятиям, подготовку к зачету.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Методы математического моделирования» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 30 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 36 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 34 часа
итого	– 100 часов

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс] / Поршнев С. В. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 736 с. — Книга из коллекции Лань - Математика. — ISBN 978-5-8114-1063-7. <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=650 >.
2.	Бахвалов, Н. С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов ; ред. И. М. Овчинникова ; ред. Е.

	В. Шикин .— Москва : Наука, 1975 .— 632 с. : ил. — http://biblioclub.ru/ .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941 >.
3.	Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] / Срочко В. А. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2010 .— 208 с. — Допущено Учебно-методическим советом по прикладной математике и информатике УМО по классическому университетскому образованию для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010200 — «Прикладная математика и информатика» и по направлению 510200 — «Прикладная математика и информатика» .— Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-1014-9 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=378 >.
4.	Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] / Демидович Б. П., Марон И. А., Шувалова Э. З. — 5-е изд. стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010 .— 400 с. — Рекомендовано Научно-методическим советом по математике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям 510000 «Естественные науки и математика», 550000 «Технические науки», 540000 «Педагогические науки» .— Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-0799-6 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=537 >.
5.	Квасов, Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] / Квасов Б. И. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2016 .— 328 с. — Допущено УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению «Математика» .— Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-2019-3 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71713 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6.	Федоренко, Радий Петрович. Введение в вычислительную физику : [учебное пособие для вузов] / Р.П. Федоренко ; под ред. и с доп. А.И. Лобанова .— 2-е , испр. и доп. изд. — Долгопрудный : Интеллект, 2008 .— 503 с. (54)
7.	Самарский, А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов .— Изд. 2-е, испр. — М. : Физматлит, 2005.— 316 с. (4)
8.	Самарский, А.А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова .— Изд. 3-е, стер. — СПб. : Лань, 2005 .— 288 с. (5)
9.	Волков, Е. А. Численные методы [Электронный ресурс] / Волков Е. А. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2008 .— 256 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-0538-1 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=54 >.
10.	Шевцов, Георгий Семенович. Линейная алгебра: теория и прикладные аспекты : учебное пособие для мат. направлений и специальностей / Г.С. Шевцов .— М. : Финансы и статистика, 2003 .— 575 с. — ISBN 5-279-02557-7. (19)
11.	Шевченко Г.И. Численные методы [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Г.И. Шевченко, Т.А. Куликова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62885.html
12.	Зенков А.В. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Зенков. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2016. — 124 с. — 978-5-7996-1781-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68315.html
13.	Крахоткина Е.В. Численные методы в научных расчетах [Электронный ресурс] : учебное пособие. Курс лекций / Е.В. Крахоткина. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 162 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62884.html
14.	Пименов В.Г. Численные методы. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Пименов. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург:

	Уральский федеральный университет, 2013. — 112 с. — 978-5-7996-1032-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68410.html
--	---

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет) *:

№ п/п	Ресурс
15.	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
16.	http://www.moodle.vsu.ru
17.	https://lanbook.com – ЭБС «Лань»
18.	https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
19.	www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»
20.	https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека
21.	https://edu.vsu.ru – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Манякин, М.Д. Программный пакет Wien2K. Часть 1. Моделирование электронной структуры кристаллов. Зонная структура и плотность состояний: учебно-методическое пособие / М.Д. Манякин, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, С.И. Курганский // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2015- 48 с. – URL : http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-265.pdf
2.	Манякин, М.Д. Программный пакет Wien2K. Часть 2. Моделирование рентгеновских эмиссионных и абсорбционных спектров: учебно-методическое пособие / М.Д. Манякин, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев, С.И. Курганский // Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2017- 31 с. – URL : http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-154.pdf
3.	Курганский, С.И. Методы зонной теории. Часть 1. Методические указания по курсу «Вычислительные методы в теории твердого тела» / С.И. Курганский, Н.С. Переславцева, О.И. Дубровский. – Воронежский государственный университет. - Воронеж. - 2006. - 20 с. – URL http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06011.pdf
4.	Курганский, С.И. Вычислительные методы для физиков. Часть 1. Аппроксимация функций, численное дифференцирование / С.И Курганский, О.И. Дубровский, Л.И. Куркина. – Воронежский государственный университет. - 1998. - 24 с.
5.	Курганский, С.И. Вычислительные методы для физиков. Часть 2. Численное интегрирование, численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений / С.И Курганский, О.И. Дубровский, Л.И. Куркина. – Воронежский государственный университет. - 1999. - 32 с.
6.	Курганский С.И. Вычислительные методы для физиков. Часть 3. Численные методы линейной алгебры, методы решения нелинейных уравнений / С.И Курганский, О.И. Дубровский, Л.И. Куркина. – Воронежский государственный университет. - 1999. - 16 с.
7.	Курганский, С.И. Задачи по численным методам. Учебно-методическое пособие для вузов / С.И. Курганский, О.И. Дубровский, Е.Р. Лихачев // Воронежский государственный университет. – Воронеж. – 2013. - 33 с. – URL : https://lib.vsu.ru/zgate?present+5585+default+61+1+F+1.2.840.10003.5.102+rus
8.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Д.В. Костин, М.Н. Небольсина .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 . Режим доступа http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m18-66.pdf
9.	Численные методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Н.В. Сапкина .— Электрон. текстовые

