

Министерство высшего образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
05 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.13 «АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ»**

Направление
подготовки/специальность 02.03.02 Фундаментальная информатика и
информационные технологии
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /
Специализация Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академический бакалавриат
(академическая /прикладная)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Алгоритмы вычислительной математики» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (профиль) 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Программу составила: О.Н. Лапина доцент кафедры вычислительных технологий,

канд. физ.-мат. наук



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры вычислительных технологий от «15» мая 2020 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой (разработчика) Ю.М. Вишняков



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры вычислительных технологий от «15» мая 2020 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой (выпускающей) Ю.М. Вишняков



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 2 от «22» мая 2020 г.

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.



Рецензенты:

Схаляхо Ч.А., доцент КВВУ им.С.М.Штеменко, к.ф.-м.н., доцент

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

1. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1. Цели освоения дисциплины.

Целью преподавания и изучения дисциплины «Алгоритмы вычислительной математики» является ознакомление студентов с основными понятиями и методами вычислительной математики, выработка навыков применения численных методов для решения практических задач.

1.2. Задачи дисциплины.

Студент должен **знать** основные методы вычислительной математики; **уметь** применять численные методы для решения практических задач; **владеть** основными численными методами решения задач линейной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгоритмы вычислительной математики» относится к базовой части Б1 математического и естественнонаучного цикла. Для изучения дисциплины необходимы знания по следующим базовым дисциплинам математического и естественнонаучного цикла и профессионального циклов ООП: «Дифференциальное исчисление», «Алгебра», «Интегральное исчисление», «Основы программирования».

Знания, получаемые при изучении теории методов вычислений, используются при изучении других дисциплин профессионального цикла учебного плана бакалавра, а также при работе над курсовыми проектами.

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 общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	алгоритмы вычислительной математики и способы их реализации с использованием методов фундаментальной информатики и информационных технологий	разрабатывать программы для компьютерных систем, реализующих методы вычислительной математики	методами разработки и реализации алгоритмов с использованием информационных технологий при решении задач вычислительной математики

2.	ОПК-2	Способен применять компьютерные/ суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	основные алгоритмы вычислительной математики и пакеты программ, реализующих численные методы	Применять алгоритмы вычислительной математики, разрабатывать программы для решения прикладных задач в различных областях	методами разработки программ, реализующих численные методы и методами разработки математических моделей вычислительных задач
----	-------	---	--	--	--

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):					
Занятия лекционного типа	34	34	-	-	-
Лабораторные занятия	34	34	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,5	-	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:	37,8	37,8			
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	16	16	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	17,8	17,8	-	-	-
Реферат	-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	-	-	-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	35,7	35,7	-	-	-
Общая трудоёмкость	час.	144	144	-	-
	в том числе контактная работа	70,5	70,5	-	-
	зач. ед.	4	4		-

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 3-м семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	КСР	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы теории погрешностей.	10	2		4	4
2	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	18	6		6	6
3	Численное интегрирование и дифференцирование.	18	6		6	6
4	Численные методы линейной алгебры.	33,8	14	2	10	7,8
5	Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	8	2		2	4
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	16	4		6	6
	<i>ИКР</i>	0,5				0,5
	<i>Контроль</i>	35,7				35,7
	<i>Итого:</i>	144	34	2	34	70

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы теории погрешностей.	Классификация ошибок вычислений. Абсолютная и относительная погрешность. Оценка погрешностей вычислений.	ЛР
2	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	Методы приближения и аппроксимации функций. Общая задача и алгоритмы приближения. Интерполирование многочленом Лангранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация погрешности интерполяции, полиномы Чебышева. Интерполяция сплайнами. Метод наименьших квадратов.	ЛР, РГЗ

