

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал ННГУ - Факультет естественных и математических наук

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Численные методы

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Системное и прикладное программирование

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Арзамас

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.15 Численные методы относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-11: Способен осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС), устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия	<p>ПК-11.1: Демонстрирует знание методологических основ модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).</p> <p>ПК-11.2: Демонстрирует умение осуществлять модульное и интеграционное тестирование ИС (ИИС) и устранять (по мере возможности) обнаруженные несоответствия.</p> <p>ПК-11.3: Имеет практический опыт модульного и интеграционного тестирования конкретной ИС (ИИС).</p>	<p>ПК-11.1:</p> <p>Знать математические характеристики точности исходной информации и метода оценки точности полученного численного решения, необходимые для использования математических методов в формализации решений прикладных задач.</p> <p>Уметь выбирать требуемый метод в соответствии с особенностями прикладных задач и имеющимися ограничениями на их реализацию</p> <p>Владеть численными методами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений, методами приближенных вычислений интегралов и производных, необходимыми для реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп и обучению пользователей информационных систем</p> <p>ПК-11.2:</p> <p>Знать основы модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС)</p>	<p>Задания</p> <p>Исследовательское задание</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>Уметь применять методы вычислительной математики для реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп. Владеть навыками модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).</p> <p>ПК-11.3: Знать основы модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС) Уметь применять методы вычислительной математики для реализации профессиональных коммуникаций в рамках проектных групп. Владеть навыками модульного и интеграционного тестирования ИС (ИИС).</p>		
<p>ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области</p>	<p>ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.</p> <p>ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС.</p> <p>ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области.</p>	<p>ПК-9.1: Знать приемы и методы вычислительных процедур, способы выбора оптимальных численных методов, необходимых для применения системного подхода в формализации решения прикладных задач Уметь использовать современные компьютерные технологии и пакеты прикладных программ для решения численных задач, лежащих в основе применения системного подхода в формализации решения прикладных задач. Владеть численными методами, методами интерполирования и сглаживания экспериментальных данных, опытом выбора оптимального численного метода, навыками использования Internet-ресурсов для</p>	<p>Задания Исследовательское задание Тест</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

		<p>изучения и реализации численных методов при решении прикладных задач с применением методов системного анализа и математического моделирования</p> <p><b>ПК-9.2:</b> Знать основы моделирования прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС</p> <p>Уметь применять навыки моделирования прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС</p> <p>Владеть навыками моделирования прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС</p> <p><b>ПК-9.3:</b> Знать основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Уметь применять основы моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области</p> <p>Владеть навыками планирования проведения экспериментов и обработки их результатов</p>		
--	--	---	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>	<b>очно-заочная</b>
--	--------------	---------------------

<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	<b>18</b>	<b>8</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>36</b>	<b>18</b>
- КСР	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>52</b>	<b>80</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> Экзамен	<b>36</b> Экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы			
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего		о Ф о	о З Ф о				
о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	о Ф о			о З Ф о	о Ф о	о З Ф о	
Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи	12	16	2	2	2	2	4	4	8	12		
Тема 2. Численные методы решения нелинейных уравнений	20	16	3	0	8	4	11	4	9	12		
Тема 3. Численные методы линейной алгебры	19	20	4	2	6	2	10	4	9	16		
Тема 4. Интерполирование	18	20	3	0	6	4	9	4	9	16		
Тема 5. Численное интегрирование	16	16	2	2	6	2	8	4	8	12		
Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений	21	18	4	2	8	4	12	6	9	12		
Аттестация	36	36										
КСР	2	2							2	2		
Итого	144	144	18	8	36	18	56	28	52	80		

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### Тема 1. Погрешность результата численного решения задачи

Точные и приближенные значения величин, точные и приближенные числа. Источники классификаций погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Верные знаки, связь количества верных знаков и относительной погрешности. Правила округления и погрешность округления. Основные задачи теории погрешностей, способы их решения. Применение дифференциального исчисления при оценке погрешности. Обратная задача теории погрешностей. Оценка погрешностей вычислений, возникающих в ЭВМ.

## Тема 2. Численные методы решения нелинейных уравнений

Отделение корней. Приближенное вычисление корня уравнения с заданной точностью методом половинного деления. Метод простой итерации численного решения уравнений. Условия сходимости итерационной последовательности. Практические схемы вычисления приближенного значения корня уравнения с заданной точностью методом простой итерации. Сходимость и устойчивость численного метода.