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции; лабораторные занятия; индивидуальные занятия. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (мультимедийный кабинет) (ауд. 135): специализированная мебель, компьютеры, ноутбуки, проектор, мультимедийное демонстрационное оборудование. Microsoft Windows 7, Windows 10, Microsoft office 2019, Corel Draw 2021.

Лаборатория компьютерных технологий (ауд. 313): специализированная мебель, компьютеры, ноутбуки, проектор. Microsoft Windows 7, программные пакеты собственной разработки.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 103): специализированная мебель, компьютеры, ноутбуки с возможностью подключения к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ Microsoft Windows 7, Windows 10, Microsoft office 2019, Corel Draw 2021, Среда ORIGIN PRO 2022b SR1.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Технология математического моделирования и ее этапы	ОПК-1, ОПК-4	ОПК-1.1, ОПК-4.2	Устный опрос
2.	Вычислительные методы в инженерных расчетах	ОПК-1	ОПК-1.1	Лаб. работы 1,2
3.	Математические методы оптимального проектирования технических объектов и технологических процессов	ОПК-1	ОПК-1.3	Лаб. работы 3,4
		ОПК-4	ОПК-4.2	
4.	Программные пакеты компьютерного моделирования	ОПК-1	ОПК-1.1	Лаб. работы 5,6, Текущая аттестация
		ОПК-4	ОПК-4.2	
Промежуточная аттестация - зачет				Вопросы к зачету

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: отчеты о выполнении лабораторных работ.

Текущая аттестация проводится в формате тестирования с использованием банка заданий фонда оценочных средств. Задание из фонда оценочных средств выбираются в соответствии с уровнем подготовки студентов. Используется задания закрытого типа (тестовые задания) и задания открытого типа (задачи, мини-кейсы)

Банк заданий текущей аттестации (Фонд оценочных средств): Перечень заданий для оценки уровня освоения дисциплины:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1.1. Нанoeлектроника — это область микроэлектроники, в которой имеют дело с длинами/перемещениями величиной менее:

- a) 1 мкм
- b) 0,1 мкм
- c) 10 нм
- d) 1 нм**
- e) длины волны де Бройля

1.2. На каком этапе развития находится современная электроника:

- a) 1-м
- b) 2-м
- c) 3-м
- d) 4-м
- e) 5-м
- f) 6-м**

1.3. Какие свойства электрона проявляются по мере приближения размеров твердотельных структур к нанометровой области:

- a) корпускулярные
- b) волновые
- c) электрические

1.4. В каком году был изобретен транзистор:

- a) 1945
- b) 1947**
- c) 1949
- d) 1951
- e) 1953

1.5. В каком году была изобретена ИС:

- a) 1953
- b) 1955
- c) 1957
- d) 1959**
- e) 1961

1.6. Кто из перечисленных ниже ученых является лауреатом Нобелевской премии по физике:

- a) Ландау
- b) Капица
- c) Басов
- d) Прохоров
- e) Алферов**

1.7. Что такое планарная технология?

- a) технология создания плоских фигур
- b) технология последовательного создания элементов на плоскости
- c) технология последовательного создания элементов в тонком приповерхностном слое
- d) технология одновременного создания элементов в тонком приповерхностном слое**

1.8. На каком из принципов основана работа МЭМС-гироскопов:

- a) ускорения
- b) вибрации
- c) вращения
- d) поворота
- e) Кориолиса**

1.9. Какие из перечисленных приборов не относятся к приборам нанотехнологий:

- a) диод
- b) триод**
- c) транзистор
- d) теристор
- e) резистор

1.10. Основной характеристикой МДП-структуры является:

- a) р-п-переход
- b) исток
- c) сток
- d) вольт-амперная характеристика**

1.11. Время релаксации – это

- a) кинетическая энергия в форме колебательного движения, при превосхождении которой некоторое пороговое значение
- b) расстояние между соседними атомами кристаллической структуры, в которой инициируется векторизованное движение микрочастицы по пространственному направлению, соответствующему геометрической координате $\{x\}$ (рассматривается одномерное приближение)
- c) период времени, за который амплитудное значение возмущения в выведенной из равновесия физической системе уменьшается в e раз**

1.12. У МДП -транзистора 3 контакта, они называются ...

