

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 «Прикладной математики»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.

_____ **А.К. Чернышев**

«___» _____ **2023 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Элементы прикладной математики: введение в специальность

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Наименование образовательной программы	Высокопроизводительные вычисления и технологии параллельного программирования
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Программа одобрена на заседании кафедры	Зав. кафедрой ПМ, д.ф-м.н.
	_____ Р.М. Шагалиев
протокол № _____ от _____ 20 _____ г.	«___» _____ 2023 г.

г. Саров, 2023 г.

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф-м.н.

Р.М. Шагалиев

Программа переутверждена на 202____/202____учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФИТЭ, ФТФ на 202____/202____ учебный год.

Заведующий кафедрой ПМ, д.ф-м.н.

Р.М. Шагалиев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗсО/	Интерактивные часы
3	16	1	36	16	16	-	4	-	Зач	8
4	16	1	36	16	16	-	4	-	Зач	8
ИТОГО	32	2	72	32	32	-	8	-	-	16

АННОТАЦИЯ

Этот курс посвящен изучению простейших задач прикладной математики и методов их решения, основанных на методах как элементарной, так и высшей математики, с использованием ЭВМ для проведения расчётов и анализа данных. Предполагается приобретение практических навыков в решении стандартных задач прикладной математики, и закрепление навыков по программированию и компьютерной визуализации.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: знакомство студентов с задачами прикладной математики на простейших примерах, и методами их решения, которыми постоянно приходится пользоваться специалистам в области прикладной математики. По ходу изучения дисциплины целесообразно акцентировать внимание на применении пройденного материала по другим дисциплинам математического цикла. Важной частью также является обучение применению различных программных средств для построения графиков, оформления текста с математическими формулами.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Элементы прикладной математики: введение в специальность» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений рабочего учебного плана по направлению 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Изучение дисциплины предполагает у студентов владение материалом дисциплин:

- ✓ «Математический анализ – 1, 2»;
- ✓ «Алгебра и геометрия»;
- ✓ «Математический анализ – 3, 4»;
- ✓ «Дифференциальные уравнения».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

Универсальные компетенции (УК)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

Профессиональные компетенции (ПК)

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			
разработка и использование математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-2 Способен понимать, применять и совершенствовать современный математический аппарат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	З-ПК-2 знать современный математический аппарат, используемый при описании, решении и анализе различных прикладных задач У-ПК-2 использовать современный математический аппарат для построения математических моделей и алгоритмов решения различных прикладных задач В-ПК-2 владеть навыками применения современного математического аппарата для

			построения математических моделей различных процессов, для обработки экспериментальных, статистических и теоретических данных, для разработки новых алгоритмов и методов исследования задач различных типов
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
разработка и использование математических, информационных и имитационных моделей по тематике выполняемых научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ	математическое моделирование и высокопроизводительные вычисления в задачах механики сплошной среды и физики высоких плотностей энергии; разработка прикладных программных комплексов; разработка высокопроизводительных ЭВМ и программного обеспечения для них; компьютерное сопровождение и обработка результатов физических экспериментов	ПК-3 Способен осуществлять целенаправленный поиск в сети Интернет и других источниках информации о научных достижениях в области прикладной математики, а также о современных программных средствах, относящихся к предмету исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»	З-ПК-3 знать основные референтные базы данных научных публикаций, поисковые системы научной литературы; У-ПК-3 уметь осуществлять поиск научной литературы с использованием существующих поисковых систем и референтных баз данных; В-ПК-3 владеть навыками поиска научной литературы;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			32	32	-	8		
Семестр 3								
1.	Аппроксимации							
1.1.	Постановка задач прикладной математики. Особенности практических вычислений.	1-2	1	1				
1.2.	Аппроксимации и интерполяции	3-8	3	3				
Рубежный контроль		8	Тест					25
2.	Линейные задачи							
2.1.	Системы линейных уравнений	9-12	2	2				
2.2.	Движения на плоскости	13-15	2	1				
Рубежный контроль		16 (15)	Тест					30
Промежуточная аттестация		Зачет					36 / 0	0 - 50
Посещаемость								5
Итого:			16	16	-	4		100
Семестр 4								
3.	Движения в пространстве							
3.1.	Вращения и симметрии	1-3	2	1				
3.2.	Построение правильных многогранников	4-8	2	3				