## Тема 3. Численные методы линейной алгебры

Точные и приближенные методы решения систем линейных уравнений. Полные метрические пространства. Теорема о сжимающих отображениях в полном метрическом пространстве и ее следствия. Применение теоремы о сжимающих отображениях при решении системы линейных уравнений: простые итерации, метод Зейделя. Погрешности округления при практической реализации итерационного процесса. Число операций при решении системы линейных уравнений методом Гаусса. Оценка погрешности решения системы линейных алгебраических уравнений. Понятие об обусловленности. Достаточное условие сжатости отображения для системы нелинейных уравнений. Понятие о методе Ньютона решения такой системы. Практические схемы решения на ЭВМ.

## Тема 4. Интерполирование

Задачи, приводящие к аппроксимации одной функции другой. Алгебраический интерполяционный многочлен: единственность, форма Лагранжа, оценка погрешности интерполирования. Схема Эйткена. Разделенные разности. Первый и второй многочлены Ньютона. Связь разделенной разности и производной. Практическая оценка погрешности интерполирования. Обратное интерполирование. Многочлены Чебышева, их применение для минимизации оценки погрешности интерполирования. Понятие о сходимости интерполяционного процесса. Обобщенная задача, интерполирования. Многочлены Эрмита. Понятия о сплайнах. Практические схемы интерполирования на ЭВМ. Теорема о существовании элемента наилучшего приближения в линейном нормированном пространстве. Необходимое и достаточное условие, которому удовлетворяет элемент наилучшего приближения в пространстве со скалярным произведением. Единственность этого элемента, его нахождение. Ортогонализация линейно независимой системы. Приближение по ортогональной системе. Неравенство Бесселя. Многочлены Лежандра, их свойства. Дискретный вариант среднеквадратичных приближений. Ортогональные на сетке многочлены. Переопределенная система линейных уравнений. Понятие об определении параметров функциональной зависимости.

## Тема 5. Численное интегрирование

Постановка задачи приближенного вычисления определенного интеграла, формула прямоугольников. Формулы Ньютона-Котеса. Метод неопределенных коэффициентов. Формула трапеций. Практическая оценка погрешности квадратурных формул. Формула Симпсона. Квадратурная формула Гаусса, оценка порядка убывания погрешности. Вычислительная погрешность квадратурных формул. Метод Монте-Карла. Численное интегрирование на ЭВМ.

## Тема 6. Численные методы решения дифференциальных уравнений

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты. Многошаговые методы. Решение краевой задачи для линейного 2-ого порядка сведением к разностной краевой задаче. Метод прогонки. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений на ЭВМ.

Решение дифференциальных уравнений в частных производных с помощью построения разностных схем. Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Понятие о спектральном признаке устойчивости. Явные, неявные разностные схемы. Понятие о решении задачи Дирихле для уравнения Лапласа сведением к системе линейных уравнений с последующим ее решением методом Монте-Карло или итерационным методом. Численное решение дифференциальных уравнений в частных производных на ЭВМ.

## 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "численные методы" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=7988>).

Иные учебно-методические материалы: <https://arz.unn.ru/sveden/document/>

[https://arz.unn.ru/pdf/Method\\_all\\_all.pdf](https://arz.unn.ru/pdf/Method_all_all.pdf)

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-11:**

$$115x+581,5y+123z = 1535,74$$

3.

$$29,2x+113,4y+37,1z = 7,05$$

$$41,3x+113,7y+37,8z = -30,99$$

$$241,3x+133,7y+57,8z = 680,99$$

4.

$$10,5x+11,1y+27z = 6,42$$

$$40,1x+17,3y-21,9z = 119,02$$

$$115x+581,5y-123z = 1535,74$$

5.

$$15,5x-13,1y+37z = 16,79$$

$$40,1x+7,2y-11,9z = -53,23$$

$$11,5x+54,8y+23,7z = 141,57$$

6.

$$11,5x+54,8y+23,7z = 141,57$$

$$15,5x-13,1y+47z = 33,79$$

$$40,1x+7,2y-11,9z = -53,23$$

7.

$$20,5x-13,1y+37z = -60,92$$

$$40,1x+17,2y-11,9z = 106,02$$

$$11,5x+54,8y+23,7z = 129,01$$

8.

$$2,9x+23,4y-17,4z = -324,43$$

$$12,9x+3,6y+0,7z = 5,45$$

$$221,9x+32,4y-37,4z = -320,33$$

9.

$$2,9x+23,4y-17,4z = -38,27$$

$$12,9x+3,6y+0,7z = 27,66$$

$$221,9x+32,4y+374z = 3954,21$$

10.

$$2,9x+23,4y-17,4z = -324,43$$

$$69,2x-13,4y+171,4z = 2150,56$$

$$241,3x+133,7y+57,8z = 262,19$$

#### Тема 4. Решение стационарного уравнения

##### Задание 4. Решение стационарного уравнения Лапласа методом Либмана.

Используя метод сеток, составить приближенное решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в квадрате ABCD с вершинами A(0,0), B(0,1), C(1,1), D(1,0); шаг h=0.2. При решении задачи использовать формулы Либмана. Вычисления закончить, выполнив 200 итераций.

Сделать блок-схему программы записать вычисленные значения искомой функции во всех узлах сетки.

Варианты указывают формулы, задающие искомую функцию на сторонах квадрата ABCD.

##### Варианты.

№ варианта	U / AB	U / BC	U / CD	U / AD
1	30y	30(1-x <sup>2</sup> )	0	0
2	20y	30cos( $\frac{\pi x}{2}$ )	30cos( $\frac{\pi y}{2}$ )	20.0 x <sup>2</sup>
3	50y(1-y <sup>2</sup> )	0	0	50sin(πx)
4	20y	20	20y <sup>2</sup>	50x(1-x)
5	0	50x(1-x)	50y(1-y <sup>2</sup> )	50x(1-x)
6	30sin(πy)	20x	20y	30x(1-x)
7	30(1-y)	20√x	20y	30x(1-x)
8	50sin(πy)	30√x	30y <sup>2</sup>	50sin(πx)
9	40y <sup>2</sup>	40	40	40sin( $\frac{\pi x}{2}$ )
10	50y <sup>2</sup>	50(1-x)	0	60x(1-x <sup>2</sup> )

##### Задание 5. Решение системы линейных уравнений методом Гаусса.

Решить систему линейных уравнений методом Гаусса.

Сделать блок-схему программы.

1.

$$5,5x-123,1y+37z = 438,73$$

$$24,1x+7,2y-11,9z = -3,17$$

$$101,5x+54,8y-213,7z = -208,63$$

2.

$$5,5x+3,1y+27z = 6,42$$

$$40,1x+17,2y-21,9z = 119,02$$

## 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = \lg(1.43+2x);$$

$$f_0(t) = 0.1553;$$

$$f_1(t) = 3(t+0.14).$$

для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = (x-0.2)(x+1)+0.2;$$

$$f_0(t) = 6t;$$

$$f_1(t) = 0.84.$$

**Вариант № 5.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений

$$g_0(x) = \sin(x+0.48);$$

$$f_0(t) = 0.4618;$$

$$f_1(t) = 3t+0.882.$$

**Вариант № 6** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений

$$g_0(x) = \lg(2.63+x);$$

$$f_0(t) = 3(0.14-t);$$

$$f_1(t) = 0.3075.$$

**Вариант № 7.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = \cos(x+0.845);$$

$$f_0(t) = 6(t+0.11);$$

$$f_1(t) = 0.1205.$$

$$\frac{dx}{dt} = (-2+y)x + 0.1x^2, \quad y_1^0 = 1, 0;$$

$$y_1^0 = 0, 1y_1, \quad y_2^0 = 0, 0$$

**Вариант 10.**

$$\frac{dx}{dt} = (-2+y)x + 0.1x^2, \quad x^0 = 1, 0;$$

$$\frac{dy}{dt} = (4-2, 5x)y - 0, 1y^2, \quad y^0 = 3, 0;$$

### Тема 3. Решение уравнения теплопроводности

Уравнение теплопроводности. Явная и неявная разностные схемы. Расчетные формулы.

**Задача 3.** Решение уравнения теплопроводности, одномерный случай, явная разностная схема.

Решить уравнение теплопроводности с помощью явной разностной схемы. Задание выполнить при  $h=0.1$  для  $0.0 \leq t \leq 100.0$ ,  $0.0 \leq x \leq 300.0$ . Сделать блок-схему программы и записать первые десять вычисленных значения температур.

**Вариант № 1.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений

$$g_0(x) = 2x(x+0.2)+0.4;$$

$$f_0(t) = 2t+0.4;$$

$$f_1(t) = 1.36.$$

**Вариант № 2.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = \sin(x+0.45);$$

$$f_0(t) = 0.435-2t;$$

$$f_1(t) = 0.435-2t;$$

**Вариант № 8.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = \lg(2.42+x);$$

$$f_0(t) = 0.3838;$$

$$f_1(t) = 6(0.08-t).$$

**Вариант № 9.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = 0.6+x(0.8-x);$$

$$f_0(t) = 0.6;$$

$$f_1(t) = 3(0.24+t).$$

**Вариант № 10.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

**Вариант № 3.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$   
 для значений  $0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq L$ .

$$g_0(x) = 0.9+2x(1-x);$$

$$f_0(t) = 3(0.3-2t);$$

$$f_1(t) = 1.38.$$

**Вариант № 4.** Найти приближенное решение уравнения  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial U}{\partial t}$ ,

удовлетворяющее условиям  
 $u(x, 0) = g_0(x), u(0, t) = f_0(t), u(L, t) = f_1(t)$

**Вариант 6.**

$$\frac{dy_1}{dx} = \sin(x + y_1 y_2), \quad y_1^0 = 2, 0;$$

$$\frac{dy_2}{dx} = \cos(x^2 - y_1 + y_2), \quad y_2^0 = 1, 0;$$

**Вариант 7.**

$$\frac{dx_1}{dt} = 3x_1 - 2x_2 + x_3, \quad x_1^0 = 1, 0;$$

$$\frac{dx_2}{dt} = x_1^2 - x_3^2, \quad x_2^0 = 2, 0;$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_1 x_2 - x_3^2, \quad x_3^0 = 4, 0;$$

**Вариант 8.**

$$y_1' = y_2, \quad y_1^0 = 0, 0$$

$$y_2' = -0, 07xy_2 - x^2y_1, \quad y_2^0 = 0, 125;$$

**Вариант 9.**

$$y_1' = -(55 + y_3)y_1 + 65y_2, \quad y_1^0 = 1, 0;$$

Решить задачу Коши методами Эйлера, улучшенным методом Эйлера (метод Рунге-Кутты 2) и методом Рунге-Кутты 4. Заполнить таблицу вычисленных значений параметров от начального значения, равного 0, до макс значения, равного 0,1, с шагом 0,01.

Сделать блок-схемы по всем трем методам.

Вариант 1.

$$\frac{dx}{dt} = x(1 - \sqrt{x^2 + y^2}) - y, x^0 = 1, 0;$$

$$\frac{dy}{dt} = y(1 - \sqrt{x^2 + y^2}) + x, y^0 = 1, 0;$$

Вариант 2.

$$y_1' = 2(y_1 - y_1 \cdot y_2), y_1^0 = 1, 0;$$

$$y_2' = -(y_2 - y_1 \cdot y_2), y_2^0 = 3, 0;$$

Вариант 3.

$$y_1' = -y_2 + \frac{y_1 \cdot y_2}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, y_1^0 = 3, 0;$$

$$y_2' = y_1 - \frac{y_2 \cdot y_1}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, y_2^0 = 0, 0;$$

$$y_3' = -\frac{y_1}{\sqrt{y_1^2 + y_2^2}}, y_3^0 = 0, 0;$$

Вариант 4.

$$y_1' = y_2 y_3, y_1^0 = 0, 0;$$

$$y_2' = -y_1 y_3, y_2^0 = 1, 0;$$

$$y_3' = -0,51 y_1 y_2, y_3^0 = 1, 0;$$

Вариант 5.

$$y_1' = y_2, y_1^0 = 2, 0;$$

$$y_2' = (1 - y_1^2) y_2 - y_1, y_2^0 = 0, 0;$$

**Тема 1. Численное интегрирование функций.**

Задача 1. Численное интегрирование функции методами прямоугольников в среднем, трапеций и методом Симпсона.

Вычислить интеграл методами прямоугольников в среднем, методом трапеций и методом Симпсона с шагом  $h=0.01$ . Подготовить отчет с результатами. Сравнить результаты.

Сделать блок-схемы по всем трем методам.