- a) эмиттер, исток, сток
- b) затвор, сток, исток**
- c) эмиттер, база, коллектор

1.13. Фотодиоды - это

- a) устройства электроники, у которых одна из областей р-п перехода очень тонкая, что позволяет возникающему в переходе свету излучаться в окружающее пространство
- b) устройства электроники, у которых одна из областей р-п перехода очень**

тонкая, что позволяет внешнему свету проникать в переход

1.14. Светодиоды – это

- а) устройства электроники, у которых одна из областей р-п перехода очень тонкая, что позволяет возникающему в переходе свету излучаться в окружающее пространство**
- б) устройства электроники, у которых одна из областей р-п перехода очень тонкая, что позволяет внешнему свету проникать в переход

1.15. Что такое р-п-переход?

- а) полупроводниковая структура в которой находится область соприкосновения двух полупроводников с разными типами проводимости — дырочной и электронной**
- б) область диффузии электронов
- с) полупроводник, обладающий одновременно носителями положительных и отрицательных зарядов

1.1. Информационные технологии – это...

- а) совокупность методов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, обработку, хранение, распределение и отображение информации с целью снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов
- б) организованный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей человека
- с) умение целенаправленно работать с информацией и использовать для ее получения, обработки и передачи компьютерную информационную технологию, современные технические средства и методы

1.2. Информационная культура человека на современном этапе в основном определяется:

- а) совокупностью его умений программировать на языках высокого уровня
- б) его знаниями основных понятий информатики
- с) совокупностью его навыков использования прикладного программного обеспечения для создания необходимых документов
- д) его знаниями основных видов программного обеспечения и пользовательских характеристик компьютера

1.3. Назначение программного обеспечения

- а) обеспечивает автоматическую проверку функционирования отдельных устройств
- б) совокупность программ, позволяющая организовать решение задач на ЭВМ
- с) организует процесс обработки информации в соответствии с программой
- д) комплекс программ, обеспечивающий перевод на язык машинных кодов

1.4. Совокупность программ, которые предназначены для управления ресурсами компьютера и вычислительными процессами, а также для организации взаимодействия пользователя с аппаратурой называется

- а) операционной системой
- б) файловой системой
- с) процессором
- д) винчестером

1.5. Какая программа является табличным процессором?

Word
Paint

Access
Excel
Power Point

1.6. Какая программа является текстовым процессором?

Word
Paint
Access
Excel
Power Point
Вопрос 7

1.7 Какая программа является графическим редактором?

Word
CorelDraw
Access
Excel
Power Point

1.8. Программа Microsoft Word предназначена:

только для создания текстовых документов
для создания текстовых документов с элементами графики
только для создания графических изображений
только для создания графических изображений с элементами текста

1.9. Элементарным объектом электронной таблицы является ...

лист
ячейка
строка
столбец

1.10. Электронная таблица предназначена для:

обработки преимущественно числовых данных, структурированных с помощью таблиц
упорядоченного хранения и обработки значительных массивов данных
визуализации структурных связей между данными, представленными в таблицах
редактирования графических представлений больших объемов информации

1.11. Что такое Scilab?

пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов
пакет программ, для визуализации научных данных
программа для математического моделирования

1.12 Что такое LaTeX?

Программная система, предназначенная для подготовки научных публикаций и документов.
Программное обеспечение позволяющее редактировать текстовые файлы
Программное обеспечение для работы с большими данными

1.13 Случайное событие — это событие, которое

а) происходит в каждом испытании;
б) происходит один раз в серии испытаний;
в) происходит очень редко;

г) может произойти или не произойти в данном испытании.

1.14 Величина вероятности события лежит в пределах

а) от 0% до 100%;

б) от до ;

в) от до ;

г) от 0 до 1.

1.15 Математическая модель это:

а) географический детерминизм;

б) воспроизведение реального объекта с помощью математики;

в) система математических выражений, описывающих характеристики объектов моделирования и взаимосвязи между ними;

г) построенная и решённая на компьютере математическая задача на экстремум функции.