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС	Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			32	32	-	8		
..	..							
Рубежный контроль		8	Тест					
4.	Задачи естествознания							
4.1	Функциональные соотношения	9-12	1	2				
4.2	Дифференциальные уравнения	13-15	2	1				
Рубежный контроль		15	Тест					
Промежуточная аттестация		Зачет					36 / 0	0 - 50
Посещаемость								
Итого:			16	16	-	4		100

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Аппроксимации	
1.1.	Постановка задач прикладной математики. Особенности практически вычислений.	Приближённые вычисления, компьютерная запись числа, использование производной и разложения в ряд.
1.2.	Аппроксимации и интерполяции	Кусочно-линейная интерполяция, сплайн-интерполяция. Кусочно-линейная интерполяция двумерной зависимости. Определение площади треугольника по его вершинам, геометрический смысл определителя матрицы 2×2 . Векторное произведение в двумерном и трёхмерном пространстве. Геометрический смысл определителя матрицы $n \times n$. Формула замены переменной в определённом интеграле. Отличие кусочно-линейной и билинейной интерполяций в двумерном случае. Необходимые условия экстремума. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Многочлены, их свойства. Вычисление значений многочленов, схема Горнера. Бином Ньютона (для целых и дробных показателей). Многочлены Бернштейна. Сплаины Безье
2.	Линейные задачи	
2.1.	Системы линейных уравнений	Запись систем линейных уравнений, условия совместности. Алгоритм метода Гаусса-Жордана, его программная реализация
2.2.	Движения на плоскости	Движения евклидова пространства; движения плоскости: параллельный перенос, поворот, симметрия. Уравнения движений плоскости.
3	Движения в пространстве	
3.1	Вращения и симметрии	Движения трехмерного пространства: параллельный перенос, поворот, симметрия. Уравнения движений плоскости. Углы Эйлера. Движения сферы и дробно-линейные преобразования плоскости
3.2	Построение правильных многогранников	Формула Эйлера для многогранников, описание правильных многогранников. Расчёт координат вершин правильных икосаэдра и додекаэдра. Сферическая тригонометрия. Программа построения правильных многогранников с использованием вращений пространства.
4.	Задачи естествознания	
4.1	Функциональные соотношения	Уравнение Гамеля. Радиоактивный распад, цепная реакция и атомный котел. Распределение времени до поломки.
4.2	Дифференциальные уравнения	Движение тела переменной массы, барометрическая формула падение тел в атмосфере, математический и физический маятник

Практические/семинарские занятия

Разделы и содержание идёт в соответствии с лекционными занятиями.

Лабораторные занятия

Отсутствуют

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Элементы прикладной математики: введение в специальность».

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 3				
Раздел 1	Тема 1. Постановка задач прикладной математики. Особенности практических вычислений. Тема 2. Аппроксимации и интерполяции	УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-4
Рубежный контроль		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Тест –8
Раздел 2	Тема 1. Системы линейных уравнений	УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-12
	Тема 2. Движения на плоскости		3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	
Рубежный контроль		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Тест – 15 (16)

Промежуточная аттестация		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Зачет
Семестр 4				
Раздел 1	Тема 1. Вращения и симметрии	УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-4
	Тема 2. Построение правильных многогранников		3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	
Рубежный контроль		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Тест –8
Раздел 2	Тема 1. Функциональные соотношения	УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	УО-12
	Тема 2. Дифференциальные уравнения		3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	
Рубежный контроль		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Тест –15 (16)
Промежуточная аттестация		УК-1 ПК-2 ПК-3	3-УК-1; У-УК-1; В-УК-1 3-ПК-2; У-ПК-2; В-ПК-2 3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК-3	Зачет

