

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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
Жагуров Т.А.
« 29 » мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.10 АЛГОРИТМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Направление подготовки	02.03.01 Математика и компьютерные науки
Направленность (профиль)	Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные технологии; Алгебра, теория чисел и дискретный анализ; Математическое и компьютерное моделирование
Форма обучения	очная
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 Алгоритмы математических вычислений в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

С.В. Гайденко, зав. каф. доцент, канд. физ.-мат. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Гайденко С.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики протокол № 10 « 15 » апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Гайденко С.В.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 2 « 30 » апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета доктор физико-математических наук профессор Уртенев М.Х.

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины: сформировать у студентов навыки машинной реализации численных методов решения основных математических задач на ЭВМ.

1.2 Задачи дисциплины: показать приемы и методы алгоритмизации дискретных моделей основных задач анализа и дифференциальных уравнений, привить навыки отладки программ решения задач вычислительной математики, контроля погрешностей и оценки скорости сходимости итерационных методов.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы математических вычислений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана по направлению подготовки «Математика и компьютерные науки». Для полноценного понимания курса «Алгоритмы математических вычислений» необходимы знания, умения и навыки, заложенные в курсах математического анализа, линейной алгебры, функционального анализа, и дифференциальных уравнений, а также параллельного курса численных методов. Студенты должны быть готовы использовать полученные в этой области знания, как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности.

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 ПК-3, ПК-5.

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
1.	ПК-3 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики	понятие корректно поставленной математической задачи, корректные постановки задач линейной алгебры, математического анализа, задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, иметь представление	разрабатывать вычислительные методы и алгоритмы, реализовывать эти алгоритмы на языке программирования высокого уровня	методами и технологиями контроля погрешностей и устойчивости вычислительных алгоритмов

№ п.п.	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции		
		знает	умеет	владеет
		о существующих пакетах прикладных программ		
2.	ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	математические алгоритмы численного решения типичных задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений	находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы	навыками программирования математических вычислений

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для студентов ОФО)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		6			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):		34			
Занятия лекционного типа		-			
Лабораторные занятия		34			
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-			
Иная контактная работа:		4,2			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		33,8			
Курсовая работа		-			
Проработка учебного (теоретического) материала		6			
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка домашних заданий)		15			
Реферат		-			
Подготовка к текущему контролю		12,8			
Контроль:					
Подготовка к экзамену					
Общая трудоёмкость	час.	72			

	в том числе контактная работа		38,2			
	зач. ед		2			

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	16	-	-	8	8
2.	Методы решения нелинейных скалярных уравнений и систем уравнений, алгоритмы ускорения сходимости.	12	-	-	6	6
3.	Вычисление определенных и несобственных интегралов, а также некоторых сингулярных интегралов.	12	-	-	6	6
4.	Методы аппроксимации дифференциальных задач, вычислительная неустойчивость разностной аппроксимации производных.	15,8	-	-	8	7,8
5.	Численные методы решения вариационных задач.	12	-	-	6	6
<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>		<i>67,8</i>			<i>34</i>	<i>33,8</i>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Подготовка к текущему контролю		12,8				
Общая трудоемкость по дисциплине		72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа не предусмотрены

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Точные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	<i>Отчет по лабораторной работе</i>

2.	Обращение матрицы и уточнение приближенной обратной	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
3.	Итерационные методы решения алгебраических систем	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
4.	Вариационные методы решения алгебраических систем	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
5.	Метод Ньютона решения нелинейных скалярных уравнений и систем уравнений	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
6.	Алгоритмы ускорения сходимости метода простой итерации решения нелинейных скалярных уравнений и систем уравнений.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
7.	Квадратуры наивысшей алгебраической степени точности.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
8.	Интеграл в смысле главного значения. Метод дискретных вихрей решения интегральных уравнений с интегралом типа Коши.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
9.	Метод сеток аппроксимации дифференциальных задач.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
10.	Вариационные и проекционные методы построения дискретных аналогов дифференциальных задач.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
11.	Численные методы поиска экстремумов скалярных функций.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
12.	Метод покоординатного спуска в задачах на экстремум функции многих переменных	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
13.	Метод градиентного спуска в задачах на экстремум функции многих переменных	<i>Отчет по лабораторной работе</i>

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

Вид аттестации: зачет.

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	Изучение лекционного материала; Подготовка отчета по лабораторной работе; Подготовка к экзаменам.	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов утвержденные кафедрой вычислительной математики и информатики, протокол № 14 от 14.06.2017 г.

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 увеличенным шрифтом,
- в форме аудиофайла;
- 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 аудиофайла;
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Подробные постановки задач для самостоятельной работы студенты получают в очном индивидуальном общении с преподавателем. Очные консультации не составляют проблемы: еженедельно преподаватель работает в аудитории со студентами в среднем по пять часов.

Для лиц с ограниченными возможностями восприятия информации (нарушения зрения либо слуха, а также с нарушениями опорно-двигательного аппарата) возможна видео и аудио запись лекций: лектор имеет привычку все произнесенные слова записывать на доске, а записанные на доске формулы повторять устно.

3. Образовательные технологии

Интерактивные технологии предусмотрены во всех лабораторных занятиях в объеме 34 часов. Используемые интерактивные образовательные технологии:

- тренинг на тему: «Точные методы решения вычислительных задач и накопление вычислительных погрешностей» с презентациями кодов программ и тестовых примеров, демонстрирующих влияние неустранимых погрешностей.

–дискуссия по вопросу минимизации накопления вычислительных погрешностей в методе Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений. Идея выбора ведущего элемента и возможность контроля невырожденности матрицы.

–компьютерная симуляция выявления вырожденных матриц, возможные неудачи из-за вычислительных погрешностей.

–дискуссия на тему: «Главный член погрешности известного порядка малости» с демонстрацией возможностей контроля погрешности по правилу Рунге.

–групповые дискуссии по способам аппроксимации дифференциальных задач разностными аналогами. Формы представления приближенных решений, определение значений параметров приближенных решений в зависимости от понятия решения дифференциальной задачи.

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

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Алгоритмы математических вычислений».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме отчетов по выполненным лабораторным заданиям и **промежуточной аттестации** в форме заданий к зачету.

Текущий контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков посредством

Проверки и приема текущих семестровых заданий и лабораторных работ. Непосредственно на лабораторных занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание по конкретному численному методу, пишут программу, отлаживают и тестируют ее под контролем преподавателя. Большая часть лабораторных заданий приходится на самостоятельную работу: изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы, разработка алгоритма программной реализации метода, отладка программы на каком-либо языке высокого уровня (подбор тестовых примеров также входит в самостоятельную работу).

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 экзамене;

– 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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.	ПК-3, ПК-5.	<i>Отчеты по программно реализованным методам приближенного решения алгебраических систем; вычислению и уточнению обратной матрицы; решению проблемы собственных значений методом вращений.</i>	Отчет по лабораторной работе
2	Методы решения нелинейных уравнений и систем уравнений.	ПК-3, ПК-5.	<i>Отчеты по программно реализованным методам решения нелинейных уравнений: метод дихотомии; метод Ньютона и его модификации; метод парабол; метод обратной интерполяции.</i>	Отчет по лабораторной работе

3	Вычисление определенных и несобственных интегралов, а также некоторых сингулярных интегралов.	ПК-3, ПК-5.	<i>Отчеты по программно реализованным методам приближенного вычисления интегралов по составной формуле Симпсона с контролем погрешности по правилу Рунге; две схемы реализации метода Монте-Карло для двукратных интегралов.</i>	Отчет по лабораторной работе
4	Методы аппроксимации дифференциальных задач, вычислительная неустойчивость разностной аппроксимации производных. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	ПК-3, ПК-5.	<i>Отчеты по программно реализованным методам приближенного решения задачи Коши и краевых задач для одного обыкновенного дифференциального уравнения и для системы двух уравнений.</i>	Отчет по лабораторной работе
5	Численные методы решения вариационных задач.	ПК-3, ПК-5.	<i>Отчеты по программно реализованным методам приближенного решения задачи минимизации скалярных функций</i>	Отчет по лабораторной работе

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		

	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-3 Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики.	<i>Знает</i> основные идеи численных методов решения математических задач из разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, имеет представление о существующих пакетах прикладных программ.	<i>Знает</i> основные численные методы и алгоритмы решения математических задач из разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, имеет представление о существующих пакетах прикладных программ.	<i>Знает</i> численные методы и алгоритмы решения математических задач из разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, имеет представление о существующих пакетах прикладных программ.
	<i>Умеет</i> излагать численные методы и алгоритмы, реализовывать эти алгоритмы на языке программирования высокого уровня.	<i>Умеет</i> разрабатывать численные методы и алгоритмы, реализовывать эти алгоритмы на языке программирования высокого уровня	<i>Умеет</i> творчески разрабатывать численные методы и алгоритмы, реализовывать эти алгоритмы на языке программирования высокого уровня
	<i>Владеет</i> некоторыми методами разработки численных методов для задач из указанных разделов.	<i>Владеет</i> методами и технологиями разработки численных методов для задач из указанных разделов	<i>Владеет</i> разнообразными методами и технологиями разработки численных методов для задач из указанных разделов
ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных	<i>Знает</i> некоторые алгоритмы численного решения типичных задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений, интегральных уравнений	<i>Знает</i> математические алгоритмы численного решения типичных задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений, интегральных уравнений	<i>Знает</i> разнообразные математические алгоритмы численного решения типичных задач алгебры, анализа, дифференциальных уравнений, интегральных уравнений
	<i>Умеет</i> реализовывать программно и использовать на практике	<i>Умеет</i> находить, анализировать, реализовывать программно и	<i>Умеет</i> находить, творчески анализировать и реализовывать

программ моделирования	математические алгоритмы	использовать на практике математические алгоритмы	программно математические алгоритмы
	<i>Владеет</i> информацией о возможной вычислительной неустойчивости математически корректно поставленных задач	<i>Владеет</i> информацией и некоторыми методами контроля возможной вычислительной неустойчивости математически корректно поставленных задач	<i>Владеет</i> информацией и методами контроля возможной вычислительной неустойчивости математически корректно поставленных задач

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

Все темы текущих лабораторных заданий указаны выше в таблице «Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации»

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине «Алгоритмы математических вычислений» является зачет в конце шестого семестра.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
пороговый	базовый	продвинутый
Оценка		
Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знание постановок задач и определений основных понятий вычислительной математики. Умение применить стандартные формулы численных методов в типовых задачах. Наличие навыков программной реализации известных алгоритмов.	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам программы. Способность самостоятельно строить дискретные аналоги типичных математических задач, составлять вычислительно корректные алгоритмы, реализовывать программно эти алгоритмы, грамотно тестировать их и контролировать погрешность.	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы. Способность самостоятельно и творчески строить дискретные аналоги математических задач, составлять вычислительно корректные алгоритмы, реализовывать программно эти алгоритмы, грамотно тестировать их и контролировать погрешность.

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 экзамене;
- 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 форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа.

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

5.1 Основная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков.— Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. <https://e.lanbook.com/book/70767>.

2. Волков, Е.А. Численные методы учебник / Е.А. Волков. —Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. <https://e.lanbook.com/book/54>.

3. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова.— Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. <https://e.lanbook.com/book/537>.

4. Турчак, Л.И. Основы численных методов учебное пособие / Л.И. Турчак, П.В. Плотников.. — Москва : Физматлит, 2002. — 304 с. <https://e.lanbook.com/book/2351>.

5. Рябенский, В.С. Введение в вычислительную математику учебное пособие / В.С. Рябенский. — Москва : Физматлит, 2008. — 288 с. <https://e.lanbook.com/book/2297>.

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. Методы вычислительной математики учебное пособие / Г.И. Марчук. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 608 с. <https://e.lanbook.com/book/255>.

2. Функциональный анализ и вычислительная математика учебное пособие / В.И. Лебедев. — Москва : Физматлит, 2000. — 296 с. <https://e.lanbook.com/book/2243>.

3. Численные методы. Решения задач и упражнения учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. <https://e.lanbook.com/book/90239>.

4. Математическое программирование в примерах и задачах учебное пособие / И.Л. Акулич. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. <https://e.lanbook.com/book/2027>.

5. Численные методы. Курс лекций учебное пособие / В.А. Срочко. — Санкт-Петербург Лань, 2010. — 208 с. <https://e.lanbook.com/book/378>.

6. Фаддеев, Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры учебник / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева.. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 736 с. <https://e.lanbook.com/book/400>.

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

Методические рекомендации преподавателям и студентам по составлению и выполнению лабораторных заданий по темам

Все лабораторные задания предполагают написание, отладку и тестирование программы на одном из языков высокого уровня. Требования к программе: информация о решаемой задаче запрашивается в диалоговом режиме, программа должна быть оптимальна по объему вычислений (повторные вычисления полученных ранее величин недопустимы) и по объему памяти (например, в итерационных методах в памяти сохраняются только те члены последовательности, которые необходимы для ее продолжения). Требования к подбору тестовых примеров: простота, отсутствие заметных вычислительных погрешностей и, если возможно, отсутствие погрешности метода, в то же время тестовые примеры должны обладать общностью, достаточной для проверки алгоритма во всех возможных ситуациях.

Непосредственно на лабораторных занятиях студенты получают от преподавателя индивидуальное задание по конкретному численному методу, пишут программу, отлаживают и тестируют ее под контролем преподавателя. Большая часть лабораторных заданий приходится на самостоятельную работу: изучение теоретического материала по конспектам лекций и по основным источникам литературы, разработка алгоритма программной реализации метода, отладка программы на каком-либо языке высокого уровня (подбор тестовых примеров также входит в самостоятельную работу).

Требования к студентам при отчете по лабораторному заданию

1) Численные методы алгебры. Задание одного из двух типов: метод решения алгебраической системы или полная проблема собственных значений.

По алгебраическим системам. В случае точного метода – знание количества арифметических операций, как функции числа уравнений. Способы уменьшения влияния вычислительных погрешностей. Контроль невырожденности матрицы. В случае итерационных методов – знание достаточных условий сходимости метода, возможность их проверки в алгоритме, практическая оценка погрешности.

2) Численные методы решения скалярных уравнений и систем уравнений. Указать вид уравнения и требования к функции, необходимые для применения выбранного метода. Достаточные условия сходимости метода, его теоретическая оценка погрешности, возможность практического контроля сходимости и точности приближенного решения. Сравнение по скорости сходимости выбранного метода с аналогичными методами. В тестовом примере указать способ отделения корней.

3) Методы численного интегрирования. Знание алгебраической степени точности выбранного метода и скорости сходимости как функции количества узлов квадратуры. Указание класса функций, на котором квадратурный процесс сходится. Практическая оценка погрешности выбранного метода на соответствующем классе функций.

По проблеме собственных значений в лекционном курсе излагаются как классические методы, основанные на построении характеристического полинома, так и современные методы приведения матрицы преобразованиями подобия к диагональному или треугольному виду. В лабораторных заданиях предлагаются к реализации метод вращений для симметричных матриц и QR-алгоритм для матриц общего вида. Программа должна контролировать погрешность итерационного метода для собственных значений, а также находить соответствующие приближенные собственные векторы.

4) Способ Рунге – Кутты решения задачи Коши для одного обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. К реализации предлагаются методы второго – четвертого порядков точности. В отчете каждый студент должен сформулировать определение понятия локальной погрешности и определение порядка точности

одношагового метода, объяснить идею способа Рунге – Кутта построения одношаговых методов. Алгоритм предполагает задание оценки точности метода на шаге, основываясь на которой программа сама формирует сетку по правилу Рунге практической оценки погрешности. Обязательное требование – правый конец отрезка, на котором поставлена задача Коши, должен быть узловой точкой. Это необходимо для последующего применения метода решения задачи Коши к решению краевой задачи методом стрельбы.

5) Метод Рунге – Кутта решения задачи Коши для системы двух уравнений первого порядка. Модификация предыдущей программы с обобщением расчетных формул на случай системы уравнений первого порядка общего вида.

6) Метод стрельбы решения краевой задачи для системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с краевыми условиями общего вида. В отчете студент должен пояснить идею применения метода решения задачи Коши к решению краевой задачи, в основе которой непрерывная зависимость решения системы от начальных данных. Программа в диалоговом режиме должна помочь пользователю подобрать начальные значения пристреливаемого параметра. Результат работы программы – две сеточные функции решения задачи Коши со значением пристрелянного с заданной точностью параметра.

7) Метод сеток решения дифференциальных задач в частных производных. Данное задание относится к контролируемой самостоятельной работе.

В качестве лабораторных заданий предлагаются задачи Коши или смешанные краевые задачи для уравнения теплопроводности или волнового уравнения с одной пространственной переменной. Желающие могут разработать алгоритм решения краевой задачи для уравнения Пуассона в прямоугольнике. В отчете о выполнении задания обязательно знание определений основных понятий теории разностных схем: аппроксимации, устойчивости, сходимости. Для реализованного метода должны быть указаны условия устойчивости и порядок аппроксимации.

8) Численные методы решения интегральных уравнений. Численные методы решения интегральных уравнений Фредгольма или Вольтерра второго рода: метод механических квадратур, метод замены ядра на вырожденное, Линейная аппроксимация решений кусочно-постоянными либо кусочно-линейными функциями, определение коэффициентов методом коллокаций.

Содержание самостоятельной работы описано выше. Форма контроля – устный отчет преподавателю с демонстрацией работы программы на собственных тестовых примерах и на примерах, предлагаемых преподавателем.

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.

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.

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

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий. Возможно консультирование по электронной почте.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Список лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Office Word Professional Plus.
2. Mathcad PTC Prime 3.0
3. Maple 18
4. MATLAB

Список свободно распространяемого программного обеспечения

1. Free Pascal
2. Lazarus
3. Microsoft Visual Studio Community

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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/>
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» <http://www.biblio-online.ru>
5. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
6. Электронная библиотечная система «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
7. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащённость
1.	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
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
3.	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
4.	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