1.16. Сколько этапов можно выделить в истории информационных технологий

А) 1

Б) 2

В) 5

Г) 4

1.17 Что не является основным преимуществом применения информационных систем
ИС автоматизирует применение математических методов к решению управленческих задач;

ИС снижает объем документов на бумаге;

ИС минимизирует вероятность появления ошибки в ходе передачи либо обработки информации;

ИС снижает объем взаимодействия между сотрудниками, их прямыми контактами

1.18. По каким признакам нельзя классифицировать компьютерные сети

Территориальной распространенности

Скорости передачи информации

Объему персональных данных

Типу среды передачи

1.19. В чем состоит отладка программы?

в поиске и устранении синтаксических и логических ошибок в программе.

в поиске научной задачи

в формулировании целей и задач программы

2) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

2.1. Перечислите основные структуры наноэлектроники

Ответ: Квантовые нити, квантовые точки, тонкие пленки, гетероструктуры, МДП-структуры, нанопорошки,

2.2. Дайте определение понятию «туннелирование носителей зарядов»

Ответ: туннелирование означает перенос частицы через область, ограниченную потенциальным барьером, высота которого больше полной энергии данной частицы ($E < U_0$) (или проникновение в эту область).

2.4. Дайте определение термину «сверхрешетки»

Ответ: монокристаллическую пленку из одного материала, воспроизводящую постоянную решетки монокристаллической подложки из другого материала.

2.5. В каком случае образуются квантовые ямы

Ответ: для носителей зарядов образуется в структурах, состоящих из полупроводников с различной шириной запрещенной зоны, в которых наноразмерная область из материала с меньшей шириной запрещенной зоны (квантовая яма) находится между областями материала с большей шириной запрещенной зоны (потенциальные барьеры или стенки ямы).

2.6. Что такое электронно-лучевая литография?

Ответ: метод изготовления субмикронных и наноразмерных топологических элементов посредством экспонирования электрически чувствительных поверхностей электронным лучом.

2.7. Дайте определение термину «наносистема»

Ответ: материальный объект в виде упорядоченных или самоупорядоченных, связанных между собой элементов с нанометрическими характеристическими размерами, кооперация которых обеспечивает возникновение у объекта новых свойств, проявляющихся в виде явлений и процессов, связанных с проявлением наномасштабных факторов.

2.8. Дайте определение термину «наноматериалы»

Ответ: вещества и композиции веществ, представляющие собой искусственно или естественно упорядоченную или неупорядоченную систему базовых элементов с нанометрическими характеристическими размерами и особым проявлением физического и (или) химического взаимодействий при кооперации наноразмерных элементов, обеспечивающих возникновение у материалов и систем совокупности ранее неизвестных механических, химических, электрофизических, оптических, теплофизических и других свойств, определяемых проявлением наномасштабных факторов.

2.9. Дайте определение термину «Интерполяция».

Ответ: способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

2.10. Что такое аппроксимация функциональных зависимостей?

Ответ: это получение некоторой конкретной функции, вычисленные значения которой с некоторой точностью (приближением) аналогичны аппроксимируемой зависимости,

2.11. Что такое пьезоэффект?

Ответ: обратимая электромеханическая связь электрической поляризации (индукции) и механических деформаций (напряжений) в анизотропных диэлектрических средах, обладающих определённой кристаллической структурой и симметрией.

2.12. В каком диапазоне длин волн генерируется синхротронное излучение?

Ответ: диапазон длин волн синхротронного излучения занимает от ИК – излучения (нм) до гамма-излучения

2.13. Что такое волна де Бройля?

Ответ: волна вероятности, определяющая плотность вероятности обнаружения объекта в заданном интервале конфигурационного пространства

2.14. Что такое ВАХ транзистора?

Ответ: ВАХ или вольтамперная характеристика - функция, описывающая эту зависимость, и график этой функции.

2.15. Что такое спектроскопия?

Ответ: раздел физики, посвящённый изучению спектров электромагнитного излучения, которые возникают при воздействии электромагнитного излучения различных диапазонов энергий на материал вещества.

2.1. опишите процесс подготовки документа в системе LaTeX

Ответ: Набор документа, Обработка исходного файла. Цикл отладки и редактирования. Распечатка или распространение итогового файла.

2.2. Опишите этапы типовых процедур применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств:

Ответ: Изучение теоретических основ работы в конкретных программах, Практическая часть в виде сквозных задач, моделирующих деятельность конкретных предприятий, Получение отчётов, анализ преимуществ и недостатков различного программного обеспечения и выявление программных средств, которые наилучшим образом подходят для решения поставленной задачи

2.3. Перечислите методы поиска научной информации в сети Интренет

Ответ: Использование научных баз данных (Google Scholar, eLibrary, ScienceDirect) Поиск по ключевым словам. Поиск по рубрикатору поисковой системы. Использование специализированных журналов и конференций.