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Примерные вопросы к зачету

а) Типовые вопросы:

- i) Выписать формулы кусочно-линейной интерполяции
- ii) Получить формулы для аппроксимации методом наименьших квадратов
- iii) Как численно найти определитель матрицы
- iv) Как численно найти обратную матрицу
- v) Решить уравнение гармонического осциллятора.
- vi) Найти приближённое решение дифференциального уравнения с малым параметром.

б) Оценка за зачёт определяется из двух составляющих: семестровой суммы баллов, получаемых по накопительной системе работы студента в семестре, и баллов, полученных в процессе экзамена. Для допуска к экзамену необходимо в семестре набрать не менее 30 баллов. Задания на зачёт составляются на определение степени освоения компетенций и включают 2 составляющие: теоретическую -- для выявления степени компетенций <<знать>>, <<владеть>>, и практическую -- для выявления степени компетенций <<уметь>>, <<владеть>>. Для

получения положительной оценки необходимо за экзамен получить не менее 30 баллов, максимальное число баллов за зачёт — 50.

в) При контроле правильности решения задач рекомендуется использовать стандартную <<четырёхбалльную>> систему: 100% - задача решена полностью; 70% - имеется существенный задел в решении, хотя полного решения нет; 30% - сделано несколько шагов в направлении правильного решения, существенного продвижения нет; 0% - ничего содержательного по решению не сделано. Помимо умения решать задачи при всех формах контроля целесообразна проверка знания основных определений и формулировок теорем, пройденных к соответствующему моменту. При контроле знания формулировок и определений предлагается пользоваться двубалльной системой – «правильно» (100%) и «неправильно» (0%).

5.2.2. Примерные темы домашнего задания

а) типовые задания:

- i) Написать программу построения линейной интерполяции, и вычисления её производной и первообразной
- ii) Написать программу построения сплайн-интерполяции
- iii) Написать программу построения аппроксимации методом наименьших квадратов
- iv) Написать программу решения системы линейных уравнений методом Гаусса-Жордана
- v) Написать программу реализующую симметрию относительно плоскости в трёхмерном пространстве
- vi) Написать программу построения заданного правильного многогранника.

б) критерии оценивания в целом аналогичны представленным в п. 5.2.1 б)

в) шкала оценивания в целом аналогична представленной в п. 5.2.1 в). При контроле правильности написания программы она должна безошибочно компилироваться, допускать вариацию начальных данных и пр.

5.3. 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	
65-69	3 «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется 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.
60-64			
Ниже 60	2 «неудовлетворительно»	F	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. Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д. Элементы математической физики
2. Зорич В.А. Язык естествознания. М.: МЦНМО, 2011.
3. Зорич В.А. Математический анализ, т. 1,2. М.: МЦНМО, 2012.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Арнольд В.И. Математическое понимание природы. М.: МЦНМО, 2011.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Для выполнения домашних работ требуется компилятор программ C++ (свободно распространяемый, например, mingw), а также полезны будут интегрированные средства разработки (свободно распространяемые, например, Code Blocks), и программы компьютерной визуализации (свободно распространяемые, например, gnuplot).

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Национальная платформа открытого образования

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Не предусмотрено.

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>.

На сайте кафедры также находится методический и справочный материал, необходимый для проведения лабораторного практикума по курсу.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучаемых. Такие моменты требуется также закреплять самостоятельным написанием программ, решающих соответствующие задачи. Особенно следует подчёркивать, что методы, рассматриваемые в курсе, являются каждодневным инструментарием работающего специалиста в области прикладной математики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил: старший преподаватель кафедры ПМ

М.А. Вронский

Рецензент: