Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Иванов А.Г.
подпись
«_01_» __июля_____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.05 Численные методы

Направление подготовки/
специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль) /
специализация математическое моделирование

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2016

Рабочая программа дисциплины Численные методы составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:
Д.Г. Сокол, доцент, канд.физ.-матем.наук, б/зв
И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание _____ подпись

Рабочая программа дисциплины Численные методы утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики
протокол № 13 « 07 » июня 2016г.
Заведующий кафедрой (разработчика) Гайденко С.В.
фамилия, инициалы _____ подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры
протокол № 14 « 07 » июня 2016 г.
Заведующий кафедрой (выпускающей) Барсукова В.Ю.
фамилия, инициалы _____ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 3 « 20 » июня 2016г.
Председатель УМК факультета Титов Г.Н.
фамилия, инициалы _____ подпись

Рецензенты:

Профессор кафедры прикладной математики
Кубанского государственного университета
кандидат физико-математических наук доцент Кармазин В.Н.

Доктор экономических наук, кандидат
технических наук, профессор кафедры
компьютерных технологий и систем КубГАУ Луценко Е.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель дисциплины.

Изложить основы численных методов решения основных математических задач на ЭВМ, показать приемы и методы построения дискретных моделей основных задач анализа и дифференциальных уравнений.

1.2 Задачи дисциплины.

Основная задача курса – формирование у студента представлений о численных методах решения задач на ЭВМ. Углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики. Студенты должны быть готовы использовать полученные в этой области знания как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности.

Воспитательными задачами курса являются: воспитание самостоятельности, ответственности, умения самостоятельно работать с тематической литературой и решать поставленные задачи средствами MathCAD и Maple.

Выработка навыков использования специализированных математических пакетов как инструмента решения прикладных задач является необходимым требованием в современных условиях, что указывает на актуальность данной учебной дисциплины. Изучение дисциплины сопровождается рассмотрением возможностей программирования пакетов MathCAD и Maple, на которых реализуются изучаемые вычислительные алгоритмы. Прежде всего, это позволяет раскрыть возможности указанных пакетов в плане профессиональной деятельности: как преподавания, так и построения электронных учебных пособий. Кроме того, высока методическая ценность: в отличие от систем программирования Pascal, Delphi, C++ и др., это позволяет сочетать реализацию численных алгоритмов с аналитическими преобразованиями компьютерной алгебры и разнообразным 2-х и 3-хмерным графическим представлением.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к базовой части Блока 1. При освоении материалов курса от обучающегося требуется подготовка по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Функциональный анализ», «Дифференциальные уравнения», а также умения и навыки, полученные при освоении курса «Программирование». Данное обстоятельство свидетельствует о тесной межпредметной связи курса «Численные методы» с остальными дисциплинами.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: ОК-7, ОПК-1, ПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	Основы теории погрешностей и теории приближений.	Численно решать уравнения, применяя для этого следствия из теоремы о сжи-	Методами и технологиями разработки численных методов для задач из

				мающих отображениях.	следующих разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.
2.	ОПК-1	Готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры,линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности	Основные численные методы алгебры. Методы построения интерполяционных многочленов. Методы численного дифференцирования и интегрирования.	Использовать основные понятия теории среднеквадратичных приближений для построения элемента наилучшего приближения (в интегральном и дискретном вариантах). Интерполировать и оценивать возникающую погрешность.	Методами и технологиями разработки численных методов для задач из следующих разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.
3.	ПК-1	Способностью к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	Методы численного решения дифференциальных уравнений.	Применять формулы численного дифференцирования и интегрирования. Применять методы численного решения диф-	Методами и технологиями разработки численных методов для задач из следующих разделов: теория аппроксима-

				ференциальных уравнений.	ции, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			7	8
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		**144**	**72**	**72**
Занятия лекционного типа		72	36	36
Лабораторные занятия		72	36	36
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-
		-	-	-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:				
Курсовая работа		-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		30	15	15
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		-	-	-
Реферат		-	-	-
Подготовка к текущему контролю		33,5	16,8	16,7
Контроль:				
Подготовка к экзамену		36-	-	36
Общая трудоемкость	**час.**	**252**	**108**	**144**
	в том числе контактная работа	**152,5**	**76,2**	**76,3**
	зач. ед.	**7**	**3**	**4**

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛЗ	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Приближение функций	34	12		12	10
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	35	12		12	11
3.	Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера.	34,8	12		12	10,8
	Итого за семестр:		36		36	31,8