2.4. Дайте определение термину «Информационная технология»

Ответ: совокупность методов, производственных и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации. Информационные технологии предназначены для снижения трудоемкости процессов использования информационных ресурсов.

2.5. Сформулируйте основные принципы создания информационных систем:

Ответ: Принцип системности, Принцип развития (открытости), Принцип современности, Принцип стандартизации (унификации), Принцип эффективности,

2.6. Что обеспечивает применение компьютерных сетей.

Ответ: Разделение ресурсов, Разделение данных, Разделение программных средств, Разделение ресурсов процессора, Интерактивный обмен информацией между пользователями сети.

2.7. Что представляет собой сеть Ethernet?

Ответ: широковещательная сеть. Это значит, что все станции сети могут принимать все сообщения. Топология - линейная или звездообразная. Скорость передачи данных 10 или 100 Мбит/сек.

2.8. Перечислите этапы процесса подготовки и компьютерного решения научно-инженерных задач:

Ответ: постановка задачи; математическое описание задачи; выбор и обоснование метода решения; алгоритмизация вычислительного процесса; составление программы; отладка программы; решение задачи на ЭВМ и анализ результатов.

2.9. Сформулируйте основные виды моделирования

Ответ: концептуальное, физическое (натурное), структурно-функциональное,

математическое, имитационное (или компьютерное), комбинированное

2.10. Дайте определение термину «компьютерное моделирование»

Ответ: Компьютерное моделирование - это метод решения задачи анализа или синтеза сложной системы на основе использования ее компьютерной модели. Суть компьютерного моделирования заключается в получении количественных и качественных результатов по имеющейся модели. Качественные выводы, получаемые по результатам анализа, позволяют обнаружить неизвестные ранее свойства сложной системы: ее структуру, динамику развития, устойчивость, целостность и др. Количественные выводы в основном носят характер

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) характер принятого решения);
- 2 балла – задание выполнено с незначительными ошибками, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование характера принятого решения, или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено, или ответ содержательно не соотнесен с заданием, или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).

Перечень тем лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Вычисление определенных интегралов по методу Ньютона-Котеса

Лабораторная работа 2. Решение дифференциальных уравнений по методу прогноза и коррекции

Лабораторная работа 3. Оптимизация атомной структуры кремниевых нанокластеров

Лабораторная работа 4. Оптимизация атомной структуры кремний-металлических нанокластеров

Лабораторная работа 5. Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств нанокластеров

Лабораторная работа 6. Компьютерное моделирование электронной структуры и физических свойств нанослоев.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Вопросы к зачету

1. Моделирование как метод познания. Классификация моделей и этапы разработки.
2. Иерархический принцип построения математических моделей. Взаимосвязь моделей в цикле проектирования.

3. Методы синтеза и исследования моделей.
4. Компьютерное моделирование электронных свойств двумерных наноструктур.
5. Основы теории погрешностей.
6. Программная среда для моделирования электронных свойств твердых тел и наносистем Gamess.
7. Обработка экспериментальных данных.
8. Численное дифференцирование и интегрирование.
9. Интегрированная среда для моделирования электронной структуры и физических свойств материалов на наноуровне Quantum Espresso.
10. Инженерное математическое и программное обеспечение
11. Методы решения дифференциальных уравнений.
12. Критерии оптимальности технических объектов. Постановка задачи оптимального проектирования.
13. Вычислительные методы линейной алгебры.
14. Система компьютерной алгебры Maxima.
15. Решение нелинейных уравнений.
16. Компьютерное моделирование и оптимизация атомной структуры и исследование электронных свойств нанокластеров.
17. Одномерная оптимизация. Методы дихотомии, Фибоначчи и золотого сечения.
18. Классификация методов оптимизации. Одномерная оптимизация. Задачи на экстремум.
19. Пакет прикладных программ и интерактивная среда для решения задач технических вычислений
20. Многомерная оптимизация. Метод покоординатного спуска. Метод градиентного спуска.
21. Задачи с ограничениями. Нелинейная параметрическая оптимизация.
22. Программный пакет для расчетов атомной и электронной структуры и свойств наночастиц Gaussian.

Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет. В приложение к диплому вносится оценка *зачтено*.

Оценка уровня освоения дисциплины «Методы математического моделирования» осуществляется по следующим показателям:

- качество и своевременность выполнения лабораторных работ;
- полнота ответов на вопросы к зачету;
- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки работы обучающихся, которые соотносятся с уровнями сформированности компетенций:

- оценка «*зачтено*» выставляется студенту, если он правильно выполняет задания;
- оценка «*не зачтено*» выставляется студенту, если он не выполняет или допускает грубые ошибки при выполнении большинства заданий.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.