

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ У.Д. АЛИЕВА»**

Физико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И. о. проректора по УР

М. Х. Чанкаев

«29» апреля 2026г., протокол № 7

Рабочая программа дисциплины

Численные методы

(наименование дисциплины (модуля))

Специальность:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Отрасль науки: физико-математические; технические

Форма обучения: очная

Год начала подготовки - 2024

Карачаевск, 2026

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Бостанова Ф. А.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 29 декабря 2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждённым приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 (Зарегистрировано в Минюсте России 23.11.2021 №65943), Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122)

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры математического анализа на 2026-2027 учебный год, протокол № 8 от 24 апреля 2026 г.

Оглавление

1. Наименование дисциплины (модуля)	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4. Распределение трудоемкости дисциплины	5
5. Структура и содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий.....	5
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий	6
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	7
Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы	7
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	11
7.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
8.1. Основная литература	14
8.2. Дополнительная учебная литература.....	14
9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)	15
9.1. Общесистемные требования	15
9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	16
9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения.....	16
9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	16
10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья	16
11. Лист регистрации изменений	17

Дисциплина «Численные методы» базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов после получения высшего образования, для качественного усвоения дисциплины аспирант должен знать алгебру, геометрию, математический анализ, теорию вероятностей, уметь пользоваться научной литературой, иметь навыки работы на персональном компьютере. Дисциплина «Численные методы» является интегрированной и предполагает изучение закономерностей решения задач по уравнениям математической физики.

1. Наименование дисциплины (модуля)

Численные методы.

Целью изучения дисциплины:

- обеспечить усвоение аспирантами основных понятий и терминологии численных методов, ознакомление с основными методами и средствами разработки компьютерно-ориентированных вычислительных алгоритмов решения задач;
- повышение уровня фундаментальной подготовки;
- воспитание высокой математической культуры;
- ориентация аспирантов на использование классических методов математики при решении фундаментальных и прикладных задач в естествознании и других областях жизнедеятельности.

Задачи для достижения поставленной цели:

- о принципах теории численных методов решения математических задач;
- об основных понятиях численных методов решения уравнений, аппроксимации функций, численного дифференцирования и интегрирования;
- об основных схемах численного решения уравнений, аппроксимации функции, численного интегрирования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

1. некоторые этические нормы профессиональной деятельности
2. теоретические сведения о численных методах решения прикладных задач;
3. основные понятия теории численных методов;
4. способы использования базовых теоретических знаний для решения профессиональных задач;
5. методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

Уметь:

1. несистематично следовать этическим нормам профессиональной деятельности
2. осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения поставленных практических задач;
3. проанализировать результаты расчетов, обосновать полученные выводы;
4. на основе описания различных процессов и явлений строить стандартные
5. разрабатывать компьютерно-ориентированные вычислительные алгоритмы решения прикладных задач;

Владеть:

1. фундаментальными методами численного анализа применительно к сложным системам, необходимыми для решения научно-исследовательских задач;
2. способностью применять численные методы при решении задач механики, физики и техники.
3. информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения;
4. навыками применения на практике базовых профессиональных навыков;
5. способностью применять программные математические пакеты для реализации математических методов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Численные методы» входит в образовательный компонент образовательной программы высшего образования в аспирантуре и является обязательной дисциплиной. Изучается во 2 семестре. Индекс в учебном плане 2.1.4.

4. Распределение трудоемкости дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет **2** з.е.

Объем дисциплины	Всего часов
	для очной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий)* (всего)	36
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
семинары, практические занятия	18
практикумы	-
Лабораторные работы	-
Внеаудиторная работа:	
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	-
курсовое проектирование	-
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	зачет

