

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Экономический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
качеству образования – первый
проректор
Хагуров А.А.

27 мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.27 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Направление подготовки	27.03.05 Инноватика
Направленность	«Управление инновационной деятельностью»
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика

Программу составила:
Качанова И.А., доцент кафедры МКМ, к.ф.-м.н.


_____ подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 9 от 04.05.2022.

Заведующий кафедрой
математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 5 от 05.05.2022.

Председатель УМК факультета математики
и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Численные методы» является теоретическая и практическая подготовка студентов по основам численных методов: основных приемов и методик разработки и применение на практике методов решения на ЭВМ вычислительных задач с использованием современных языков программирования.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами изучения дисциплины «Численные методы» являются: обучить методам решения вычислительных задач и разработки алгоритмов и программ их решения, выработать навыки применения численных методов для решения конкретных задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации – экзамен.

Для изучения и освоения дисциплины нужны первоначальные знания из курсов математического анализа, линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, программирования. Знания и умения, практические навыки, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении курсов вычислительного практикума, при выполнении курсовых и дипломных работ, связанных с математическим моделированием функционирования сложных систем и обработкой наборов данных.

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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ИОПК-7.8 Применяет вычислительные методы для решения профессиональных задач	Знать: содержание программы курса, формулировки задач, условия применимости и характеристики численных методов
	Уметь: определять применимость конкретных численных методов для решения профессиональных задач
	Владеть: навыками разработки алгоритмов и программ при решении задач вычислительной математики, а также усовершенствование их для повышения эффективности.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов
------------	-------------

		4 семестр (144 часа)
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	59,3	59,3
занятия лекционного типа	18	18
лабораторные занятия	36	36
практические занятия		
семинарские занятия		
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	5
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:	49	49
Проработка учебного (теоретического) материала	23	23
Подготовка к лабораторным работам	23	23
Подготовка к текущему контролю	3	3
Контроль:	35,7	35,7
Подготовка к экзамену		
Общая трудоемкость	час.	144
	в том числе контактная работа	4,2
	зач. ед	4

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (2 курсе) (*очная форма обучения*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Элементы теории погрешностей	19	3	-	7	9
2.	Численные методы линейной алгебры	20	3	-	7	10
3.	Решение нелинейных уравнений и систем	21	4	-	7	10
4.	Приближение функций. Полиномиальная интерполяция	21	4	-	7	10
5.	Численное дифференцирование и решение дифференциальных уравнений	22	4	-	8	10
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	5	1	-	2	2
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	-	-	0,3	-
	Подготовка к текущему контролю	35,7	10	-	10	15,7
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	29	-	48,3	66,7

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

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение. Элементы теории погрешностей	Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Численные методы как раздел современной математики. Роль компьютерно-ориентированных численных методов в исследовании сложных математических моделей. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Неустойчивые алгоритмы.	У
2.	Численные методы линейной алгебры	Задачи вычислительной алгебры. Прямые и итерационные методы. Метод последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса) решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Понятие числа обусловленности матриц. Применения метода Гаусса для расчета определителя и обратной матрицы. Метод простой итераций. Достаточные условия сходимости процесса итераций. Оценка погрешности приближений процесса итераций. Метод Зейделя. Необходимое и достаточное условие сходимости процесса Зейделя.	У
3.	Решение нелинейных уравнений и систем	Методы решения нелинейных уравнений: дихотомии, секущих(хорд), Ньютона, простых итераций. Методы решения нелинейных систем: Ньютона, метод итераций.	У
4.	Приближение функций. Полиномиальная интерполяция	Постановка задачи интерполирования функций. Интерполяционная формула Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Конечные разности различных порядков. Таблица разностей. Первая интерполяционная схема Ньютона. Вторая интерполяционная схема Ньютона. Сплайн-интерполяция. Интерполирование на основе кубического сплайна.	У
5.	Численное дифференцирование и решение дифференциальных уравнений	Численное дифференцирование аналитически и таблично заданных функций. Постановка задачи Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.	У

