

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

А.М. Лихтер

«02» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

А.М. Лихтер

«02» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)**

Составитель

Степанович Е.Ю., к.ф.-м.н., доцент кафедры

общей физики

Направление подготовки /
специальность

03.03.02. ФИЗИКА/

ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА

Направленность (профиль) ОПОП

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2021

Курс

2

Семестр

3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» являются изучение основных понятий информационных процессов, овладение численными методами и основными приемами математического моделирования с целью их дальнейшего применения в профессиональной деятельности; получение студентами базовых знаний о современных методах обработки экспериментальных данных, способах построения моделей физических объектов и процессов и возможности их программной реализации на ЭВМ.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- 1) исследование физического объекта или процесса (построение физической модели), математическое описание задачи;
- 2) выбор метода решения и исследования задачи (построение математической модели), разработка и выбор оптимального алгоритма решения конкретных задач;
- 3) обработка и анализ полученных результатов (проведение вычислительного эксперимента), корректировка способа решения при наличии особенностей задачи, анализ вопроса устойчивости и сходимости метода решения, оценка границ применимости построенной математической модели.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)» В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» относится к базовой части Б1.Б.06.02 и осваивается в 3 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- Математика
- Общая физика (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм)
- Численные методы и математическое моделирование

Знания: основные понятия и методы математики их приложения к изучению физических явлений и процессов. Основные явления, процессы и законы физики для постановки и решения исследовательских задач.

Умения: использовать базовые знания фундаментальных разделов математики и общей физики.

Навыки: выполнения расчетов и оценки достоверности результатов вычислений.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Общая физика(оптика, атомная физика)
- Теоретическая физика

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующие компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки

(специальности):

а) универсальной (УК):

1) Способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).

б) общепрофессиональных (ОПК):

1) Способностью понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-3).

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать	Уметь	Владеть
УК-1. Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1.1 знать методики поиска, сбора и обработки информации ИУК-1.1.2 знать актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности ИУК-1.1.3 знать метод системного анализа	ИУК-1.2.1 уметь применять методики поиска, сбора и обработки информации ИУК-1.2.2 уметь осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников ИУК-1.2.3 уметь применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.3.1 владеть методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации ИУК-1.3.2 владеть методикой системного подхода для решения поставленных задач
ОПК-3. Способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-3.1 сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	ИОПК-3.2 понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	ИОПК-3.3 навыками понимания сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, оценки опасности и угроз, возникающих в этом процессе, соблюдения основных требований информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА(ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Объем дисциплины «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» 3 зачетные единицы, в том числе 57 часов, выдается на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 19 часов – лекции, 38 часов – лабораторные работы), и 51 часа –на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Раздел I. Введение	3	1		-		3	Контрольная работа
Тема 1. Предмет вычислительной физики							
Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений	3	1		1		4	Контрольная работа
Раздел II. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач	3	4		2		4	Контрольная работа
Тема 3. Применение программного комплекса MathCAD							
Раздел III. Основные этапы решения физических задач на компьютере	3	1		2		4	Контрольная работа
Тема 4. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений							
Раздел IV. Компьютерное моделирование в физике	3	1		5		4	Отчет по лабораторной работе
Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики							
Тема 6. Изучение колебательного движения	3	1		2		4	Отчет по лабораторной работе

<i>Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация</i>	3	2		4		4	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами</i>	3	1		2		4	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 9. Решение задач по электродинамике</i>	3	1		2		4	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 10. Решение задач по оптике</i>	3	1		2		4	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 11. Решение задач квантовой физики</i>	3	1		2		4	Отчет по лабораторной работе
Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач	3	2		4		4	Отчет по лабораторной работе
Раздел V Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере	3	2		10		4	Проект
		19		38		51	ЭКЗАМЕН

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практические занятия, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Разделы, темы дисциплины (модуля)	Кол -во часов	Код компетенции		
		1	2	Общее количество компетенций
Раздел I. Введение	4	ОПК-3		1
<i>Тема 1. Предмет вычислительной физики</i>				
<i>Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений</i>	6	УК-1	ОПК-3	2

Тема 3. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Применение программного комплекса MathCAD	10	УК-1	ОПК-3	2
Раздел II. Основные этапы решения физических задач на компьютере	7	УК-1	ОПК-3	2
Тема 4. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений				
Раздел III. Компьютерное моделирование в физике	10	УК-1	ОПК-3	2
Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики				
Тема 6. Изучение колебательного движения	7	УК-1	ОПК-3	2
Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация	10	УК-1	ОПК-3	2
Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами	7	УК-1	ОПК-3	2
Тема 9. Решение задач по электродинамике	7	УК-1	ОПК-3	2
Тема 10. Решение задач по оптике	7	УК-1	ОПК-3	2
Тема 11. Решение задач квантовой физики	7	УК-1	ОПК-3	2
Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач	10	УК-1	ОПК-3	2
Раздел V. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере	16	УК-1	ОПК-3	2
Итого	108			

Краткое содержание каждой темы дисциплины «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Раздел I. Введение.

Тема 1. Предмет вычислительной физики. Цели и задачи курса.

Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений. Оценка погрешностей измерений. Построение графиков, визуализация результатов измерений и вычислений.

Тема 3. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Численное дифференцирование. Интерполяция функций. Вычисление определенных интегралов. Решение трансцендентных уравнений. Задачи линейной алгебры. Задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, для уравнений с частными производными.

Раздел II. Основные этапы решения физических задач на компьютере.

Тема 4. Изучение и постановка задачи; выбор физической модели; анализ основных факторов, значимых для реализации модели; разработка математической модели, включая выбор

численного метода; численное решение задачи; анализ пробных результатов численного эксперимента; корректировка модели; проведение численного эксперимента с заданными условиями. Учет единиц измерений, преимущества использования безразмерных переменных в вычислительной физике. Методы оценки погрешности вычислений.

Раздел III. Компьютерное моделирование в физике.

Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики. Численный эксперимент в задачах механики: численное решение динамических уравнений физики (задача преследования, движение в центральном поле). Движение тела под действие силы тяжести, с учетом сопротивления воздуха. Движение спутника Земли, Луны. Решение задачи о запуске космического корабля. Решение задачи на движение спутника Земли, с учетом маневров. Нахождение центра тяжести и момента инерции для тел различной формы.

Тема 6. Изучение колебательного движения. Численный эксперимент в задачах механики: изучение колебательного движения (гармонические и негармонические колебания, фазовые портреты). Гармонические колебания. Ангармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс. Автоколебания. Сложение колебаний продольных (сонаправленных) и перпендикулярных.

Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация. Основы теории колебаний молекул. Колебательные спектры молекул. Численный расчет колебательных состояний и их визуализация. Обзор программных комплексов, применяемых в молекулярном моделировании.

Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами. Кинематическая модель газа. Распределение Максвелла, Больцмана, нахождение средних значений скоростей частиц. Уравнение Ван-дер-Ваальса, построение изотерм Ван-дер-Ваальса. Построение адиабаты и изотермы идеального газа, уравнение Пуассона. Нахождение теплоемкости твердого тела (формулы Эйнштейну и Дебая). Зависимость теплоемкости от термодинамической температуры. Кривая кипения (зависимость давления насыщенного пара от термодинамической температуры). Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Тема 9. Решение задач по электродинамике. Численный эксперимент в задачах электричества. Решение задач по электродинамике. Визуализация полей системы зарядов. Поле диполя. Напряженность и потенциал полей. Эквипотенциальные поверхности. Движение частицы под действием силы Лоренца. Расчет энергии взаимодействия системы точечных зарядов (постоянная Маделунга).

Тема 10. Решение задач по оптике. Распространение света в неоднородной среде. Рефракция. Закон Малюса. Построение интенсивностей в полярной диаграмме. Поглощение излучения, расчет коэффициентов поглощений.

Тема 11. Решение задач квантовой физики. Уравнение Шредингера. Распределение плотности вероятности для частицы в потенциальной яме. Формула Бальмера. Спектр атома водорода.

Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач.

Использование пакета MatLab для решения физических задач: построение фигур Лиссажу; колебания маятника; движение частиц в центральном поле; диффузия; броуновское движение; модель диодного выпрямителя.

Раздел V. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

План лабораторных работ

№ занятия	Тема и содержание занятия	Литература
1	Обработка результатов физических измерений (Эл. таблицы, Origin).	[7], [8], [9]
2	Оформление результатов физических измерений и вычислений с использованием пакета Origin.	[8]
3	Решение уравнений и систем уравнений с использованием пакета Mathcad.	[1], [13], [16]
4	Обработка массивов. Символьные вычисления. Численное дифференцирование и интегрирование.	[1], [13], [16]
5	Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с использованием пакета Mathcad.	[1], [13], [16]
6	Обработка экспериментальных данных в Mathcad. Аппроксимация результатов экспериментов.	[1], [13], [16]
7	Элементы программирования.	[9], [16]
8	Основные этапы решения физических задач на компьютере. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений.	[3], [10], [11]
9	Численное решение динамических уравнений физики. Динамические уравнения механики. Динамическое уравнение вращательного движения. Движение материальной точки в кулоновском и гравитационных полях (задача двух тел).	[1], [2]
10	Движение тела под действием силы тяжести, с учетом сопротивления воздуха и без.	[2], [3]
11	Движение спутника Земли, Луны.	[1], [2]
12	Решение задачи о запуске космического корабля.	[1], [3]
13	Решение задачи на движение спутника Земли, с учетом маневров.	[6]
14	Нахождение центра тяжести и момента инерции для тел различной формы.	[10]
15	Изучение колебательного движения. Гармонические колебания. Ангармонические колебания (ангармонизм колебания молекул, тепловое расширение тел). Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс. Автоколебания. Сложение колебаний продольных (сонаправленных) и перпендикулярных.	[1], [2], [12]
16	Примеры численных расчетов колебания молекул. Понятия о программах Chem office, Gaussian, Games, Chem craft для расчетов колебаний молекул и их визуализации.	[9]

17	Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами. Распределение Максвела, Больцмана. Нахождение средних значений.	[1], [2], [10]
18	Уравнение Вандер-Ваальса, изотермы Вандер-Ваальса.	[1], [3]
19	Адиабаты и изотермы идеального газа. Уравнение Пуассона.	[15]
20	Нахождение теплоемкости твердого тела (по Эйнштейну и Дебаю). Зависимость от термодинамической температуры.	[6]
21	Кривая кипения (зависимость давления насыщенного пара от термодинамической температуры). Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	[1], [2]
22	Решение задач электродинамики.	[6]
23	Поле диполя.	[10]
24	Напряженность и потенциал полей. Эквипотенциальные поверхности.	[3]
25	Движение частицы под действием силы Лоренца.	[13]
26	Расчет энергии взаимодействия системы точечных зарядов (постоянная Маделунга).	[1]
27	Решение задач по оптике. Распространение света в неоднородной среде. Рефракция.	[10], [6]
28	Решение задач квантовой физики. Расчет вероятности для одномерного движения частиц (потенциальная яма, потенциальный барьер, ангармонический осциллятор).	[4], [6], [17]
29	Поглощение излучения, коэффициенты поглощений.	[9]
30	Построение спектров атомов.	[12]
31	Радиоактивный распад ядер.	[10]
32	Использование пакета MatLab для решения физических задач.	[6], [14]
33-36	Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере.	[10], [11]

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)»

Для освоения курса «вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» студенту необходимо решить ряд задач, с использованием компьютера и выполнить проект. Ниже приведен перечень типовых задач и темы проектов, которые охватывают широкий спектр физических явлений.

Темы проектов

1. Рассеяние частиц в центрально-симметричном потенциальном поле.
2. Структура белых карликов.
3. Структура атома в приближении Хартри-Фока.
4. Решение задачи квантового рассеяния в виде парциальных волн.

5. Двумерная стационарная гидродинамика. Стационарная задача об обтекании тела вязкой несжимаемой жидкостью.
6. Самоорганизация в химических реакциях.
7. Квантовый метод Монте-Карло для молекулы водорода.

Задачи по курсу «вычислительная физика»

1. Движение тела под действием силы тяжести, с учетом сопротивления воздуха и без.
2. Движение спутника Земли, Луны
3. Решение задачи о запуске космического корабля
4. Решение задачи на движение спутника Земли, с учетом маневров
5. Нахождение центра тяжести и момента инерции для тел различной формы.
6. Изучение колебательного движения. Гармонические колебания. Ангармонические колебания.
7. Изучение колебательного движения. Затухающие колебания. Вынужденные колебания.
8. Изучение колебательного движения. Параметрический резонанс. Автоколебания.
9. Изучение колебательного движения. Сложение колебаний продольных (сонаправленных) и перпендикулярных.
10. Изучение колебания молекул с использованием программ Chem Office, Gaussian, Games.
11. Распределение Максвелла, Больцмана. Нахождение средних значений.
12. Уравнение Вандер-Ваальса, построение изотерм Вандер-Ваальса.
13. Построение адиабаты и изотермы идеального газа. Уравнение Пуассона.
14. Нахождение теплоемкости твердого тела (по Эйнштейну и Дебаю). Зависимость теплоемкости от термодинамической температуры.
15. Кривая кипения (зависимость давления насыщенного пара от термодинамической температуры). Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
16. Поле диполя.
17. Напряженность и потенциал полей. Эквипотенциальные поверхности.
18. Движение частицы под действием силы Лоренца.
19. Расчет энергии взаимодействия системы точечных зарядов (постоянная Маделунга)
20. Распространение света в неоднородной среде. Рефракция (получить форму светового луча в среде с переменным показателем преломления $n(x)$, понятие об атмосферной рефракции)
21. Закон Малюса. Построение интенсивностей в полярной диаграмме.
22. Поглощение излучения, расчет коэффициентов поглощений
23. Уравнение Шредингера. Распределение плотности вероятности для частицы в потенциальной яме.
24. Закон радиоактивного распада (дочерние ядра тоже радиоактивные, но с другим периодом полураспада).
25. Формула Бальмера. Спектр атома водорода
26. Фигуры Лиссажу.
27. Маятник
28. Движение частиц в центральном поле
29. Диффузия
30. Броуновское движение
31. Модель диодного выпрямителя

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
Раздел I. Введение. <i>Тема 1. Предмет вычислительной физики</i>	3

Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений	4
Тема 3. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Применение программного комплекса MathCAD	4
Раздел II. Основные этапы решения физических задач на компьютере. Тема 4. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений	4
Раздел III. Компьютерное моделирование в физике.	4
Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики	4
Тема 6. Изучение колебательного движения	
Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация	4
Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами	4
Тема 9. Решение задач по электродинамике	4
Тема 10. Решение задач по оптике	4
Тема 11. Решение задач квантовой физики	4
Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач	4
Раздел V. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере	4
Итого	51

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно
Не предусмотрены

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел I. Введение			
Тема 1. Предмет	Обзорная лекция,	Не	

вычислительной физики	демонстрация процесса составления программ	предусмотрено	Не предусмотрено
Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Тема 3. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Применение программного комплекса MathCAD	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Раздел II. Основные этапы решения физических задач на компьютере			
Тема 4. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Раздел III. Компьютерное моделирование в физике			
Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Тема 6. Изучение колебательного движения	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами	Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ	Не предусмотрено	Составление программ с применением программного комплекса MathCAD
Тема 9. Решение задач по	Обзорная лекция,	Не	Составление

<i>электродинамике</i>	<i>демонстрация процесса составления программ</i>	<i>предусмотрено</i>	<i>программ с применением программного комплекса MathCAD</i>
<i>Тема 10. Решение задач по оптике</i>	<i>Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Составление программ с применением программного комплекса MathCAD</i>
<i>Тема 11. Решение задач квантовой физики</i>	<i>Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Составление программ с применением программного комплекса MathCAD</i>
Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач	<i>Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Составление программ с применением программного комплекса MathCAD</i>
Раздел V. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере	<i>Обзорная лекция, демонстрация процесса составления программ</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Составление программ с применением программного комплекса MathCAD</i>

6.2. Информационные технологии

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (поиск информации, рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.))
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации
- использование возможностей электронной почты преподавателя
- использование средств представления учебной информации (применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.)
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети (веб-конференции, форумы, учебно-методические материалы и др.));
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс)]
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное обучение») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров]

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
1С: Предприятие 8	Система автоматизации деятельности на предприятии
KOMPAS-3D V13	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Blender	Средство создания трёхмерной компьютерной графики
PyCharm EDU	Среда разработки
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
Microsoft Visual Studio	Среда разработки
Cisco Packet Tracer	Инструмент моделирования компьютерных сетей
Maple 18	Система компьютерной алгебры
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Oracle SQL Developer	Среда разработки
VISSIM 6	Программа имитационного моделирования дорожного движения

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационных справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru

*Наименование современных профессиональных баз данных,
информационных справочных систем*

Справочная правовая система КонсультантПлюс.
Содержится огромный массив справочной правовой информации,
российское и региональное законодательство, судебную практику,
финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций,
комментарии законодательства, формы документов,
проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты,
правовые акты, технические нормы и правила.
[tp://www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «*Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)*» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<i>Раздел I. Введение.</i> <i>Тема 1. Предмет вычислительной физики</i>	ОПК-3	Контрольная работа
<i>Тема 2. Обработка результатов физических измерений и вычислений</i>	УК-1, ОПК-3	Контрольная работа
<i>Тема 3. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Применение программного комплекса MathCAD</i>	УК-1, ОПК-3	Контрольная работа
<i>Раздел II. Основные этапы решения физических задач на компьютере.</i> <i>Тема 4. Использование безразмерных переменных.</i> <i>Погрешности вычислений</i>	УК-1, ОПК-3	Контрольная работа
<i>Раздел III. Компьютерное моделирование в физике.</i> <i>Тема 5. Численное решение динамических уравнений физики</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе

<i>Тема 6. Изучение колебательного движения</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 7. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 8. Решение задач термодинамики и статистической физики численными методами</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 9. Решение задач по электродинамике</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 10. Решение задач по оптике</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
<i>Тема 11. Решение задач квантовой физики</i>	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
Раздел IV. Использование пакета MatLab для решения физических задач	УК-1, ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
Раздел V. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере	УК-1, ОПК-3	Проект

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля: индивидуальное собеседование, в форме отчета по лабораторной работе,

Индивидуальное собеседование проводится по разработанным контрольным вопросам по отдельному учебному элементу программы (дисциплине), список контрольных вопросов приводится в конце методических рекомендаций к каждой лабораторной работе.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются практические контрольные задания (контрольная работа), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить. А также выполнение и защита учебно-исследовательского проекта.

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Для освоения курса «Вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» студенту необходимо решить ряд задач (в форме лабораторных работ), с использованием компьютера и выполнить проект.

Таблица 7 --- Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

5 «отлично»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -возможны единичные ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-получены достоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируются слабые знания теоретического материала и умения их применять; -возможны множественные ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -студент способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
2 «неудовлетворительно»	-получены недостоверные результаты в ходе выполнения лабораторной работы; -демонстрируется отсутствие знаний теоретического материала и умений их применять; -возможны грубые ошибки в ходе выполнения работы или при ответах на контрольные вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - студент не способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Таблица 8 --- Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -возможны единичные ошибки в ходе выполнения проекта; - студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	-получены достоверные результаты, построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируются слабые знания теоретического материала и умения их применять; -возможны множественные ошибки в ходе выполнения проекта; -студент способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

2 «неудовлет во рительно»	-получены недостоверные результаты, не построена модель физического процесса или объекта в ходе выполнения проекта; -демонстрируется отсутствие знаний теоретического материала и умений их применять; - студент не способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
------------------------------------	--