5. Структура и содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий

**5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
для очной формы**

№ п/п	Раздел, тема, содержание темы дисциплины	Общая трудоем- кость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				
			Аудиторные уч. занятия			Сам. раб.	Формы текущего контроля
			Лек.	Пр.	Лаб.		
1	Погрешности вычислений. Определение количества верных значащих цифр.	6	2	2		2	Решение задач
2	Погрешности алгебраических операций. Правила округления	6	2			4	Решение задач
3	Понятие о вероятностной оценке погрешности.	4		2		2	Решение задач
4	Методы решения нелинейных уравнений: графический, хорд, касательных, итераций.	6	2			4	Решение задач
5	Комбинированный метод хорд и касательных	4		2		2	Решение задач
6	Методы численного решения систем линейных и нелинейных уравнений	4		2		2	Решение задач
7	Оценка погрешностей. Требования к вычислительному алгоритму. Устойчивость и сложность алгоритма.	4	2			2	Составление моделей
8	Линейная и сплайн-интерполяция. Интерполяция многочленами n -ой степени. Оценка погрешности интерполирования.	4	2			2	тест
9	Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Среднеквадратическое и равномерное приближение функций.	6		2		4	тест
10	Численное интегрирования функций по формулам прямоугольников, трапеций и Симпсона. Погрешности численного интегрирования	6	2	2		2	Решение задач
11	Интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений методами степенных рядов Эйлера, Эйлера с уравниванием и Рунге-Кутта. Оценка погрешностей.	4	2			2	Решение задач
12	Моделирование нормальной случайной величины. Метод наименьших квадратов. Подбор эмпирических формул	4		2		2	Решение задач
13	Решение разностных уравнений первого и второго порядка с постоянными коэффициентами. Численное дифференцирование. Регуляризация дифференцирования.	4	2			2	Решение задач
14	Понятие о методе Монте Карло. Доверительный интервал. Сравнение	4		2		2	Решение задач

9. При уточнении корня уравнения на отрезке $[a; b]$ методом хорд в качестве начального приближения следует взять a , если.....
10. При каких условиях метод Ньютона не определен? Приведите пример.
11. Какой из концов отрезка $[a; b]$ следует выбрать в качестве начального приближения в методе Ньютона, если $f''(x) > 0$, и $f(a) < 0$?
12. Какой из концов отрезка $[a; b]$ следует выбрать в качестве начального приближения в методе Ньютона, если $f''(x) < 0$, и $f(b) > 0$?
13. Сформулируйте достаточное условие сходимости итерационного процесса при нахождении корня уравнения.
14. Почему итерационные методы являются самоисправляющимися ?
15. Запишите условие прекращения итераций для нахождения корня уравнения с точностью ε .
16. При каких значениях q условием прекращения итераций для нахождения корня с точностью ε можно считать условие $|x_n - x_{n-1}| < \varepsilon$?
17. Докажите, что если определить функцию $\varphi(x)$ по формуле $\varphi(x) = x - \frac{f(x)}{k}$, где $|k| > \frac{Q}{2}$, $Q = \max_{[a;b]} |f'(x)|$, а знак k совпадает со знаком $f'(x)$ на отрезке $[a; b]$, то уравнение $x = \varphi(x)$ эквивалентно уравнению $f(x) = 0$, а функция $\varphi(x)$ удовлетворяет достаточному условию сходимости.
18. Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \max_{1 \leq i \leq n} |x_i - y_i|$
19. Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$
20. Напишите достаточное условие сходимости метода итераций для метрики $\rho(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$
21. Решение системы линейных уравнений найдено с точностью ε , если выполняется условие:
22. Скорость сходимости метода Зейделя выше, чем метода простых итераций, когда выполняется условие сходимости: А). $q = \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |\alpha_{ij}| < 1$ Б). $q = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |\alpha_{ij}| < 1$ В).
- $$q = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}^2} < 1$$
23. Напишите интерполяционную формулу Лагранжа.
24. Выведите формулу для оценки погрешности численного дифференцирования «назад».
25. Погрешность численного дифференцирования по «центральной» формуле оценивается из неравенства : а). $|R| \leq \frac{1}{2} M \cdot h$ б). $|R| \leq \frac{1}{8} M_2 \cdot h$ в). $|R| \leq \frac{1}{6} M_3 \cdot h^2$
26. Если значения функции $y(x)$ рассчитываются с погрешностью ε , то оптимальный шаг численного дифференцирования по «центральной» формуле следует определять из соотношения: а). $h_{opt} = \left(\frac{8\varepsilon}{M_2} \right)^{1/2}$ б). $h_{opt} = \left(\frac{3\varepsilon}{M_3} \right)^{1/3}$ в). $h_{opt} = \left(\frac{\varepsilon^2}{2M_3} \right)^{1/3}$.
27. Какие ограничения накладываются на распределение узлов интерполяции по отрезку интерполирования при построении полинома Лагранжа?
28. Необходимо определить производную-го порядка от функции $f(x)$, чтобы оценить погрешность интерполяции этой функции полиномом Лагранжа 5-ой степени.