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Введение. Элементы теории погрешностей	Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.	ЛР
2.	Численные методы линейной алгебры	Метод последовательного исключения неизвестных (метод Гаусса) решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса с выбором главного элемента. Метод простой итераций. Метод Зейделя.	ЛР
3.	Решение нелинейных	Методы решения нелинейных уравнений: дихотомии,	ЛР

	уравнений и систем	секущих (хорд), Ньютона, итераций. Методы решения нелинейных систем: Ньютона, метод итераций.	
4.	Приближение функций. Полиномиальная интерполяция	Интерполяционная формула Лагранжа. Оценка остаточного члена интерполяционного многочлена Лагранжа. Первая и вторая интерполяционные схемы Ньютона. Сплайн-интерполяция.	ЛР
5.	Численное дифференцирование и решение дифференциальных уравнений	Постановка задачи Коши. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.	ЛР

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

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 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	Изучение тем по дисциплине	По материалам лекций и по основным источникам литературы.
2	Выполнение практических домашних заданий	По материалам выдаваемых индивидуальных заданий.
3	Подготовка к зачету	По основным источникам литературы.
4	Работа с вопросами для самопроверки	«Методические указания по организации самостоятельной работы студентов», утвержденные кафедрой информационных и образовательных технологий, протокол № 1 от 31 августа 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 электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий с применением современных математических пакетов прикладных программ.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Математические методы экономического прогнозирования».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме индивидуальных заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-7.8 Применяет вычислительные методы для решения профессиональных задач	Знать: содержание программы курса, формулировки задач, условия применимости и характеристики численных методов. Уметь: определять применимость конкретных численных методов для решения профессиональных задач. Владеть: навыками разработки алгоритмов и программ при решении задач вычислительной математики, а также усовершенствование их для повышения эффективности.	Рабочая тетрадь Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-17
2	ИОПК-8.5 Использует вычислительные методы для решения профессиональных задач	Знать: основы построения и применения на практике численных методов решения основных задач вычислительной	Вопросы для устного опроса по теме Лабораторная работа	Вопрос на экзамене 1-17

		<p>математики. Уметь: применять вычислительные методы для решения профессиональных задач; проводить интерпретацию полученных результатов. Владеть: навыками работы в области решения профессиональных задач с применением численных методов.</p>		
--	--	--	--	--

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
Список типовых заданий (для лабораторных занятий, контрольной работы)

Ко всем ниже указанным заданиям составить алгоритмы методов, используя алгоритмический язык или блок-схемы.

Задание к разделу «Численные методы линейной алгебры»

- 1) Решить СЛАУ $Ay = f$ с помощью метода Гаусса с выбором главного элемента. Вывести значение решения и вектора невязки $r = Ay - f$.
- 2) Вычислить определитель матрицы A .
- 3) Решить СЛАУ с помощью метода простой итерации и метода Зейделя. Вывести значения приближенных решений, значение номера итерации, при котором достигнута заданная точность ε .
- 4) Выполнить задание 3 для различных значений начального приближения и правой части.

Задание к разделу «Решение нелинейных уравнений и систем»

Найти с точностью 0.1 методами итерации, Ньютона и Зейделя решение системы уравнений:

$$\begin{cases} k \cdot x - 4 \cdot g + \sin(k \cdot x + y - 4 \cdot g) / 10 = 0 \\ y - \sin(k \cdot x + y - 4 \cdot g) / (10 \cdot g) = 0 \end{cases}$$

где k - номер группы, g - вариант студента.

Для поиска начальных приближений использовать построение графиков в ПП.

Оценить количество приближений каждым методом и определить наиболее быстро сходящийся метод.

Задание к разделу « Приближение функций. Полиномиальная интерполяция»

- 1) Для заданной $f(x)$ построить на отрезке $[-1, 1]$ ее график вместе с графиками интерполяционных полиномов:

а) с равноотстоящими узлами;

б) с чебышевскими узлами.