Вариант 1. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{2.0} \frac{1}{\sqrt{9+x^2}} dx.$$

Вариант 2. Вычислить интеграл:

$$\int_1^{2.0} \frac{\sqrt{x^2+0.16}}{x^2} dx.$$

Вариант 3. Вычислить интеграл:

$$\int_{-1}^{2.0} \frac{x^3}{3.0+x} dx.$$

Вариант 4. Вычислить интеграл:

$$\int_1^{2.0} \frac{e^x - e^{-x}}{2} dx.$$

Вариант 5. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{1.0} 2^{3x} dx.$$

Вариант 6. Вычислить интеграл:

$$\int_{-2.0}^{2.0} (x \ln(x))^2 dx.$$

Вариант 7. Вычислить интеграл:

$$\int_{0.0}^{\pi} e^x \sin(x) \cos(x) dx.$$

Вариант 8. Вычислить интеграл:

$$\int_{2.0}^{3.0} \frac{\ln^2(x)}{x} dx.$$

**Тема 2. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений.**

Задача 2. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений методами Эйлера, Рунге-Кутты 2 (улучшенным методом Эйлера) и методом Рунге-Кутты 4

Вариант 9. Вычислить интеграл:

$$\int_{2.0}^{3.0} \frac{1}{x \lg(x)} dx.$$

Вариант 10. Вычислить интеграл:

$$\int_0^{2.0} \frac{1}{\sqrt{1+3x+2x^2}} dx.$$

## Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три незначительные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Исследовательское задание) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

Методы статистического моделирования (Монте-Карло). 8. Классическая модель множественной регрессии. 9. Свойства оценок наименьших квадратов; обобщенная модель и НК-оценка Aitken'a. 10. Свойства многомерного нормального распределения. 11. Нормальная регрессия. 12. Регрессионный

анализ для нормальной модели. 13. Структура и функции банков данных. 14. Информационно-поисковые системы. 15. Информационно-поисковые языки.

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Исследовательское задание) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Вычисление коэффициентов интерполяционного алгебраического многочлена с помощью решения системы линейных уравнений. 2. Численное дифференцирование на основе интерполяционного многочлена. 3. Решение задачи Коши для дифференциального уравнения 1-ого порядка с помощью одного из изученных способов численного решения. 4. Численное решение краевой задачи для дифференциального уравнения 2-ого порядка. 5. Численное решение линейного уравнения в частных производных с использованием разностных схем. 6. Многочлены Чебышева

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Исследовательское задание)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Реферативная работа полностью раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников и изданий периодической печати, приводит практические примеры, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом)
хорошо	Реферативная работа частично раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию из первоисточников, отвечает на дополнительные вопросы преподавателя и студентов (в процессе выступления с докладом), но при этом дает не четкие ответы, без достаточно их аргументации.
удовлетворительно	Реферативная работа в общих чертах раскрывает основные вопросы теоретического материала. Студент приводит информацию только из учебников. При ответах на дополнительные вопросы (в процессе выступления с докладом) путается в ответах, не может дать понятный и аргументированный ответ.
неудовлетворительно	ставится за рефераты, в которых нет информации о проблематике работы и ее месте в контексте других работ по исследуемой теме.

#### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

6. Наиболее точное численное решение интегралов дает метод: а) Рунге б) прямоугольников в) трапеций д) Гаусса 7. Как еще называют задачу Коши решения дифференциальных уравнений: а) с начальными данными б) с краевыми данными в) с узловыми точками 8. Какой метод относится к численному решению дифференциальных уравнений: а) метод Симпсона б) метод итераций в) метод Рунге-Кутты д) метод Гаусса 9. Какой метод относится к численному нахождению корня уравнения  $f(x) = 0$ : а) метод Симпсона б) метод итераций в) метод Рунге-Кутты д) метод Гаусса 10. Какой метод относится к численному нахождению интеграла: а) метод Симпсона б) метод итераций в) метод Рунге-Кутты