29. Как изменится оптимальный шаг численного дифференцирования по «центральной» формуле, если погрешность ε , с которой рассчитываются значения функции $y(x)$, уменьшится вдвое?
30. Расчет интеграла $\int_0^1 (\sqrt{x} + \ln(x)) dx$ методом прямоугольников даст завышенное значение.
31. При расчете интеграла по формуле Симпсона подынтегральная функция на отрезке длиной $2h$ аппроксимируется полиномом-ой степени.
32. Погрешность метода «средних» прямоугольников оценивается из неравенства: а). $|R| \leq \frac{(b-a)h}{2} M_1$ б) $|R| \leq \frac{(b-a)h^4}{180} M_4$ в) $|R| \leq \frac{(b-a)h^2}{24} M_2$
33. Напишите неравенство для оценки погрешности метода трапеций.
34. Погрешность по методу Рунге для квадратурной формулы Симпсона оценивается из приближенного равенства: а). $|R| \approx |J_n - J_{2n}|$ б). $|R| \approx \frac{|J_n - J_{2n}|}{3}$ в). $|R| \approx \frac{|J_n - J_{2n}|}{15}$ г). $|R| \approx \frac{|J_n - J_{2n}|}{7}$.
35. Квадратурная формула Чебышева с n узлами дает точный результат для полинома степени
36. Квадратурная формула Гаусса с n узлами дает точный результат для полинома степени
37. Если вторая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом трапеций можно оценить по формуле (приведите формулу):
38. Если вторая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом средних прямоугольников можно оценить по формуле (приведите формулу):
39. Если первая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом левых прямоугольников можно оценить по формуле (приведите формулу):
40. Если первая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом правых прямоугольников можно оценить по формуле (приведите формулу):
41. Если четвертая производная подынтегральной функции $f(x)$ неизвестна, то погрешность численного интегрирования методом Симпсона можно оценить по формуле (приведите формулу):
42. Система уравнений называется *плохо обусловленной*, если
43. Вычислите интеграл $\int_0^1 x^3 dx$ по формуле Симпсона при $n = 2$ и сравните с точным значением.
44. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле Симпсона.
45. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле левых прямоугольников.

46. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле трапеций.

47. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле средних прямоугольников.

48. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле правых прямоугольников.

49. Найдите минимальное число частей n , на которое необходимо разбить отрезок интегрирования, чтобы найти интеграл $\int_1^2 \frac{dx}{x}$ с точностью $\varepsilon = 0.005$ по формуле Симпсона.

50. Корень уравнения $f(x)=0$ отделен на отрезке $[a; b]$. С какой точностью будет найден корень после n итераций метода деления отрезка пополам?

51. Покажите, что метод хорд можно применить для нахождения корня уравнения $\frac{1}{x} - 1 = 0$ на отрезке $[0.5; 2]$.

52. В каких случаях метод Ньютона не определен?

53. Необходимо найти корень уравнения $x - \sqrt[3]{3x-1} = 0$ на отрезке $[0.2; 0.5]$ методом итераций. Можно ли выразить функцию $\varphi(x)$ как $\varphi(x) = \sqrt[3]{3x-1}$? (Ответ обосновать.)

54. Найти интерполяционный полином Лагранжа первой степени для функции, заданной таблично:

x	0.5	0.7
$f(x)$	2	2.4

55. Найти интерполяционный полином Лагранжа первой степени для функции, заданной таблично:

x	0.5	1
$f(x)$	2	3

56. Найти интерполяционный полином Лагранжа первой степени для функции, заданной таблично:

x	0.7	1
$f(x)$	2.4	3

57. Дана таблица значений функции

x	1.5	1.6	1.7
$\exp(x)$	4.48	4.95	5.47

Оцените погрешность интерполяции этой функции полиномом Лагранжа второй степени в точке $x = 1.57$.