2) Исследовать (по графикам) отклонение ИП от исходной функции при изменении n для функций $f(x)$:

а) с малой производной на $[-1,1]$;

б) с большой производной $f^{(n)}(x)$ на $[-1,1]$ ($f(x) = 1/(1 + 25 x^2)$ или

$$f(x) = \exp(-kx^2));$$

в) $f(x) = |x|$.

Задание к разделу «Численное дифференцирование и решение дифференциальных уравнений»

1) Составить алгоритмы численного дифференцирования функции при помощи последовательности приращений, центрированной разности (порядка точности два) и квадратичной интерполяции.

2) Для функции $f(x)=x^3+2x$ составить таблицу значений, заполнив таблицу 1. Найти значения первой производной функции в точке $x=g-2k-2$ при помощи последовательности приращений, центрированной разности (порядка точности два) с точностью 0,1 и квадратичной интерполяции. Сравнить со значением аналитической производной функции, оценить точность по каждому методу.

x	$g-2k-3$	$g-2k-1,5$	$g-2k$
$f(x)$			

где g – номер в группе, k – номер группы.

3) Решить приведенную ниже систему при помощи методов Эйлера и Рунге-Кутты 4-го порядка с заданным шагом $h=0,5$ на отрезке $[0, 1]$ путем ручной трассировки алгоритмов. Решить данную систему при помощи MATLAB, сравнить с полученными вручную решениями, оценить точность.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = k \cdot t + x - 2 \cdot y + g \\ \frac{dy}{dt} = g \cdot t + y + 2 \end{cases}$$

где g – номер в группе, k – номер группы. Начальные условия: $x(0)=0, y(0)=0$.

Найти решение в MATLAB и построить график. Считая решение MATLAB точным, найти абсолютную и относительную погрешность каждого метода.

Контрольная работа

1. Найти $u, \Delta(y), \delta(y)$ и k - число верных знаков, если аргументы x_1 и x_2 записаны со всеми верными знаками:

$$y = x_1^3 \sin x_2^2, \quad x_1 = 0,132, \quad x_2 = 0,25$$

Решить систему уравнений методом Гаусса

$$\begin{array}{rcl} 1x_1 & +1x_2 & +1x_3 = 0 \\ 8x_1 & +4x_2 & +6x_3 = 8 \\ 15x_1 & +3x_2 & +5x_3 = 0 \end{array}$$

2. Записать метод итераций для СЛАУ из (2) , проверить условие сходимости данного метода .
3. Записать метод Ньютона для уравнения $3x - \cos x = 1$.
Записать метод простых итераций для уравнения $x^3 - x - 1 = 0$, проверить условие сходимости метода простых итераций.
4. Записать многочлен Лагранжа для функций $f(x)$, заданной таблицей

x	11	22	44
f(x)	11.5	22.3	33.4

Найти $\ln(x)$ при $x=2.5$.

Экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции. Прямая и обратная задача теории погрешностей. Неустойчивые алгоритмы. Понятие верных значащих цифр в десятичной записи числа.
2. Прямые и итерационные методы. Метод исключения неизвестных решения СЛАУ (метод Гаусса). Метод Гаусса с выбором главного элемента по столбцу.
3. Применения метода Гаусса для расчета определителей и обратных матриц.
4. Погрешность приближенного решения систем уравнений и обусловленность матриц.
5. Метод простой итерации. Достаточные условия сходимости процесса простой итерации. Оценка погрешности приближений процесса итераций.
6. Метод Зейделя.
7. Решение нелинейных уравнений. Метод хорд (секущих), метод касательных (Ньютона), метод итераций.
8. Методы решения систем нелинейных уравнений: метод Ньютона. метод итераций (достаточное условие сходимости метода итераций).
9. Постановка задачи интерполяции и аппроксимации.
10. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Оценка остаточного члена многочлена Лагранжа
11. Конечные разности различных порядков. Формула Ньютона для равноотстоящих узлов. Оценка остаточного члена.
12. Разделенные разности различных порядков. Формула Ньютона для неравноотстоящих узлов. Оценка остаточного члена.
13. Кусочно-полиномиальная аппроксимация. Линейные фильтры.
14. Определение сплайна. Интерполяционный кубический сплайн дефекта 1.
15. Численное дифференцирование аналитически заданных функций.
16. Численное дифференцирование функций, заданных таблично.

17. Методы решения задач Коши. Понятие локальной и общей точности. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка решения задачи Коши для дифференциального уравнения 1-го порядка.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167894> (дата обращения: 08.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Слабнов, В. Д. Численные методы : учебник / В. Д. Слабнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-4549-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133925> (дата обращения: 08.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бахвалов, Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 9-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 636 с. — ISBN 978-5-00101-836-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126099> (дата обращения: 08.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Марчук, Г. И. Методы вычислительной математики : учебное пособие / Г. И. Марчук. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0892-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167761> (дата обращения: 08.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Копченова, Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / Н. В. Копченова, И. А. Марон. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-8114-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171859> (дата обращения: 08.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>

3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Учебный план по дисциплине «Численные методы» предусматривает проведение внеаудиторной самостоятельной работы студентов. Основная цель самостоятельной работы студентов состоит в закреплении, расширении и углублении знаний материала, изучаемого на аудиторных занятиях, формировании навыков исследовательской работы и повышении образовательного уровня студентов без непосредственного участия преподавателя. Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- выполнение индивидуальных заданий;
- работу с вопросами для самопроверки по темам курса;
- подготовку к зачёту.

Организация процесса СРС по дисциплине представлена в таблице.

№	Наименование раздела	Содержание СРС	Кол-во часов	Форма контроля
1	Введение. Элементы теории погрешностей	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	9	У
2	Численные методы линейной алгебры	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	10	У
3	Решение нелинейных уравнений и систем	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	10	У
4	Приближение функций. Полиномиальная интерполяция	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	10	У
5	Численное дифференцирование и решение дифференциальных уравнений	Проработка лекционного материала. Изучение учебной литературы. Выполнение практических домашних заданий.	10	У
–	–	–	49	–

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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus, Matlab
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, ноутбук	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ Лаборатория информационных и управляющих систем 201Н Лаборатория экономической информатики 202Н Лаборатория управления в технических системах 207Н Лаборатория организационно-технологического обеспечения торговой и маркетинговой деятельности 201А	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютеры, ноутбуки Оборудование: ПК, Терминальные станции, Усилитель автономный беспроводной Типовой комплект учебного оборудования "Теория автоматического управления", Презентации и плакаты Усилитель автономный беспроводной с микрофоном Панель интерактивная, Конференц-система, Микшер-усилитель, Подавитель акустической обратной связи, Настенный громкоговоритель, Радиосистема, Микрофон на гибком держателе, Моноблок НР, Документ-камера, Беспроводная точка доступа, Система видеотображения, ЖК панель, Сплитер, Мультимедийная	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus, Matlab Matlab Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus, Matlab Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab

Лаборатория экономики и управления 212Н	<p>трибуна лектор, Система видеоконференцсвязи, Плакаты</p> <p>Презентации и плакаты,</p> <p>Многофункциональный профессиональный видео детектор банкнот и ценных бумаг,</p> <p>Счетчики банкнот,</p> <p>Инфракрасный детектор банкнот и ценных бумаг,</p> <p>Универсальный детектор банкнот и ценных бумаг,</p> <p>Детектор подлинности банкнот,</p> <p>Ящик денежный,</p> <p>Планшетный импринтер,</p> <p>Усилитель автономный беспроводной</p>	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab
Лаборатория безопасности жизнедеятельности 105А	<p>Лабораторные стенды, Типовой комплект учебного оборудования, Стенды-тренажеры, Стенд-планшет,</p> <p>Тренажерный комплекс по применению первичных средств пожаротушения, Комплекс – тренажер по оказанию первой доврачебной помощи,</p> <p>Робот-тренажер, Комплект плакатов, Комплект демонстрационных пособий, Комплект аудиовизуальных пособий</p>	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер</p>	Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного
---	---	------------------------

обучающихся	обучающихся	программного обеспечения
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.213 А, 218 А)</p>	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows 8, 10, Microsoft Office Professional Plus Matlab</p>