3	Численное интегрирование и дифференцирование.	Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Методы прямоугольников, трапеции, Симпсона, Гаусса. Оценка точности численного интегрирования. Выбор оптимального шага при численном интегрировании. Задача численного дифференцирования и её решение. Формулы численного дифференцирования.	ЛР, РГЗ
4	Численные методы линейной алгебры.	Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений: схемы Гаусса, метод квадратного корня, метод прогонки. Итерационные методы решения СЛАУ : метод простых итераций, метод Якоби, Зейделя, релаксации; итерационные методы вариационного типа. Сходимость итерационных методов. Методы решения задач на собственные значения. Метод прямой и обратной итерации. Метод вращений. Оценка скорости сходимости.	ЛР РГЗ
5	Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	Отделение корней, основные методы отделения корней. Уточнение корней. Метод хорд, дихотомии. Метод Ньютона, метод касательных. Метод итераций. Геометрическая интерпретация методов. Оценка точности методов. Точность и сходимость решения.	ЛР РГЗ
6	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Метод Адамса. Погрешность аппроксимации.	ЛР РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа – не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№ работы	Название раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основы теории погрешностей.	Вычисления с плавающей точкой: определение машинного нуля и машинной бесконечности.	ЛР
2	Основы теории	Абсолютные и относительные	ЛР

	погрешностей.	погрешности арифметических действий	
3	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	Интерполирование функции полиномом Лагранжа с равноотстоящими узлами	ЛР, РГЗ
4	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	Корни полиномов Чебышева для интерполирования функции полиномом Лагранжа	ЛР, РГЗ
5	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	Интерполирование функции кубическими сплайнами.	ЛР, РГЗ
6	Численное интегрирование и дифференцирование.	Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы прямоугольников и трапеции.	ЛР, РГЗ
7	Численное интегрирование и дифференцирование.	Задача численного интегрирования. Квадратурные формулы Симпсона.	ЛР, РГЗ
8	Численное интегрирование и дифференцирование.	Вычисление определенного интеграла методом Гаусса	ЛР, РГЗ
9	Численное интегрирование и дифференцирование.	Численное дифференцирование функций	ЛР, РГЗ
10	Численные методы линейной алгебры.	Решение системы линейных уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента.	ЛР, РГЗ
11	Численные методы линейной алгебры.	Решение системы линейных уравнений методом прогонки и методом квадратного корня	ЛР, РГЗ
12	Численные методы линейной алгебры.	Решение системы линейных уравнений итерационными методами (Якоби, Зейделя, релаксации)	ЛР, РГЗ
13	Численные методы линейной алгебры.	Решение системы линейных уравнений итерационными методами вариационного типа.	ЛР, РГЗ
14	Численные методы линейной алгебры.	Нахождение собственных чисел симметричной матрицы методом вращений.	ЛР, РГЗ
15	Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.	Численное решение нелинейного уравнения.	ЛР, РГЗ
16	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	Численное решение задачи Коши методом Эйлера, методами Рунге-Кутты 2-го и 4-го порядка.	ЛР, РГЗ
17	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных	Численное решение задачи Коши явным и неявным методами Адамса	ЛР, РГЗ

	уравнений.	
--	------------	--

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	Проработка учебного материала, выполнение индивидуальных заданий.	

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 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.

Используемые интерактивные образовательные технологии:

- Компьютерные презентации и обсуждение.
- Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов).

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств для промежуточной (коллоквиума и зачета в 3-м семестре) и итоговой аттестации (экзамена в 3 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;

- оценок коллоквиума;
- оценки, выставляемой при сдаче индивидуальных расчетно-графических заданий – разработка компьютерной программы, реализующей численный метод;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Зачет в 3-м семестре выставляется по результатам выполненных индивидуальных расчетно-графических заданий и текущей работы на лабораторных занятиях.

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 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 фонда 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.	Основы теории погрешностей.	ОПК-1, ОПК-2	коллоквиум	Зачет, экзамен
2.	Численные методы приближения и аппроксимации функций.	ОПК-1, ОПК-2	ЛР, РГЗ, коллоквиум	Зачет, экзамен
3.	Численное интегрирование и дифференцирование.	ОПК-1, ОПК-2	ЛР, РГЗ, коллоквиум	Зачет, экзамен
4.	Численные методы линейной алгебры.	ОПК-1, ОПК-2	ЛР, РГЗ, коллоквиум	Зачет, экзамен
5.	Численные методы	ОПК-1, ОПК-2	ЛР, РГЗ,	Зачет, экзамен

	решения нелинейных уравнений и систем.		коллоквиум	
6.	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	ОПК-1, ОПК-2	ЛР, РГЗ, коллоквиум	Зачет, экзамен