58. Найдите погрешность квадратурной формулы, составленной следующим образом:

$$J = \frac{2J_{ср.пр.} + J_{тр.}}{3}$$
 (здесь $J_{ср.пр.}$ и $J_{тр.}$ - квадратурные формулы «средних» прямоугольников и трапеций).

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Текущий и промежуточный контроль качества усвоения знаний по дисциплине «Численные методы» проводится в форме опроса в процессе и в форме тестирования. Итоговый контроль проводится в форме экзамена.

7.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

7.2. Тестовые задания для проверки знаний студентов

Типовые вопросы и задачи для контрольных, зачетной и экзаменационной работ:

- 1) Приближенным числом a называют число, незначительно отличающиеся от
 - a) точного A
 - b) неточного A
 - c) среднего A
 - d) точного не известного
 - e) приблизительного A
- 2) a называется приближенным значением A по недостатку, если
 - a) $a < A$
 - b) $a > A$
 - c) $a = A$
 - d) $a \geq A$
 - e) $a \leq A$
- 3) a называется приближенным значением числа A по избытку, если
 - a) $a > A$
 - b) $a < A$
 - c) $a = A$
 - d) $a \geq A$
 - e) $a \leq A$
- 4) Под ошибкой или погрешностью Δa приближенного числа a обычно понимается разность между соответствующим точным числом A и данным приближением, т.е.
 - a) $\Delta a = A - a$
 - b) $\Delta a = A + a$
 - c) $\Delta a = A/a$
 - d) $a = \Delta a - A$
 - e) $A = \Delta a + A$
- 5) Если ошибка положительна $A >$, то
 - a) $\Delta a > 0$
 - b) $\Delta a < 0$
 - c) $\Delta a = 0$
 - d) $\Delta a \leq 0$
 - e) $a > a$
- 6) Абсолютная погрешность приближенного числа
 - a) $\Delta = |\Delta a|$
 - b) $\Delta a = a$

c) $\Delta = |a|$

d) $A = |\Delta a|$

e) $\Delta a = |\Delta b|$

7) Абсолютная погрешность

a) $\Delta = |A - a|$

b) $\Delta A = a$

c) $\Delta = |B - a|$

d) $a = |A + a|$

e) $\Delta a = |A + b|$

8) Предельную абсолютную погрешность вводят если

a) число A не известно

b) число a не известно

c) Δ не известно

d) $A - a$ не известно

e) не известно B

9) Предельная абсолютная погрешность

a) Δa

b) Δb

c) ΔA

d) A

e) A

10) Определить предельную абсолютную погрешность числа $a = 3,14$, заменяющего число π

a) 0,002

b) 0,001

c) 3,141

d) 0,2

e) 0,003

11) Относительная погрешность

a) $\sigma = \Delta/|A|$

b) $\sigma = \Delta$

c) $\sigma = \Delta/b$

d) $\sigma = c/a$

e) $\sigma = a - A$

12) Погрешность, связанная с самой постановкой математической задачи

a) погрешность задачи

b) погрешность метода

c) остаточная погрешность

d) погрешность действия

e) начальная

13) Погрешности, связанная с наличием бесконечных процессов в математическом анализе

a) остаточная погрешность

b) абсолютная

c) относительная

- d) погрешность условия
- e) начальная погрешность

14) Погрешности, связанные с наличием в математических формулах, числовых параметров

- a) начальном
- b) конечной
- c) абсолютной
- d) относительной
- e) остаточной

15) Погрешности, связанные с системой счисления

- a) погрешность округления
- b) погрешность действий
- c) погрешности задач
- d) остаточная погрешность
- e) относительная погрешность

16) Округлить число $\pi = 3,1415926535\dots$ до пяти значащих цифр

- a) 3,1416
- b) 3,1425
- c) 3,142
- d) 3,14
- e) 0,1415

17) Абсолютная погрешность при округлении числа π до трёх значащих цифр

- a) $0,5 \cdot 10^{-2}$
- b) $0,5 \cdot 10^{-3}$
- c) $0,5 \cdot 10^{-4}$
- d) $0,5 \cdot 10^{-1}$
- e) 0,5

18) Предельная абсолютная погрешность разности

- a) $\Delta u = \Delta x_1 + \Delta x_2$
- b) $\Delta u = a + b$
- c) $\Delta u = A + b$
- d) $\Delta = x_1 + x_2$
- e) $\Delta a = b + c$

19) Числовой ряд названия сходящимся, если

- a) существует предел последовательности его частных сумм
- b) можно найти сумму ряда
- c) существует последовательность
- d) частные суммы равны нулю
- e) существует предел разности

20) Найти $\ln 3$ с точностью до 10^{-5}

- a) 1,09861
- b) 1,01
- c) 1,098132
- d) 1,02
- e) 1,3

21) Найти $\sin 200301$

- a) 0,35
- b) 0,36
- c) 0,2
- d) 0,47
- e) 0,5

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература:

1. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: Сборник научных трудов / Казарян М.Л., Музаев И.Д., Гиоева Е.Г. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 150 с.ISBN 978-5-16-106772-7 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/972756> (дата обращения: 24.08.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Шевченко, А. С. Лабораторный практикум по численным методам: Практикум / Шевченко А.С. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2018. - 199 с. (Высшее образование)ISBN 978-5-16-106606-5 (online). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/966104> (дата обращения: 24.08.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Шукринов, Ю. М. Численные методы и математическое моделирование наноструктур : учебное пособие / Ю. М. Шукринов, И. Р. Рахмонов, К. В. Куликов. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2025. — 172 с. — ISBN 978-5-89847-749-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/516053> (дата обращения: 24.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Волков Е.А. Численные методы. М.: Наука, 1982.

5. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989.

6. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Москва – Санкт-Петербург, 2014.

8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Савенкова, Н. П. Численные методы в математическом моделировании : учебное пособие / Н. П. Савенкова, О. Г. Проворова, А. Ю. Мокин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 176 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00024-019-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013459> (дата обращения: 24.08.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Семенистый, В. В. Применение численных методов для построения разностных моделей : учебное пособие / В. В. Семенистый, И. Э. Гамолина, В. В. Дурягина ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог :Издательство Южного федерального университета, 2021. - 119 с. - ISBN 978-5-9275-3765-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1894424> (дата обращения: 24.08.2026). – Режим доступа: по подписке.

3. Слабнов, В. Д. Численные методы / В. Д. Слабнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 392 с. — ISBN 978-5-507-47312-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/359849> (дата обращения: 24.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Каныгин, Г. И. Численные методы безусловной оптимизации : учебное пособие / Г. И. Каныгин, О. В. Колесникова. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. — 223 с. — ISBN 978-5-7890-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная

система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/237827> (дата обращения: 24.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Кахмер Д., Моулер К., Неш С. Численные методы и программное обеспечение. М.: Мир, 1998.

1. нный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123> (22.11.2016).

9. Требования к условиям реализации рабочей программы дисциплины (модуля)

9.1. Общесистемные требования

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КЧГУ»

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) Университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», как на территории Университета, так и вне ее.

Функционирование ЭИОС обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование ЭИОС соответствует законодательству Российской Федерации.

Адрес официального сайта университета: <http://kchgu.ru>.

Адрес размещения ЭИОС ФГБОУ ВО «КЧГУ»: <https://do.kchgu.ru>.

