

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.
АММОСОВА»

Политехнический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный
университет имени М.К. Аммосова» в г. Мирном.
Кафедра фундаментальной и прикладной математики

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.26 Численные методы

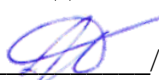
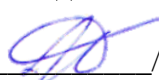


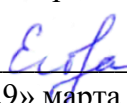
для программы бакалавриата

по направлению подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Форма обучения: очная

Автор: Константинова Туйаара Петровна, старший преподаватель кафедры фундаментальной и
прикладной математики, МПТИ(ф) СВФУ, tr.konstantinova@s-vfu.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики  _____/Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.	ОДОБРЕНО Заведующий кафедрой фундаментальной и прикладной математики  _____/Гадоев М.Г. протокол № <u>3</u> от «22» февраля 2019 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОП пройден Ст.диспетчер УМО  _____/ Баишева О.Ю. «28» марта 2019 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМС  /Константинова Т.П./ протокол УМС № <u>3</u> от «29» марта 2019 г.		Эксперт УМС  _____/ Егорова М.В. «29» марта 2019 г.

Мирный 2019

АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.О.26 Численные методы
Трудоемкость 5 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель освоения: в данном курсе изучаются основы работы с системами аналитических и численных вычислений: Mathematica версии 5.0 и выше или Maple версии 6 и выше.

Краткое содержание дисциплины: Интерполяция и приближение функций. Сплайн интерполяция. Поиск корней нелинейных уравнений. Итерационные методы. Метод Ньютона. Отделение корней. Комплексные корни. Решение систем уравнений. Вычислительные методы линейной алгебры. Задачи на собственные значения. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Численное интегрирование быстро осциллирующих функций. Многомерные интегралы. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Интегрирование уравнений второго и высших порядков. Поиск экстремума, одномерная и многомерная оптимизация. Методы математического программирования. Обработка экспериментальных данных.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК	ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает: математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и	Знать: основные понятия математического аппарата численного анализа; численные методы решения задач прикладной математики, методы интерполяции и методы статистической обработки данных при описании прикладных процессов. Уметь: реализовать теорию численных методов в процессе решения прикладных задач естествознания и техники на компьютере с использованием инструментария специализированного программного обеспечения (Mathcad, Matlab и др. пакеты математических программ), возможностей методов алгоритмизации и	Выполнение практических заданий, тест, устный опрос

		эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.	программирования на любом выбранном языке программирования. Владеть: методами теории численных методов при решении различных задач прикладного характера с применением возможностей вычислительной техники, новых информационных технологий и методов программирования.	
--	--	--	---	--

1.3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.26	Численные методы	6	Б1.О.13 Математический анализ I Б1.О.14 Математический анализ II Б1.О.15 Математический анализ III Б1.О.16 Алгебра и аналитическая геометрия	Б1.О.27 Операционные системы Б1.О.35 Системы программирования Б1.В.ДВ.08.01 Теоретические основы компьютерной безопасности Б1.В.ДВ.08.02 Защита информации

1.4. Язык преподавания: Русский

2. Объем дисциплин в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.О.26 Численные методы	
Курс изучения	3	
Семестр (ы) изучения	6	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	6 семестр	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	5	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	180	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	91	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	36	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	51	
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	51	
- лабораторные работы	-	
- практикумы	-	
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	6	
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	62	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	27	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

	Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
			Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
1	Основные сведения теории погрешностей	21	5		8	-	-	-	-	-	-	8
2	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	22	5		7	-	-	-	-	-	1	9
3	Решение нелинейных уравнений	22	5		7	-	-	-	-	-	1	9
4	Приближение и интерполяция функций	22	5		7	-	-	-	-	-	1	9
5	Численное дифференцирование и интегрирование	23	5		8	-	-	-	-	-	1	9
6	Приближённое вычисление обыкновенных дифференциальных уравнений	23	5		8	-	-	-	-	-	1	9
7	Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	22	6		6	-	-	-	-	-	1	9
	Всего часов	153	36		51	-	-	-	-	-	6	62

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Основные сведения теории погрешностей.

Источник ошибок. Распространение ошибок. Графы вычислительных процессов. Округление чисел. Значащие и верные цифры. Общая формула погрешностей. Обратная задача теории погрешностей. Вероятностная оценка погрешностей.

Тема 2. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений.

Решение систем линейных уравнений методом обратной матрицы. Метод Гаусса с

выбором главного элемента для решения СЛАУ. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя.

Тема 3. Решение нелинейных уравнений.

Отделение корней, основные методы отделения корней. Уточнение корней. Метод хорд и касательных. Комбинированный метод. Модифицированный метод Ньютона. Метод итераций. Геометрическая интерпретация. Применение метода итераций для вычисления значений функций. Оценка точности методов.

Тема 4. Приближение и интерполяция функций.

Общая задача и алгоритмы приближения. Интерполирование табличных функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Схема Эйткина для интерполирования. Интерполяционные формулы Ньютона. Применение интерполяции для решения уравнений. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.

Тема 5. Численное дифференцирование и интегрирование.

Задача численного дифференцирования и её решение. Численное интегрирование. Основные квадратурные формулы. Методы трапеций, Симпсона, Ньютона. Оценка точности численного интегрирования. Выбор оптимального шага при численном дифференцировании и интегрировании. Квадратурная формула Чебышева.

Тема 6. Приближённое вычисление обыкновенных дифференциальных уравнений.

Приближённое решение ДУ. Задача Коши. Интегрирование ДУ с помощью рядов. Методы последовательных приближений и последовательного дифференцирования. Метод неопределённых коэффициентов. Численные табличные методы решения ДУ. Метод Эйлера, уточнение метода. Методы прогноза и коррекции. Метод Рунге-Кутты. Методы Милна и Адамса. Метод Крылова отыскания «начального отрезка».

Тема 7. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Содержание темы: Основные методы построения и анализа разностных схем. Уравнение Лапласа. Смешанная задача для уравнения теплопроводности.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе чтения лекций применяются презентации, содержащие различные виды информации: текстовую, звуковую, графическую, анимации. На практических занятиях – использование тестовых программ для закрепления и контроля знаний, электронных обучающих тетрадей, интерактивных задачник с разным уровнем сложности представления информации.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Подготовка к лекциям, практическим занятиям и коллоквиумам.
2. Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины (модуля), составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных (практических) работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе
5. Выполнение домашних заданий
6. Подготовка к промежуточной аттестации.

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основные сведения теории погрешностей	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	8	Оценка по бально-рейтинговой системе
2	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	9	Оценка по бально-рейтинговой системе
3	Решение нелинейных уравнений	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	9	Оценка по бально-рейтинговой системе
4	Приближение и интерполяция функций	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	9	Оценка по бально-рейтинговой системе
5	Численное дифференцирование и интегрирование	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	9	Оценка по бально-рейтинговой системе
6	Приближённое вычисление обыкновенных дифференциальных уравнений	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного теоретического материала	9	Оценка по бально-рейтинговой системе
7	Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных	- Подготовка к лекции - Подготовка к защите лабораторной работы - Выполнение расчетно-графической работы - Изучение дополнительного	9	Оценка по бально-рейтинговой системе

	теоретического материала		
		62	

|

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Проработка теоретического материала	5	8
Решение задач	17	26
Контрольная работа по входу	3,5	5
Тематические контрольные работы	9,5	15
Коллоквиум	6,5	10
Мини-контрольные	3,5	6
Количество баллов для допуска к экзамену (min-max)	45	70

Образец регламента для курсовой работы

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов(min)	Количество баллов (шах)
Подготовка	15	30
Сбор материала	5	10
Решение задач	5	10
Оформление работы	5	10
Сдача готовой работы во время	5	10
Защита курсовой работы	10	30
Количество баллов для допуска к защите (min-max)	45	70

• на защиту курсовой работы/проекта рекомендуется выделить 30 баллов.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (дескриптор) (по П.1.2.РПД)	Уровень освоения	Критерий оценивания	Оценка
ОПК-2	Знает: математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы оценки качества,	Знать: основные понятия математического аппарата численного анализа; численные методы решения задач прикладной математики, методы интерполяции и методы статистической обработки данных при описании прикладных	Высокий	Освоены все компетенции. Студент показывает отличные теоретические и практические знания по дисциплине. Может самостоятельно найти пути решения поставленной задачи.	отлично
			Базовый	Студент показывает хорошие знания по дисциплине. Может	хорошо

	надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.	процессов. Уметь: реализовать теорию численных методов в процессе решения прикладных задач естествознания и техники на компьютере с использованием инструментария специализированного программного обеспечения (Mathcad, Matlab и др. пакеты математических программ), возможностей методов алгоритмизации и программирования на любом выбранном языке программирования. Владеть: методами теории численных методов при решении различных задач прикладного характера с применением возможностей вычислительной техники, новых информационных технологий и методов программирования.		применять полученные знания при решении базовых прикладных задач.	
			Минимальный	Студент показывает хорошие теоретические знания. Знает основные алгоритмы решения задач.	удовлетворительно
			Не освоены	Знания студента по дисциплине минимальны.	неудовлетворительно

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ОПК-2	Знает: математические основы программирования и языков программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования; математические методы	Знать: - основные понятия элементарной теории погрешностей Уметь: - вычислять абсолютную и относительную погрешности чисел, определить верные цифры числа. Владеть: - навыками программирования численных методов в	Основные сведения теории погрешностей	1. Особенности расчетов с использованием вычислительной техники. Причины возникновения ошибок округления. Процесс округления чисел. Способы округления 2. Представление чисел в компьютере. Внутренняя и внешняя форма. Представление числа с фиксированной и плавающей точкой. 3. Абсолютная и относительная

<p>оценки качества, надежности и эффективности программных продуктов; математические методы организации информационной безопасности при разработке и эксплуатации программных продуктов и программных комплексов. Умеет использовать этот аппарат в профессиональной деятельности. Имеет навыки применения данного математического аппарата при решении конкретных задач.</p>	<p>пакетах математических программ.</p>		<p>погрешность вычисления.</p>
	<p>Знать: - прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений Уметь: - применять прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений в решении прикладных задач. Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических программ.</p>	<p>Численное решение систем линейных алгебраических уравнений</p>	<p>4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором ведущего элемента и без выбора. 5. Метод прогонки. 6. Метод простой итерации 7. Метод Зейделя.</p>
	<p>Знать: - основные методы решения нелинейных уравнений Уметь: - применять методы решения нелинейных уравнений в решении прикладных задач. Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических программ.</p>	<p>Решение нелинейных уравнений</p>	<p>8. Решение нелинейных уравнений. Постановка задачи. Отделение корней. Понятия погрешности и навязки. Плохая обусловленность задачи. 9. Метод половинного деления. 10. Метод Ньютона. 11. Метод секущих. 12. Метод хорд 13. Алгоритмы, особенности методов. Геометрическая интерпретация. 14. Сходимость метода, типы сходимости. Условия глобальной сходимости метода Ньютона. 15. Теорема о сжимающем отображении (с доказательством). 16. Решение нелинейных уравнений. Метод итераций. Условия сходимости. Геометрическая интерпретация.</p>
<p>Знать: - интерполяционные формулы Уметь: - применять интерполяционные формулы. Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических</p>	<p>Приближенные и интерполяционные функции</p>	<p>17. Постановка задачи интерполяции. Интерполяция степенными полиномами. 18. Интерполяционный полином Лагранжа. 19. Интерполяционный полином Ньютона. 20. Кусочная интерполяция. Линейная интерполяция. Точность интерполяции. Факторы, определяющие</p>	

	программ.		точность интерполяции. 21. Интерполяционный процесс Эйткена.
	<p>Знать: - методы приближенного вычисления интегралов</p> <p>Уметь: - применять методы приближенного вычисления интегралов в решении прикладных задач.</p> <p>Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических программ.</p>	Численное дифференцирование и интегрирование	<p>22. Численное вычисление определенного интеграла. Формула прямоугольников. Формула трапеций Формула Симпсона. Остаточные члены формул.</p> <p>23. Составные квадратурные формулы. Принципы оценки количества шагов в составной квадратурной формуле. Вычисление определенного интеграла по схеме Ромберга.</p> <p>24. Постановка задачи численного дифференцирования. Принципы ее решения.</p> <p>25. Аппроксимация. Постановка задачи аппроксимации в заданном классе функций. Критерии аппроксимации.</p> <p>26. Построение системы нормальных уравнений при аппроксимации по методу наименьших квадратов.</p>
	<p>Знать: - численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений</p> <p>Уметь: - применять методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений в решении прикладных задач.</p> <p>Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических программ.</p>	Приближенное вычисление обыкновенных дифференциальных уравнений	<p>27. Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи. Приближенные аналитические методы. Общая характеристика одношаговых методов. Шаг, порядок метода.</p> <p>28. Общая характеристика методов Рунге- Кутта. Метод Рунге-Кутта первого и второго порядка.</p> <p>29. Типы и классификация ошибок численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод вычисления локальных ошибок с помощью изменения шага интегрирования. Выбор шага интегрирования и организация автоматического выбора шага при интегрировании одношаговыми методами.</p> <p>30. Методы прогноза-коррекции для решения систем обыкновенных</p>

				<p>дифференциальных уравнений. Общая характеристика. Сравнительная характеристика методов интегрирования систем дифференциальных уравнений.</p> <p>31. Проблемы устойчивости численных методов интегрирования систем дифференциальных уравнений. Неявные методы интегрирования систем дифференциальных уравнений. Основные понятия. Неявный метод Эйлера.</p>
		<p>Знать: -приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных</p> <p>Уметь: - применять Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных в решении прикладных задач. Владеть: - навыками программирования численных методов в пакетах математических программ.</p>	<p>Приближенные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных</p>	<p>32. Приближенное решение дифференциального уравнения Лапласа</p> <p>33. Приближенное решение дифференциального уравнения параболического типа</p> <p>34. Приближенное решение дифференциального уравнения гиперболического типа</p>

6.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания

Промежуточная аттестация проходит в виде двух контрольных недель и рубежного среза согласно Положения о балльно-рейтинговой системе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	МПТИ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература				
1	Волков Е.А. Численные методы // учебное пособие. - СПб.: Лань, 2004		18	-
2	Срочко В.А. Численные методы. Курс лекций // учебное пособие. – СПб.: Лань, 2010	УМО	18	https://e.lanbook.com/book/378
Дополнительная литература				
1	Н. С. Бахвалов и др. Численные методы в задачах и упражнениях // учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2000		18	-
3	Самарский А.А. Численные методы решения обратных задач математической физики // учебное пособие. - М.: ЛКИ, 2015		5	

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоении дисциплины

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru
2. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине необходимо иметь кабинет с проектором и экраном для наглядной демонстрации материала по лекции и практическим занятиям.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

Пакет локальных офисных программ для работы с документами (лицензия № 62235736 от 06.08.2013 г.) АО «СофтЛайн Интернет Трейд» на право использование программ для ЭВМ: Microsoft (Windows, Office).

10.3. Перечень информационных справочных систем

Использование на занятиях электронных изданий, мультимедиа лекций.

