

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Квантовой электроники»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, д.ф.-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2022 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) _____ 03.03.01 Прикладные математика и физика

Наименование образовательной программы _____

Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр

Форма обучения _____ очная

Программа одобрена на заседании кафедры _____ Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор

_____ Ф.А. Стариков

протокол № _____ « ____ » _____ 2022г.

г. Саров, 2022 г.

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

Программа переутверждена на 202___/202___ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202___/202___ учебный год.
Заведующий кафедрой Зав. кафедрой КЭ д.ф.-м.н., профессор Ф.А. Стариков

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоёмкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/ КЭ	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
5	32	2	72	16	32	-	24	0	Зачет
ИТОГО	32	2	72	16	32	-	24	0	Зачет

АННОТАЦИЯ

Этот курс посвящен изучению дисциплины «Вычислительная математика», которая является самостоятельной дисциплиной, которой должен овладеть современный выпускник высшей школы, независимо от того по какой специальности он будет работать.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс «Вычислительная математика» предназначен для ознакомления студентов с основами вычислительной математики.

Благодаря бурному развитию вычислительной техники современный исследователь имеет в своём распоряжении мощный аппарат для решения различных научно-технических задач. Плодотворное использование современной вычислительной техники невозможно без умелого применения методов приближённого и численного анализа. Основное назначение данного курса – дать систематическое изложение важнейших методов и приёмов вычислительной математики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс «Вычислительная математика» является самостоятельной дисциплиной, которой должен овладеть современный выпускник высшей школы, независимо от того по какой специальности он будет работать.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам аналитической геометрии, алгебры и математического анализа.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
<p>планирование и проведение научных работ в соответствии с утвержденным направлением исследований в области лазерной физики</p>	<p>мощные импульсные лазерные установки РФЯЦ ВНИИЭФ для исследований плотной горячей плазмы с диагностическими комплексами и основным и вспомогательным оборудованием; системы мощных импульсных и непрерывных лазеров различного назначения для лазерно-физических исследований со средствами управления лазерным пучком и контроля лазерного излучения; производственные и технологические процессы лазерно-физических и лазерно-плазменных исследований, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения.</p>	<p>ПК-1 Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p>Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и Опытно-конструкторским разработкам»</p>	<p>З-ПК-1 Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств.</p> <p>У-ПК-1 Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива</p> <p>В-ПК-1 Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых</p>

			технических средств самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы
планирование и проведение научных работ в соответствии с утвержденным направлением исследований в области лазерной физики	мощные импульсные лазерные установки РФЯЦ ВНИИЭФ для исследований плотной горячей плазмы с диагностическими комплексами и основным и вспомогательным оборудованием; системы мощных импульсных и непрерывных лазеров различного назначения для лазерно-физических исследований со средствами управления лазерным пучком и контроля лазерного излучения; производственные и технологические процессы лазерно-физических и лазерно-плазменных исследований, средства их технологического, инструментального, метрологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения.	ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»	З-ПК-3 Знать основные методы исследований, принципы работы приборов и установок в избранной предметной области У-ПК-3 Уметь выбирать необходимые технические средства для проведения экспериментальных исследований в избранной предметной области, обрабатывать полученные экспериментальные результаты В-ПК-3 Владеть навыками работы с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	32	-	24			
Семестр № 5									
1.	Название раздела								
1	Тема 1. Погрешности и приближенные вычисления ана - литических функций	1-3	4	8	-	6	УО	5	
2	Тема 2. Интерполяция и интерполяционные многочлены.	4-6	4	6	-	6	УО	5	
	Рубежный контроль	6			-		УО	10	
3	Тема 3. Численные интегрирование и дифференцирование	7-9	4	6	-	4	УО	5	
4	Тема 4. Численное решение уравнений и систем уравнений	10-12	2	6	-	4	УО	5	
5	Тема 5. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	13-15	2	6	-	4	УО	5	
	Рубежный контроль	16					Тест	10	
	Промежуточная аттестация	Зачет					36	0 - 50	
	Посещаемость							5	
	Итого:							100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Тема 1. Погрешности и их классификация. Приближенные числа и действия с ними.	Учет погрешностей в арифметических операциях. Правила записи приближённых чисел. Округление чисел. Правила подсчёта цифр (Правила Брадиса). Уменьшение погрешностей. Устойчивость. Корректность. Сходимость.
1.2.	Тема 2. Сходимость итерационного процесса. Вычисление значений функций.	Вычисление значений многочлена. Схема Горнера. Вычисление значений рациональных дробей. Применение метода итерации для приближенного вычисления значений функции. Вычисление квадратного корня. Приближение функций. Приближенное нахождение сумм числовых рядов.
1.3.	Тема 3. Вычисление значений аналитической функции.	Вычисление значений показательной функции. Вычисление значений логарифмической функции. Вычисление значений синуса и косинуса. Вычисление значений гиперболического синуса. Вычисление значений гиперболического косинуса. Применение метода итерации для приближенного вычисления значений функции.
1.4.	Тема 4. Вычисление квадратного корня.	Приближение функций. Точечная аппроксимация. Равномерное приближение. Многочлены Тейлора. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Схема Эйткена.
1.5.	Тема 5. Погрешность интерполяции	Линейная интерполяция. Погрешность линейной интерполяции. Минимизация погрешности интерполяции. Многочлены Чебышева. Свойства многочленов Чебышева.
1.6.	Тема 6. Интерполяция равноотстоящими узлами.	Конечные разности. Разделённые разности. Интерполяционный многочлен Ньютона. Обратное интерполирование. Итерационные методы. Интерполирование сплайнами. Построение кубического сплайна.
1.7.	Тема 7. Численное дифференцирование	Аппроксимация производной с помощью отношения конечных разностей. Погрешность численного дифференцирования.
1.8.	Тема 8. Использование интерполяционных формул.	Улучшение аппроксимации. Метод Рунге-Ромберга.
1.9.	Тема 9. Численное интегрирование.	Формула прямоугольников. Формула трапеций. Формула Симпсона.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Тема 10. Формула Ньютона (правило трех восьмых).	Использование сплайнов. Формулы Ньютона-Котеса. Метод Гаусса. Формула Эрмита. Метод Маркова.
2.2.	Тема 11. Формула Чебышева. Особые случаи численного интегрирования.	Кратные интегралы. Применение метода Монте-Карло к вычислению определенных и кратных интегралов.
2.3.	Тема 12. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.	Отделение корней. Уточнение приближенных корней. Теорема об оценке погрешности приближенного корня.
2.4.	Тема 13. Приближенное	Отделение корней. Уточнение приближенных корней. Теоре-

	решение алгебраических и трансцендентных уравнений.	ма об оценке погрешности приближенного корня.
2.5.	Тема 14. Графическое решение уравнений.	Метод половинного деления (дихотомия). Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных).
2.6.	Тема 15. Видоизмененный (упрощенный) метод Ньютона.	Комбинированный метод (хорд и касательных). Метод итераций (метод последовательных приближений) решения уравнений. Оценка погрешности приближения. Метод итерации для решения систем уравнений. Решение систем линейных уравнений. Формулы Крамера. Метод Гаусса.
2.7.	Тема 16. Схема Гаусса выбором главного элемента.	Применение метода Гаусса для вычисления определителей. Метод итерации для решения систем уравнений. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Общее решение и общий интеграл дифференциального уравнения. Частное решение и частный интеграл дифференциального уравнения. Методы решения дифференциальных уравнений.
2.8.	Тема 17. Поле направлений (поле изоклин).	Решение дифференциальных уравнений с помощью поля изоклин. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса.

4.3 Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Название раздела 1	
1.1.	Тема 1.	Оценка погрешности приближённых чисел, арифметические действия с приближенными числами.
1.2.	Тема 2.	Приближённое вычисление значений функций с помощью различных методов.
	Тема 3.	Погрешность вычисления значения функции. Определение допустимой погрешности аргументов по допустимой погрешности функции
	Тема 4.	Контрольная №1
	Тема 5.	Вычисление значений многочлена. Схема Горнера.
	Тема 6.	Вычисление значений функций с помощью степенных рядов.
	Тема 7.	Метод итераций для приближенного вычисления значений функций.
	Тема 8.	Интерполяция дискретных функций многочленами для неравноотстоящих узлов. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Схема Эйткена.
	Тема 9.	Интерполирование дискретных функций многочленами для случая равноотстоящих узлов. Первая и вторая формулы Ньютона. Обратное интерполирование.
2.	Название раздела 2	
2.1.	Тема 10	Контрольная №2.
2.2.	Тема 11.	Численное дифференцирование. Аппроксимация с помощью конечных
	Тема 12.	Приближённое вычисление интегралов. Методов трапеций, Симпсона, Ньютона.
	Тема 13.	Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью

		рядов.
	Тема 14.	Методы последовательного дифференцирования и неопределённых коэффициентов.
	Тема 15.	Решение алгебраических уравнений. Методы хорд, касательных, итераций.
	Тема 16.	Решение систем линейных уравнений. Методов Крамера и Гаусса.
	Тема 17.	Итоговая контрольная.

4.4 Лабораторные занятия

Не предусмотрен.

4.5 Рекомендуемый перечень тем контрольных работ

1. Погрешности чисел, приближённое вычисление значений функций с помощью различных методов.
2. Вычисление значений функций различными методами для случаев равноотстоящих и неравноотстоящих узлов.
3. Численное дифференцирование и интегрирование, решение систем линейных уравнений, решение алгебраических уравнений методами хорд, касательных, итераций.

4.6 Перечень вопросов к зачету:

1. Погрешности и их классификация.
2. Приближенные числа и действия с ними.
3. Учет погрешностей в арифметических операциях.
4. Правила записи приближённых чисел. Округление чисел.
5. Правила подсчёта цифр (Правила Брадиса). Уменьшение погрешностей.
6. Сходимость итерационного процесса. Вычисление значений функций.
7. Вычисление значений многочлена. Схема Горнера. Вычисление значений рациональных дробей.
8. Применение метода итерации для приближенного вычисления значений функции.
9. Вычисление квадратного корня. Приближение функций. Приближенное нахождение сумм числовых рядов.
10. Вычисление значений аналитической функции.
11. Вычисление значений показательной функции.
12. Вычисление значений логарифмической функции.
13. Вычисление значений синуса и косинуса.
14. Вычисление значений гиперболического синуса. Вычисление значений гиперболического косинуса.

15. Применение метода итерации для приближенного вычисления значений функции.
16. Вычисление квадратного корня. Приближение функций.
17. Точечная аппроксимация. Равномерное приближение. Многочлены Тейлора.
18. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
19. Погрешность интерполяции. Линейная интерполяция. Минимизация погрешности интерполяции.
20. Многочлены Чебышева. Свойства многочленов Чебышева.
21. Интерполяция с равноотстоящими узлами.
22. Конечные разности.
23. Разделённые разности.
24. Интерполяционный многочлен Ньютона.
25. Обратное интерполирование.
26. Интерполирование сплайнами.
27. Построение кубического сплайна.
28. Численное дифференцирование. Аппроксимация производной с помощью отношения конечных разностей.
29. Использование интерполяционных формул.
30. Улучшение аппроксимации. Метод Рунге-Ромберга.
31. Численное интегрирование. Формула прямоугольников.
32. Формула трапеций. Формула Симпсона.
33. Формула Ньютона (правило трех восьмых).
34. Использование сплайнов.
35. Метод Гаусса.
36. Особые случаи численного интегрирования.
37. Кратные интегралы. Применение метода Монте-Карло к вычислению определенных и кратных интегралов.
38. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений. 39. Отделение корней. Уточнение приближенных корней.
40. Теорема об оценке погрешности приближенного корня.
41. Графическое решение уравнений. Метод половинного деления (дихотомия).
42. Метод хорд. Метод Ньютона (метод касательных).
43. Видоизмененный (упрощенный) метод Ньютона. Комбинированный метод (хорд и касательных).
44. Метод итераций (метод последовательных приближений) решения уравнений.
45. Метод итерации для решения систем уравнений.
46. Решение систем линейных уравнений. Формулы Крамера. Метод Гаусса.

47. Схема Гаусса с выбором главного элемента. Применение метода Гаусса для вычисления определителей.
48. Метод итерации для решения систем уравнений.
49. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Общее решение и общий интеграл дифференциального уравнения.
50. Частное решение и частный интеграл дифференциального уравнения. Методы решения дифференциальных уравнений.
51. Поле направлений (поле изоклин). Решение дифференциальных уравнений с помощью поля изоклин.
52. Метод Эйлера. Метод Эйлера с пересчетом.
53. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса.

4.6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

Не предусмотрен.

4.7 Рекомендуемый перечень домашних занятий

1. Погрешности чисел и арифметических действий
2. Погрешности вычисления значений функций
3. Метод степенных рядов и итераций для приближенного вычисления значений функций.
4. Первая и вторая формулы Ньютона, интерполяционный многочлен Лагранжа.
5. Численное дифференцирование и интегрирование.
6. Решение систем линейных уравнений и алгебраических уравнений.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 5				
Раздел 1	Тема 1. Погрешности и их классификация. Приближенные числа и действия с ними.	ПК-1, ПК-3	3-ПК-1;У-ПК-1; В-ПК-1 3-ПК-3;У-ПК-3 В-ПК-3	УО
	Тема 2. Сходимость итерационного процесса. Вычисление значений функций.			
	Тема 3. Вычисление значений аналитической функции.			
	Тема 4. Вычисление квадратного корня.			
	Тема 5. Погрешность интерполяции			
	Тема 6. Интерполяция с равноотстоящими узлами.			
	Тема 7. Численное дифференцирование			
	Тема 8. Использование интерполяционных формул.			
	Тема 9. Численное интегрирование.			
Рубежный контроль				КР
Раздел 2	Тема 10. Формула Ньютона (правило трех восьмых).	ПК-1, ПК-3	3-ПК-1;У-ПК-1; В-ПК-1 3-ПК-3;У-ПК-3 В-ПК-3	УО
	Тема 11. Формула Чебышева. Особые случаи численного интегрирования.			
	Тема 12. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.			
	Тема 13. Приближенное решение алгебраических и трансцендентных уравнений.			
	Тема 14. Графическое решение уравнений.			
	Тема 15. Видоизмененный (упрощенный) метод Ньютона.			

	Тема 16. Схема Гаусса с выбором главного элемента.			
	Тема 17. Поле направлений (поле изоклин).			
	Рубежный контроль	ПК-1 ПК-3	3-ПК-1;У-ПК-1; В-ПК-1 3-ПК-3;У-ПК-3 В-ПК-3	КР
	Промежуточная аттестация	ПК-1 ПК-3	3-ПК-1;У-ПК-1; В-ПК-1 3-ПК-3;У-ПК-3 В-ПК-3	Зачет

5.2. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	Оценка «удовлетворительно» выставля-
65-69			

60-64	но»	Е	ется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Б.П. Демидович, И.А. Марон, Основы вычислительной математики, Наука, М., 1966.
2. А.А. Самарский, А.В. Гулин, Численные методы, Наука, М., 1989.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова, Высшая математика в упражнениях и задачах, Высшая школа, М., 1980.
2. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков, Численные методы, Наука, М., 1987.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Национальная платформа открытого образования

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится на базе учебных лабораторий кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ учебных корпусов... Основная. лаборатории оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных макетами ЛР с соответствующим комплектом средств измерений и объектами исследований. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по курсовому проек-

тированию курсовых проектов.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени. Электронный материал доступен студентам для использования и самостоятельного изучения на сайте кафедры по адресу <http://dozen.mephi.ru>.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки: 03.03.01 «Прикладные математика и физика», профиль подготовки: «Квантовая оптика и лазерная физика»

Автор(ы): старший преподаватель кафедры КЭ

Рецензент(ы): Зав кафедрой КЭ