Электронно-библиотечные системы (электронные библиотеки)

Учебный год	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система ООО «Знаниум». Договор № 332 эбс с 02.06.2026г. Электронный адрес: https://znanium.com	С 02.06.2026г. до 01.06.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.26г. Электронный адрес: https://e.lanbook.com	от 26.02.2026г. до 31.01.2027г.
2026-2027 учебный год	Электронно-библиотечная система КЧГУ. Положение об ЭБ утверждено Ученым советом от 30.09.2015г. Протокол № 1. Электронный адрес: http://lib.kchgu.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Национальная электронная библиотека (НЭБ). Договор №101/НЭБ/1391-п от 22. 02. 2023 г. Электронный адрес: http://rusneb.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Научная электронная библиотека «ELIBRARY.RU». Лицензионное соглашение №15646 от 21.10.2016 г. Электронный адрес: http://elibrary.ru	Бессрочный
2026-2027 учебный год	Электронный ресурс Polpred.com Обзор СМИ. Соглашение. Бесплатно. Электронный адрес: http://polpred.com	Бессрочный

9.2. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в учебных аудиториях, предназначенных для проведения занятий лекционного и практического типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с расписанием занятий по образовательной программе. С описанием оснащённости аудиторий можно ознакомиться на сайте университета, в разделе материально-технического обеспечения и оснащённости образовательного процесса по адресу: <https://kchgu.ru/sveden/objects/>

9.3. Необходимый комплект лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Windows (Лицензия № 60290784), бессрочная
- Microsoft Office (Лицензия № 60127446), бессрочная
- ABBY FineReader (Лицензия № FCRP-1100-1002-3937), бессрочная
- CalculateLinux (внесён в ЕРПП Приказом Минкомсвязи №665 от 30.11.2018-2020), бессрочная
- Google G Suite for Education (IC: 01i1p5u8), бессрочная
- Kaspersky Endpoint Security. Договор №0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Срок действия лицензии с 27.02.2025г. по 07.03.2027г.

9.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» - <https://edu.ru/documents/>
2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru/>
3. Базы данных Scopus издательства Elsevier <http://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>.
4. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования - <http://fgosvo.ru>.
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) – <http://edu.ru>.
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (Единая коллекция ЦОР) – <http://school-collection.edu.ru>.
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») – <http://window.edu.ru>.

10. Особенности организации образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В ФГБОУ ВО «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева» созданы условия для получения высшего образования по образовательным программам обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Специальные условия для получения образования по ОПВО обучающимися с ограниченными возможностями здоровья определены «[Положением об обучении лиц с ОВЗ в КЧГУ](#)», размещенным на сайте Университета по адресу: <http://kchgu.ru>.

11. Лист регистрации изменений

В рабочей программе внесены следующие изменения:

Изменение	Дата и номер протокола ученого совета факультета/ института, на котором были рассмотрены вопросы о необходимости внесения изменений в ОПВО	Дата и номер протокола ученого совета Университета, на котором были утверждены изменения в ОПВО
Переутверждена ОП ВО. Обновлено: учебный план, календарный учебный план, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлены договоры: 1. На антивирус Касперского. (Договор №56/2023 от 25 января 2023г.). Действует до 03.03.2025г. 2. Договор №915 ЭБС ООО «Знаниум» от 12.05.2023г. Действует до 15.05.2024г. 3. Договор №36 от 14.03.2024г эбс «Лань». Действует по 19.01.2025г. 4. Договор №238 ЭБС ООО «Знаниум» от 23.04.2024г. Действует до 11 мая 2025г.	23.05.2024г. протокол №10	29.05.2024г. протокол №8
Переутверждена ОП ВО. Обновлено: учебный план, календарный учебный график, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлены договоры: 1. На антивирус Касперского. (Договор № 0379400000325000001/1 от 28.02.2025г. Действует по 07.03.2027г. 2. Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 10 от 11.02.2025. 3. Электронно-библиотечная система «Лань». Договор № 12 от 26.02.26г. Действует до 31.01.2027г. 4. Договор № 249-эбс ООО «Знаниум» от 14.05.2025г. Действует до 14.05.2026г.	29.04.2025г., протокол № 8	30.04.2025г., протокол № 8
Переутверждена ОП ВО. Обновлено: учебный план, календарный учебный график, РПД, РПП, программы ГИА, воспитания календарный план воспитательной работы. Обновлен договор №332 эбс ООО «Знаниум» от 02.06.2026г. Действует с 02.06.2026г. до 01.06.2027г.	27.04.2026г., протокол № 8	29.04.2026г., протокол № 7 03.06.2026г., протокол № 8