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Контрольная работа

Вариант 1

1) Задан набор экспериментальных данных $x := [10, 22, 32, 40]$ $y := [20, 40, 65, 70]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 1.77x + 2.84$ б) $y(x) = 0.97x - 1.85$
в) $y(x) = 0.8x^2 + 1.7x - 1.52$ д) $y(x) = 1.53x + 3.00$

2) Для нахождения корня уравнения $F(x)=0$ методом половинного деления исходный отрезок делится пополам и выбирается тот полуинтервал на концах которого:

- а) знаки $F(x)$ одинаковые б) одинаковые знаки производной функции $F(x)$
в) знаки $F(x)$ разные г) разные знаки производной функции $F(x)$

формуле

$$n \leq 1 \quad h^2 \quad c) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2) \quad b) S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2) \quad d) S = \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2)$$

Вариант 2

1) Задан набор экспериментальных данных $x := [10, 15, 20, 30]$ $y := [18, 35, 40, 65]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 3.54x - 2.02$ б) $y(x) = 2.25x - 2.71$
в) $y(x) = 0.5x^2 - 2.7x + 0.58$ г) $y(x) = 2.00x - 3.50$

2) При нахождении корня уравнения $2\sin(x)=x$ методом простых итераций значение корня ищется по формуле:

- а) $x_{i+1} = 2\sin(x_i)$ б) $x_{i+1} = 2x_i \sin(x_i)$
в) $x_{i+1} = 2\cos(x_i)$ г) $x_{i+1} = 0.5x_i$

3) При вычислении интеграла $S \approx \int_0^2 x^3 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле

$$n \leq 1 \quad h^3 \quad c) S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2) \quad b) S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} 2(x_i - 2) \quad d) S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} 3(x_i - 2)$$

Вариант 3

Задан набор экспериментальных данных $x := [5, 15, 25, 30]$ $y := [18, 48, 70, 85]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

- а) $y(x) = 3.74x - 2.81$ б) $y(x) = 2.53x + 6.55$
в) $y(x) = 1.43x^2 - 1.22x$ г) $y(x) = 2.62x + 6.12$

2) Для нахождения корня уравнения $2\sin^2(x) - 1 = 0$ методом половинного деления исходный отрезок

делится пополам и выбирается тот полуинтервал на концах которого:

- а) знаки $F(x) = 2\sin^2(x) - 1$ одинаковые б) знаки $F(x) = \sin(2x)$ одинаковые в) знаки $F(x) = 2\sin^2(x) - 1$ разные г) знаки $F(x) = \sin(2x)$ разные

3) При вычислении интеграла $S = \int_0^2 x^3 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле

а) $S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} (x_i)^3$ — б) $S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} (x_i)^3$ в) $S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} (x_i)^2$ — г) $S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} (x_i)^3$

Вариант 4

Задан набор экспериментальных данных $x := [5, 15, 25, 30]$ $y := [2, 10, 30, 28]$

Какая кривая наилучшим образом описывает этот набор:

а) $y(x) = 1.19x - 4.75$ в) $y(x) = 1.53x + 2.55$

б) $y(x) = 1.43x^2 - 1.22x$ г) $y(x) = 1.32x - 3.42$

2) При нахождении корня уравнения $\lg(x) = x$ методом простых итераций значение корня ищется по формуле:

а) $x_{i+1} = \lg(x_i)$ в) $x_{i+1} = x_i^2$ б) $x_{i+1} = 2x_i$ г) $x_{i+1} = \lg(x_i)$

3) При вычислении интеграла $S = \int_0^2 x^4 dx$ методом прямоугольников. Отрезок $[0,2]$

разбивается на n частей $x_0=0, x_1=h, \dots, x_n=2$ с шагом $h=2/n$, а значение S определяется по формуле.

Основные дидактические единицы (разделы): Предмет вычислительной физики. Обработка результатов физических измерений и вычислений. Элементы численных методов, применяемых при решении физических задач. Вычисление определенных интегралов, решение трансцендентных уравнений, задачи линейной алгебры, задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные этапы решения физических задач на компьютере. Использование безразмерных переменных. Погрешности вычислений. Компьютерное моделирование в физике. Численное решение динамических уравнений физики. Изучение колебательного движения. Численные расчеты колебаний молекул и их визуализация. Решение задач по механике, термодинамике и статистической физике, электродинамике, оптике, квантовой физике численными методами. Использование программных пакетов для решения физических задач. Моделирование физических опытов, физические эксперименты на компьютере.

Для освоения курса «вычислительная физика (практикум на ЭВМ)» студенту необходимо решить ряд задач (в форме лабораторных работ), с использованием компьютера и выполнить проект.

Контрольная работа, проект и отчеты по лабораторным работам оцениваются по 100 балльной системе. Итоговая оценка оценивается по среднему арифметическому.

Перечень лабораторных работ, выносимых на экзамен

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК – 2				
Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные				
1.	Задание открытого типа	Обработка результатов физических измерений с использованием электронных таблиц.	Составление задачи в Mathcad	60

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК – 4				
Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил				
2.		Оформление результатов физических исследований с помощью пакета Origin.	Составление задачи в Mathcad	60
3.		Решение уравнений и систем уравнений с использованием пакета Mathcad.	Составление задачи в Mathcad	60
ОПК – 5				
Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем				
4.		Символьные вычисления. Нахождение производных и интегралов.	Составление задачи в Mathcad	60
5.		Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с использованием пакета Mathcad.	Составление задачи в Mathcad	60
6.		Обработка экспериментальных данных в Mathcad.	Составление задачи в Mathcad	60
7.		Использование элементов программирования в Mathcad.	Составление задачи в Mathcad	60
8.		Движение тела под действие силы тяжести, с учетом сопротивления воздуха.	Составление задачи в Mathcad	60
9.		Решение задачи о запуске космического корабля. Движение спутника Земли, Луны	Составление задачи в Mathcad	60
10.		Решение задачи на движение спутника Земли, с учетом маневров.	Составление задачи в Mathcad	60
11.		Нахождение центра тяжести и момента инерции для тел различной формы.	Составление задачи в Mathcad	60
12.		Изучение колебательного движения. Гармонические колебания. Ангармонические колебания.	Составление задачи в Mathcad	60
13.			Изучение колебательного движения. Затухающие колебания. Вынужденные колебания.	Составление задачи в Mathcad
14.	Изучение колебательного движения. Параметрический резонанс. Автоколебания.		Составление задачи в Mathcad	60

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
15.		Изучение колебательного движения. Сложение колебаний продольных (сонаправленных) и перпендикулярных.	Составление задачи в Mathcad	60
ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий				
16.		Изучение колебания молекул с использованием программ Chem Office, Gaussian, Games, Chem Craft.	Составление задачи в Mathcad	60
17.		Распределение Максвела, Больцмана. Нахождение средних значений.	Составление задачи в Mathcad	60
18.		Уравнение Вандер-Ваальса, построение изотерм Вандер-Ваальса.	Составление задачи в Mathcad	60
19.		Построение адиабаты и изотермы идеального газа. Уравнение Пуассона.	Составление задачи в Mathcad	60
20.		Нахождение теплоемкости твердого тела (по Эйнштейну и Дебаю). Зависимость теплоемкости от термодинамической температуры.	Составление задачи в Mathcad	60
21.		Кривая кипения (зависимость давления насыщенного пара от термодинамической температуры). Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	Составление задачи в Mathcad	60
22.		Поле диполя.	Составление задачи в Mathcad	60
23.		Напряженность и потенциал полей. Эквипотенциальные поверхности.	Составление задачи в Mathcad	60
24.		Движение частицы под действием силы Лоренца.	Составление задачи в Mathcad	60
25.		Расчет энергии взаимодействия системы точечных зарядов (постоянная Маделунга)	Составление задачи в Mathcad	60
26.		Распространение света в неоднородной среде. Рефракция (получить форму светового луча среде с переменным показателем преломления $n(x)$, понятие об атмосферной рефракции).	Составление задачи в Mathcad	60
27.		Закон Малюса. Построение интенсивностей в полярной	Составление задачи в Mathcad	60

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		диаграмме.		
28.		Поглощение излучения, расчет коэффициентов поглощений.	Составление задачи в Mathcad	60
29.		Уравнение Шредингера. Распределение плотности вероятности для частицы в потенциальной яме.	Составление задачи в Mathcad	60
30.		Закон радиоактивного распада (дочерние ядра тоже радиоактивные, но с другим периодом полураспада).	Составление задачи в Mathcad	60
31.		Формула Бальмера. Спектр атома водорода	Составление задачи в Mathcad	60
32.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Фигуры Лиссажу.	Составление задачи в Mathcad	60
33.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Маятник.	Составление задачи в Mathcad	60
34.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Движение частиц в центральном поле.	Составление задачи в Mathcad	60
35.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Диффузия.	Составление задачи в Mathcad	60
36.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Броуновское движение.	Составление задачи в Mathcad	60
37.		Использование пакета MatLab для решения физических задач. Модель диодного выпрямителя	Составление задачи в Mathcad	60

Темы проектов

1. Рассеяние частиц в центрально-симметричном потенциальном поле.
2. Структура белых карликов.
3. Структура атома в приближении Хартри-Фока.
4. Решение задачи квантового рассеяния в виде парциальных волн.
5. Двумерная стационарная гидродинамика. Стационарная задача об обтекании тела вязкой несжимаемой жидкостью.
6. Самоорганизация в химических реакциях.
7. Квантовый метод Монте-Карло для моделирования молекулы водорода

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1	<i>Ответ на занятии</i> <i>Выполнение практического задания</i>	за одно выступление	3	В течение семестра
Всего			30	-
Блок бонусов				
2	<i>менее 50% занятий</i>	-	0	В течение семестра
3	<i>50%-75% занятий</i>	-	10	В течение семестра
4	<i>76%-90% занятий</i>	-	20	В течение семестра
5	<i>91%-100% занятий</i>	-	30	В течение семестра
Дополнительный блок**				
6	<i>Экзамен</i>		40	
Всего			40	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	2
<i>Неготовность к занятию</i>	2
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	2

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

8.1. Основная литература:

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. Долгопрудный: Интеллект, 2008.
2. Кравченко В.Ф., Вычислительные методы в современной радиофизике [Электронный ресурс] / Кравченко В.Ф., Лабунько О.С., Лерер А.М., Синявский Г. П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 464 с. - ISBN 978-5-9221-1099-0 - Режим доступа:

8.2. Дополнительная литература:

3. Кунин С. Вычислительная физика. М.: Мир, 1992.
4. Исакова О.П., Тарасевич Ю.Ю. Обработка и визуализация данных физических экспериментов с помощью пакета Origin. Астрахань: АИПКП, 2007.
5. Элькин М.Д., Клинаев Ю.В., Кац А.М. Введение в офисное программирование. Саратов: ПАГС, 2005.
6. Извозчиков В.А., Слуцкий А.М. Решение задач по физике на компьютере. М.: Просвещение, 1999.
7. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. М.: Мир, 1990.
8. Говорухин В.А., Цибулин В.М. Компьютер в математическом исследовании. СПб.: Питер, 2001.
9. Тарасевич Ю.Ю. Информационные технологии в математике. М.: СОЛОН-Пресс, 2003
10. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в Matlab. СПб.: Питер, 2005.
11. Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad. СПб.: Питер, 2008.
12. Гурский Д., Турбина Е. Mathcad для студентов и школьников. СПб.: Питер, 2005.
13. Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. М.: Наука, 2005.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

1. **Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента».** Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru. *Регистрация с компьютеров АГУ*

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА (ПРАКТИКУМ НА ЭВМ)»

Для лекционных занятий необходима аудитория, оборудованная доской и проектором.

Для лабораторных занятий необходим компьютерный класс со специализированным программным обеспечением:

Программный комплекс Mathcad.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).