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Компетенция	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	Пороговый	базовый	Продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично/зачтено
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	<i>Знает</i> – основные численные методы	<i>Знает</i> – Основные алгоритмы вычислительной математики и основные численные методы	<i>Знает</i> – Основные алгоритмы и методы вычислительной математики и основные численные методы
	<i>Умеет</i> – решать типовые задачи по численным методам	<i>Умеет</i> – Применять численные методы для решения вычислительных задач.	<i>Умеет</i> – Применять алгоритмы вычислительной математики для решения прикладных задач в различных областях.
	<i>Владеет</i> – базовыми методами решения типовых задач вычислительной математики	<i>Владеет</i> – Методами разработки алгоритмов решения вычислительных задач	<i>Владеет</i> – Методами разработки математических моделей прикладных задач
ОПК-2 Способен применять компьютерные/ суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	<i>Знает</i> - основные пакеты программ, реализующих численные методы решения задач линейной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений;	<i>Знает</i> - основные численные методы решения задач линейной алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений; современные программные комплексы, реализующие численные методы.	<i>Знает</i> – основные методы и алгоритмы вычислительной математики
	<i>Умеет</i> -разрабатывать программы, реализующие стандартные численные методы	<i>Умеет</i> -разрабатывать программы и использовать современные программные комплексы для	<i>Умеет</i> -разрабатывать эффективные программы для решения задач вычислительной

		решения задач вычислительной математики	математики
	<i>Владеет</i> - численными методами и методами применения пакетов программ для решения стандартных вычислительных задач	<i>Владеет</i> - вычислительными методами и методами программирования для решения задач вычислительной математики	<i>Владеет</i> - вычислительными методами и методами программирования для эффективного решения проектно- технических и прикладных задач

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

Образец индивидуальных РГЗ - задание на разработку компьютерной программы:

Задание: Написать компьютерную программу решения задачи с применением численных методов.

Отчет по выполнению РГЗ должен содержать:

- постановку задачи;
- краткое описание метода вычисления;
- листинг программы на одном из языков программирования;
- примеры работы программы;
- анализ сходимости метода;
- список использованной литературы.

Пример задач:

Задача 1. Задача интерполяции.

На отрезке $[a, b]$ заданы упорядоченные $n+1$ точки и значения функции в этих точках, т. е. задана таблица значений функции $y = f(x)$:

$a = x_0$	x_1	x_2	x_3	...	$x_n = b$
$f(x_0)$	$f(x_1)$	$f(x_2)$	$f(x_3)$...	$f(x_n)$

Требуется построить интерполяционный полином Лагранжа и найти значения этой функции для промежуточных значений аргумента, не совпадающих с приведенными в таблице.

Задача 2.

Найти приближённые значения определённых интегралов. Оценить ошибку вычисления и сравнить с точным значением.

- а) использовать метод прямоугольников;
- б) методом трапеций.
- в) методом Симпсона.

г) методом Гаусса.

Задача 3.

Найти корни уравнения $F(x) = 0$ методом касательных (Ньютона) с точностью $\epsilon = 0,01$.

Задача 4. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Найти частное решение дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$ на отрезке $[a, b]$ при заданных начальных условиях $y(x_0) = y_0$.

а) методом Эйлера;

б) методом Рунге-Кутты.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации.

Перечень вопросов, которые выносятся на экзамен в 3 семестре

Код оцениваемой компетенции –ОПК-1, ОПК-2.

1. Классификация ошибок вычислений. Абсолютная и относительная погрешность.
2. Оценка погрешностей вычислений.
3. Интерполяционный полином Лагранжа.
4. Многочлены Чебышева.
5. Узлы, минимизирующие оценку погрешности интерполяции функций.
6. Интерполяция функций сплайнами.
7. Метод наименьших квадратов в теории приближений.
8. Простейшие квадратурные формулы численного интегрирования.
9. Квадратурные формулы Гаусса.
10. Простейшие формулы численного дифференцирования.
11. Метод Гаусса. Метод Холецкого решения систем линейных алгебраических уравнений.
12. Метод прогонки решения систем линейных алгебраических уравнений.
13. Устойчивость решения систем линейных алгебраических уравнений.
14. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Методы Якоби, Зейделя. Достаточные условия сходимости итерационных методов.
15. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод релаксации. Необходимые и достаточные условия сходимости итерационных методов.
16. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений вариационного типа.
17. Метод прямой итерации решения задач на собственные значения.
18. Прямой метод вращения для определения собственных значений и собственных векторов.
19. Итерационный метод вращений для определения собственных значений и собственных векторов.
20. Собственные значения и собственные вектора трехдиагональных матриц.
21. Численные методы решения нелинейных уравнений. Метод деления отрезка пополам.
22. Итерационные методы уточнения корней нелинейных уравнений.
23. Метод Ньютона, метод секущих решения нелинейных уравнений. Геометрическая интерпретация.
24. Методы решения алгебраических уравнений. Отделение корней полинома.
25. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Пикара.

26. Метод Эйлера решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
27. Метод Рунге-Кутты решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
28. Многошаговые методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Критерии оценивания к зачету

Оценка “зачтено” - практические задания выполнены в срок в объеме не менее 80%. студент демонстрирует правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при аргументации ответов на вопросы при защите лабораторных.

Оценка «не зачтено» - практические задания не выполнены либо предоставлены не в срок в объеме менее 60%, студент демонстрирует наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

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 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.

Критерии оценивания к экзамену

Оценка «отлично»: грамотное и логически стройное изложение материала при ответе,

точные формулировки определений, теорем и правильные доказательства; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой.

Оценка «хорошо»: четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности либо при ответе на один вопрос даны точные формулировки определений, теорем и правильные доказательства; при ответе на второй вопрос имеются неточности формулировки определений, теорем или пробелы в правильных доказательствах; правильные действия по применению знаний на практике.

Оценка «удовлетворительно»: при ответе на оба вопроса имеются неточности формулировки определений, теорем или пробелы в правильных доказательствах; изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике.

Оценка «неудовлетворительно»: отсутствует ответ хотя бы на один из вопросов или имеются существенные неточности в формулировках определений, теорем, приведены неправильные доказательства; неумение применять знания на практике.

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.

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

5.1 Основная литература:

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

2. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. — 355 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90239>
3. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 111 с. . — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/E2DB1B52-AC50-4959-9E63-7FFE2239DC88>
4. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 107 с. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/513A504B-789E-49C9-B42D-A5961E985F14>

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

5.2. Дополнительная литература

1. Лапчик М.П., Рагулина М.И., Хеннер Е.Н. Численные методы. – М.:Академия, 2007. – 384 с. . (20 экземпляров в библиотеке КубГУ)
2. Волков Е.А. Численные методы. - СПб.: Лань, 2008 г. – 248 с. (30 экземпляров в библиотеке КубГУ)
3. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для прикладного бакалавриата / А. В. Зенков. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 122 с. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/2CBD97B2-F5FC-4B54-B3EC-228DA59DA4A5/chislennye-metody>

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

На лабораторных занятиях проводится стандартная работа по решению задач. По дисциплине студентом выполняется 6 индивидуальных расчетно-графических заданий – разработка и реализация программы для решения практической задачи. Задача РГЗ состоит в проверке умений студента и проверки эффективности его самостоятельной работы. Общая тематика соответствует тематике лабораторных работ.

Лабораторные работы выполняются, как правило, в компьютерном классе.

Отдельные работы при оценке погрешности вычислений могут выполняться в аудитории.

На лабораторных работах изучаются основные численные методы. Студент должен разработать программу, реализующую заданный численный метод и оценить погрешность вычислений.

Расчетно-графическое задание по дисциплине состоит в разработке программы на языке программирования С++ или Pascal, реализующей численный метод.

Задания являются индивидуальными, т.е. для каждого студента предлагается свой вариант задачи.

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

7.1 Перечень информационных технологий.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

7.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
- математические пакеты (Maple, MatLab).
- среда программирования на языке высокого уровня (TPascal, Delphi, C, C++).

7.3 Перечень информационных справочных систем:

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

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО)
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория с учебной мебелью (доски, столы, стулья)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория с учебной мебелью
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.