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ	ЛР	СРС	К
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности. Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближённому	38	8		8	10	12
2.	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя. Метод прогонки. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.	56	16		16	12	12

3.	Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы. Метод сеток.	45,7	12		12	10	11,7
	Итого по дисциплине:		36		36	32	35,7

2.3 Содержание разделов дисциплины:
2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Приближение функций	Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Приближённые числа и действия с ними. Приближение функций многочленами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Интерполяционный полином в форме Ньютона. Кубические сплайны. Метод наименьших квадратов, тригонометрический многочлен. Сглаживание наблюдений.	Проверка домашнего задания
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования. Численное интегрирование. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Правило Рунге и уточнение по Ричардсону. Метод Монте-Карло.	Проверка домашнего задания
3.	Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обратной матрицы. Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя. Метод прогонки. Частичные проблемы собственных значений матрицы. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.	Проверка домашнего задания
4.	Обыкновенные	Численные методы решения задачи Ко-	Проверка

	дифференциальные уравнения и уравнения математической физики	ши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности. Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближённому. Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы. Метод сеток.	домашнего задания

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Семинарские занятия – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Приближение функций	Проверка домашнего задания
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	Проверка домашнего задания
3.	Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры	Проверка домашнего задания
4.	Обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения математической физики	Проверка домашнего задания

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Работа с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме	1. Бахвалов, Н.С. Численные методы : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков.— Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. https://e.lanbook.com/book/70767 2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. https://e.lanbook.com/book/70743 3. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и
2	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям	

3	Выполнение домашних заданий	упражнения : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков.— Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. https://e.lanbook.com/book/90239 4. Волков, Е.А. Численные методы : учеб.. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. https://e.lanbook.com/book/54 5. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций : учеб. пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. https://e.lanbook.com/book/378 6. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. https://e.lanbook.com/book/537
4	Подготовка к зачету	

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Интерполяционные полиномы»	4
		Круглый стол на тему: «Кубические сплайны, тригонометрический многочлен»	4
		Дискуссия на тему: «Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона»	4
		Круглый стол на тему: «Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений»	6
8	Лекционные занятия	Лекция-дискуссия на тему: «Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы»	2
		Лекция-диалог на тему: «Итерационные методы решения линейных систем»	2
		Лекция-дискуссия на тему: «Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравне-	4

		ний»	
		Лекция-диалог на тему: «Решение системы алгебраических уравнений»	4
		Лекция-дискуссия на тему: «Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных»	6
	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ»	4
		Круглый стол на тему: «Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры»	6
		Дискуссия на тему: «Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений»	6
		Круглый стол на тему: «Методы приближенного решения систем алгебраических уравнений»	4
		Дискуссия на тему: «Уравнения математической физики»	4
		Круглый стол на тему: «Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных»	6
		Дискуссия на тему: «Явные и неявные разностные схемы»	6
Итого:			72

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков посредством: проверки и приема текущих лабораторных работ и зачета в конце 7 семестра, а также экзамена в конце 8 семестра.

Перечень лабораторных работ

Семестр 7

ЛР1. Математические программные системы (MathCAD, Maple, Statistica).
ЛР2. Линейная интерполяция.
ЛР3. Численное интегрирование.
ЛР4. Метод Эйлера.
ЛР5. Краевая задача (обыкновенных дифференциальных уравнений).

Семестр 8

ЛР1. Системы линейных алгебраических уравнений.
ЛР2. Решение алгебраических уравнений.
ЛР3. Системы алгебраических уравнений.
ЛР4. Явная разностная схема.
ЛР5. Неявная разностная схема.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Примеры заданий к зачету:

1) Вычислить приближённое значение интегральной суммы.
2) Построить линейную интерполяцию таблично заданной функции.
3) Методом Эйлера найти приближённое решение задачи Коши.

4) Найти приближённое решение краевой задачи, реализовав метод стрельбы.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ.
2. Приближённые числа и действия с ними.
3. Приближение функций многочленами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа.
4. Интерполяционный полином в форме Ньютона.
5. Кубические сплайны.
6. Метод наименьших квадратов, тригонометрический многочлен.
7. Сглаживание наблюдений.
8. Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
9. Численное интегрирование. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Правило Рунге и уточнение по Ричардсону.
10. Метод Монте-Карло.
11. Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера.
12. Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности.
13. Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближённому.
14. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обратной матрицы.
15. Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем.
16. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя.
17. Метод прогонки.
18. Частичные проблемы собственных значений матрицы.
19. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.
20. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.
21. Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы.
22. Метод сеток. Задача Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях.

Критерии оценки по промежуточной аттестации (экзамена или зачёта)

Оценка «отлично», «зачтено»:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;
- точное использование научной терминологии систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;

- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «хорошо», «зачтено»:

- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой по дисциплине;
- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;
- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «удовлетворительно», «зачтено»:

- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные задачи;
- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»:

- фрагментарные знания по дисциплине;
- отказ от ответа (выполнения письменной работы);
- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень культуры исполнения заданий;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. https://e.lanbook.com/book/70767
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. https://e.lanbook.com/book/70743
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. https://e.lanbook.com/book/90239
4. Волков, Е.А. Численные методы: учеб. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. https://e.lanbook.com/book/54
5. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций : учеб. пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. https://e.lanbook.com/book/378
6. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. https://e.lanbook.com/book/537

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Численные методы : учебное пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов / / Бахвалов, Николай Сергеевич, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 5-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2007. - 636 с. - (Классический университетский учебник.). - Библиогр. : с. 624-628. - ISBN 5947746204

2. Численные методы: учебное пособие для студентов вузов / Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского. - М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. - 512 с.
3. Численные методы и программное обеспечение Д. Каханер, Стивен Н., К. Моулер ; пер. с англ. под ред. Х. Д. Икрамова. - М. : Мир, 1998. - 575 с. - ISBN 5030024328. - ISBN 13626672
4. Методы вычислительной математики : учебное пособие для студентов вузов / Г. И. Марчук. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1989. - 608 с. - ISBN 5020142220
5. Численные методы математической физики / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - М. : Научный мир, 2000. - 315 с. - ISBN 5891761025.
6. Mathcad 2000: математический практикум для экономистов и инженеров: учебное пособие для студентов вузов / А. И. Плис, Н. А. Сливина. - М. : Финансы и статистика, 2000. - 655 с.- ISBN 5279022810.

5.3. Периодические издания:

Периодические издания — не предусмотрены.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web
2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" http://biblioclub.ru/
3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" https://e.lanbook.com/

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лабораторным занятиям и зачету. Эти виды самостоятельной работы студентов контролируется в ходе проверки домашних заданий.

Важнейшим этапом изучения курса является самостоятельная работа. Самостоятельная работа студента включает в себя повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовку к лабораторным занятиям, к контрольным работам, к зачету, к экзамену.

Для подготовки к ответам на теоретические вопросы студентам достаточно использовать материал лекций. Весь теоретический материал, необходимый для сдачи экзамена содержится в учебных пособиях из списка основной литературы. В случае затруднений, возникающих у студентов в процессе самостоятельного изучения теории, преподаватель разъясняет сложные моменты на консультациях.

Виды самостоятельной работы

Обязательными при изучении дисциплины являются следующие виды самостоятельной работы:

– самостоятельное решение задач по темам практических занятий;

– разбор и самостоятельное изучение теоретического материала по конспектам лекций и по учебным пособиям из списка источников литературы;

– подготовка к зачету.

Эти виды самостоятельной работы студентов контролируются в ходе проверки домашних заданий, контрольных работ, зачетов и экзамена.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Для выполнения домашнего практического задания необходимо разобрать материал по соответствующей теме практического занятия. При этом используются указания, данные преподавателем в ходе занятия, а также теоретический материал, в краткой форме имеющийся в учебных пособиях из списка основной литературы. Если студент не смог понять приведенный в указанных источниках разбор типовых примеров в той степени, чтобы самостоятельно использовать предложенный алгоритм для решения задания, то он может получить консультацию преподавателя.

Вид работы (индивидуальное задание)	Сроки выполнения (недели семестра)	Форма отчётности
ИЗ№1: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): интерполяция функций, численное дифференцирование и интегрирование, задача Коши и краевая задача.	15	Защита
ИЗ№2: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): системы линейных уравнений, нелинейные алгебраические уравнения, уравнения в частных производных.	15	Защита

ИЗ№1: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): интерполяция функций, численное дифференцирование и интегрирование, задача Коши и краевая задача.

Ниже перечислены варианты задач, которые необходимо выполнить в системе Maple (или в системе MathCAD) применительно к данным, записанным в виде текстовых файлов (имя файла означает номер варианта). *Номер задачи совпадает с номером варианта данных (номером по списку группы).*

Задача 1. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Интерполировать f(x) с помощью многочлена Лагранжа в 10n точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 2. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Интерполировать f(x) с помощью многочлена Ньютона в 10n точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 3. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Интерполировать f(x) с помощью кубических сплайнов (со свободными концами) в 10n точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 4. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Интерполировать f(x) с помощью кубических сплайнов (периодических) в 10n точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 5. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Найти численную производную и построить её график. *Проверить результат с помощью оператора diff.*

Задача 6. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Найти численную производную с помощью многочлена Лагранжа и построить её график. *Проверить результат с помощью оператора diff.*

Задача 7. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x). Найти численную производную с помощью кубического сплайна и построить её график. *Проверить результат с помощью оператора diff.*

Задача 8. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x) с шумом ε(x), $0 \le x \le n-1$, шаг по x равен 1. Сгладить значения функции и построить её график. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 9. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x) с шумом ε(x), $0 \le x \le n-1$, шаг по x равен 1. Найти производную от f(x) и построить её график. *Проверить результат с помощью модуля numapprox.*

Задача 10. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x) на некотором отрезке. Найти определённый интеграл по формуле трапеций. *Проверить результат с помощью оператора int.*

Задача 11. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x) на некотором отрезке. Найти определённый интеграл по формуле Симпсона. *Проверить результат с помощью оператора int.*

Задача 12. Дан файл с n значениями некоторой функции f(x) на некотором отрезке. Найти определённый интеграл методом Монте-Карло. *Проверить результат с помощью оператора int.*

Задача 13. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решения задачи Коши $\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$ методом Рунге-Кутта (предиктор-корректор). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 14. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решения задачи Коши $\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$ усовершенствованным методом Эйлера. *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 15. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решения задачи Коши $\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$ методом Рунге-Кутта (4-го порядка точности). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 16. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решения задачи Коши $\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$ методом Адамса. *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 17. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ разностным методом. *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 18. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ методом минимизации невязки (коллокаций). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 19. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ методом минимизации невязки (интегральный МНК). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 20. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ методом минимизации невязки (дискретный МНК). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 21. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ методом минимизации невязки (подобластей). *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

Задача 22. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи $\begin{cases} \frac{d^2y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$ методом Галёркина. *Проверить результат с помощью оператора dsolve или модуля DEtools.*

ИЗ№2: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): системы линейных уравнений, нелинейные алгебраические уравнения, уравнения в частных производных.

Ниже перечислены варианты задач, которые необходимо выполнить в системе Maple (или в системе MathCAD) применительно к данным, записанным в виде текстовых файлов (имя файла означает номер варианта). *Номер задачи указывается при выдаче задания и не обязательно совпадает с номером варианта данных (номером по списку группы).*

Задача 1. Дан файл с матрицей A размером $n \times n$ и вектором $\vec{b}$ размерности *n*=10. Решить систему линейных уравнений $A \cdot \vec{x} = \vec{b}$ методом Гаусса. *Проверить результат с помощью модуля linalg.*

Задача 2. Дан файл с матрицей A размером $n \times n$, *n*=10. Найти обратную матрицу к A методом Гаусса. *Проверить результат с помощью модуля linalg.*

Задача 3. Дан файл с матрицей A размером $n \times n$, *n*=10. Найти определитель матрицы A методом Гаусса. *Проверить результат с помощью модуля linalg.*

Задача 4. Дан файл с матрицей A размером $n \times n$ и вектором $\vec{b}$ размерности *n*=10. Решить систему линейных уравнений $A \cdot \vec{x} = \vec{b}$ методом Зейделя. *Проверить результат с помощью модуля linalg.*

Задача 5. Дан файл с матрицей A размером $n \times n$, *n*=10. Найти максимальное собственное значение матрицы A. *Проверить результат с помощью модуля linalg.*

Задача 6. Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций f(x). Найти все решения уравнений f(x)=0 методом Ньютона. *Проверить результат с помощью оператора fsolve.*

Задача 7. Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций f(x). Найти все решения уравнений f(x)=0 методом простых итераций. *Проверить результат с помощью оператора fsolve.*

Задача 8. Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций f(x). Найти все решения уравнений f(x)=0 методом секущих. *Проверить результат с помощью оператора fsolve.*

Задача 9. Даны выражения функций $f_1(x,y)$ и $f_2(x,y)$. Найти все решения системы уравнений $f_1(x,y)=0$ и $f_2(x,y)=0$ методом Ньютона. *Проверить результат с помощью оператора fsolve.*

Задача 10. Даны выражения функций $f_1(x,y)$ и $f_2(x,y)$. Найти все решения системы уравнений $f_1(x,y)=0$ и $f_2(x,y)=0$ методом градиентного спуска. *Проверить результат с помощью оператора fsolve*.

Задача 11. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи 1-го порядка $\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial x}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 12. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи 1-го порядка $\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial x}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 13. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи 1-го порядка $\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial x}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 14. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 15. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 16. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности $\frac{\partial u}{\partial t}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 17. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи волнового уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 18. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи волнового уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 19. Дан файл с таблично заданной функцией f(x), a≤x≤b. Найти решение краевой задачи волнового уравнения $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$ с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 20. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)$ с однородными граничными условиями с помощью прямых методов решения сеточных эллиптических уравнений. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 21. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)$ с однородными граничными условиями с помощью итерационных методов решения сеточных эллиптических уравнений. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

Задача 22. Дан файл с таблично заданной функцией f(x,y). Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y)$ с однородными граничными условиями методом релаксации. *Проверить результат с помощью оператора PDEplot.*

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости).

8.1 Перечень информационных технологий.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Список лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Office Word Professional Plus.
2. Microsoft Office Excel Professional Plus.
3. Mathcad 14
4. Maple 18
5. Statistica

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем.

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (мо-

		дуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля) «Численные методы» по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», специализация «Математическое моделирование» (квалификация «Математик. Механик. Преподаватель»), подготовленную доцентом кафедры вычислительной математики и информатики КубГУ, кандидатом физико-математических наук Соколом Д.Г.

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» предназначена для студентов ФГБОУ ВО «КубГУ» по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», специализация «Математическое моделирование» (квалификация «Математик. Механик. Преподаватель») и содержит следующие разделы: цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП ВО, компетенции обучающихся, формируемые в результате освоения дисциплины, структуру и содержание дисциплины, образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, учебно-методическое и информационное обеспечение, программное обеспечение и материально-техническое обеспечение.

Дисциплина входит в базовую часть математического и естественнонаучного цикла. Название и содержание рабочей программы дисциплины «Численные методы» соответствует учебному плану по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», специализация «Математическое моделирование» (квалификация «Математик. Механик. Преподаватель»), а также ФГОС ВО по этому направлению. Программа составлена в соответствии с установленным образовательным стандартом по дисциплине, отвечает потребностям подготовки современных специалистов и позволит реализовать формирование соответствующих компетенций (согласно ФГОС и ООП).

Считаю, что рабочая программа соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», специализация «Математическое моделирование» (квалификация «Математик. Механик. Преподаватель») и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Профессор кафедры компьютерных технологий
и систем КубГАУ, доктор экономических наук,
кандидат технических наук Луценко Е.В.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины (модуля) «Численные методы» по направлению подготовки 01.05.01 «Фундаментальные математика и механика», специализация «Математическое моделирование» (квалификация «Математик. Механик. Преподаватель»), подготовленную доцентом кафедры вычислительной математики и информатики КубГУ, кандидатом физико-математических наук Соколом Д.Г.

Рабочая программа по дисциплине «Численные методы» разработана в соответствии с установленным образовательным стандартом и охватывает все базовые разделы этого курса.

Рабочая программа содержит следующие разделы: цели и задачи освоения дисциплины, место дисциплины в структуре ООП ВО, требования к результатам освоения дисциплины, структура и содержание дисциплины, распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины, содержание разделов дисциплины, содержание самостоятельной работы студентов, образовательные технологии, оценочные средства для контроля успеваемости, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Разработанная программа позволит студентам при изучении данной дисциплины сформировать теоретические знания и практические навыки в вопросах, касающихся, например, построения дискретных моделей основных задач анализа и дифференциальных уравнений.

Для осмысления разделов и тем предусмотрено выполнение практических работ, что позволяет не только закрепить теоретические знания, но и обеспечить возможность проведения промежуточного контроля знаний по теоретической и практической части дисциплины.

Считаю, что данная рабочая программа может быть использована при изучении вышеуказанной дисциплины и рекомендована для высших учебных заведений.

Профессор кафедры прикладной математики КубГУ,
кандидат физ.-мат. наук Кармазин В.Н.