d) метод Гаусса 11. Какой метод относится к численному решению уравнений в частных производных: а) метод Симпсона б) метод итераций с) метод Рунге-Кутта d) метод сеток 12. Какой метод относится к численному решению систем линейных уравнений: а) метод Симпсона б) метод итераций с) метод Рунге-Кутта d) метод Гаусса 1. В среде программирования а) машинный эпсилон больше машинного нуля б) они равны с) машинный нуль больше машинного эпсилона d) их соотношение может быть любым 2. Значение машинного эпсилона определяется а) числом разрядов, отводимых для представления порядка вещественного числа б) заданием пользователя с) числом разрядов, отводимых для представления порядка и числом разрядов, отводимых для представления мантиссы d) числом разрядов, отводимых для представления мантиссы вещественного числа 3. Математическая задача корректна, если а) она хорошо обусловлена б) вариации решения малы при малых вариациях исходных данных с) ее решение единственно d) ее решение может быть неединственным, но все они качественно верно описывают моделируемый процесс е) ее решение существует 4. Алгоритм Гаусса реализуем а) всегда б) при условии неравенства нулю элементов  $a_{ii}, i=1,2, \dots, n$ , матрицы системы с) при условии отличия от нуля элементов  $a_{ii}, i=1,2, \dots, n$ , на каждом  $i$ -м шаге прямого хода алгоритма d) всегда, но только для симметричных матриц е) только для невырожденных матриц 5. Погрешность решения, полученного методом Гаусса, определяется а) только размерностью системы б) только обусловленностью матрицы системы с) размерностью и обусловленностью d) ни тем и не другим 6. Сходимость стационарного итерационного метода решения ЛУ реализуется в зависимости от а) значения спектрального радиуса итерационной матрицы б) выбора начального приближения с) значения максимального по модулю собственного числа матрицы задачи d) значением спектрального радиуса матрицы метода 7. Интерполяционный полином в форме Лагранжа удобен а) при интерполировании функции на системе все более сгущающихся сеток б) при интерполировании нескольких функций на одной сетке

с) потому, что процедура его построения обладает большей устойчивостью к ошибкам округления в сравнении с методом неопределенных коэффициентов d) при интерполировании на чебышевской сетке 8. Квазиньютоновский метод генерирует последовательность  $x_k$ , сходящуюся к корню уравнения а) квадратично б) линейно с) сверхлинейно d) сверхлинейно 9. При решении методом Ньютона уравнения  $x^2 + 5x + 6 = 0$  а) можно получить квадратично сходящуюся последовательность б) можно получить квадратично сходящуюся последовательность лишь при  $|x_0| < 6$  с) нельзя получить квадратично сходящуюся последовательность 10. Явный метод Эйлера а) является А-устойчивым б) является методом  $n$ -го порядка с) позволяет проинтегрировать любую устойчивую задачу d) может обеспечить сколь угодно малую погрешность интегрирования е) хорошо приспособлен к решению жестких задач f) сводит решение дифференциального уравнения к решению алгебраического уравнения относительно  $u_i$

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

8) Относительная погрешность частного двух чисел равна: а) разности относительных погрешностей чисел б) сумме относительных погрешностей чисел с) произведению относительных погрешностей чисел d) частному относительных погрешностей чисел 9) Отрезок называется отрезком изоляции, если: а) на нем нет корней б) на нем есть единственный корень с) на нем есть хотя бы один корень d) на нем более одного корня 10) Какие существуют способы отделения корней на данном отрезке  $[a, b]$ : а) аналитический б) логический с) индуктивный d) графический

1. Если первая производная функции положительная, а вторая производная отрицательная, то: а) функция возрастает, график вогнутый б) функция убывает, график выпуклый с) функция возрастает, график выпуклый d) функция убывает, график вогнутый 2. Если первая производная функции отрицательная, а вторая производная положительная, то: а) функция возрастает, график вогнутый б) функция убывает, график выпуклый с) функция возрастает, график выпуклый d) функция убывает, график вогнутый

1. В чем заключается задача интерполирования: а) в нахождении корней уравнения б) в решении системы уравнений степени n с) в приближении к функции д) в построении многочленов степени n  
 2. Какие многочлены используются для интерполяции функции: а) Лагранжа б) Лежандра с) Тейлора д) Ньютона  
 3. При построении какого многочлена используется понятие конечных разностей: а) Лагранжа б) Лежандра с) Тейлора д) Ньютона  
 4. Формула Симпсона служит для: а) интерполяции б) решения системы уравнений с) вычисления интегралов д) решения дифференциальных уравнений  
 5. Функция заменяется на кусочно-постоянную в методе: а) Рунге б) прямоугольников с) трапеций д) Гаусса

3. Какая функция является рекурсивной:

- а)  $f(x) = g(x)$
- б)  $y = f(x)$
- в)  $x_{n+1} = f(x_n)$

4. Для системы из двух уравнений с двумя неизвестными, если коэффициенты при неизвестных удовлетворяют условию  $\frac{a_1}{a_2} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{c_1}{c_2}$ , то соответствующие прямые:

- а) пересекаются
- б) параллельны
- в) совпадают
- г) не имеют общих точек

5. К каким методам относится метод Гаусса решения систем линейных уравнений:

- а) к прямым
- б) к последовательным
- в) к итерационным
- г) к обратным

6. К каким методам относится метод Гаусса-Зейделя решения систем линейных уравнений:

- а) к прямым
- б) к последовательным
- в) к итерационным
- г) к обратным

7. К каким методам относится метод прогонки решения систем линейных уравнений:

- а) к прямым
- б) к последовательным
- в) к итерационным
- г) к обратным

8. Какой формулой определяется многочлен Чебышева степени n:

- а)  $\frac{1}{2} \left( (x + \sqrt{x^2 - 1})^n + (x - \sqrt{x^2 - 1})^n \right)$
- б)  $\frac{1}{2} \left( (x + \sqrt{x^n - 1})^n + (x - \sqrt{x^n - 1})^n \right)$
- в)  $\frac{1}{2} \left( (x + \sqrt{x^n - 1})^n + (x - \sqrt{x^n - 1})^n \right)$
- г)  $\frac{1}{2} \left( (x + \sqrt{x^2 + 1})^n + (x - \sqrt{x^2 + 1})^n \right)$

3) Расстояние между числами определяется по формуле:

- а)  $|x - y|$
- б)  $\sqrt{x^2 - y^2}$
- в)  $\frac{x + y}{2}$
- г)  $\frac{x - y}{2}$

4) Расстояние между векторами определяется по формуле:

- а)  $\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|$
- б)  $\sum_{i=1}^n |y_i^2 - x_i^2|$
- в)  $\sum_{i=1}^n \sqrt{y_i^2 - x_i^2}$
- г)  $\sum_{i=1}^n |y_i^2 - x_i^2|$

5) Расстояние между функциями определяется по формуле:

- а)  $|f(x) - g(x)|$
- б)  $\max_{x \in D} |f(x) - g(x)|$
- в)  $\sum_{i=1}^n \sqrt{f(x_i)^2 - g(x_i)^2}$
- г)  $\sum_{i=1}^n |f(x_i)^2 - g(x_i)^2|$

6) Какой характеристикой вычисления является относительная погрешность:

- а) количественной
- б) качественной
- в) оценочной
- г) абсолютной

7) Абсолютная погрешность разности двух чисел равна:

- а) разности абсолютных погрешностей чисел
- б) сумме абсолютных погрешностей чисел
- в) произведению абсолютных погрешностей чисел
- г) частному абсолютных погрешностей чисел

с) методом абсолютных погрешностей чисел

8) Относительная погрешность частного двух чисел равна:

- а) разности относительных погрешностей чисел
- б) сумме относительных погрешностей чисел
- в) произведению относительных погрешностей чисел
- г) частному относительных погрешностей чисел

9) Отрезок называется отрезком изоляции, если:

- а) на нем нет корней
- б) на нем есть единственный корень
- в) на нем есть хотя бы один корень
- г) на нем более одного корня

10) Какие существуют способы отделения корней на данном отрезке [a,b]:

- а) аналитический
- б) логический
- в) индуктивный
- г) графический

1) Основными источниками погрешностей являются

- а) построение математической модели
- б) вычисление результата на ЭВМ
- в) вычисление значений функции
- г) арифметические операции

2) Каким аксиомам должно удовлетворять множество X для того, чтобы расстояние являлось метрикой:

- а) тождества
- б) симметрии
- в) треугольника
- г) коммутативности

## Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
отлично	85-100% правильных ответов
хорошо	66-84 % правильных ответов

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	50-65 % правильных ответов
неудовлетворительно	меньше 50 %

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-11**

24. Приближенное вычисление интегралов. Квадратурные формулы Гаусса. 25. Интегрирование с помощью степенных рядов. Оценка погрешности результата. 26. Кратные интегралы. Метод повторного применения квадратурных формул. 27. Интегралы с бесконечными пределами. Метод усечения. 28. Интегралы от разрывных функций. Аддитивный способ выделения особенностей. 29. Интегралы от разрывных функций. Мультипликативный способ выделения особенностей. 30. Метод Люстерника – Диткина для вычисления двойного интеграла. 31. Простейшие формулы численного дифференцирования. 32. Вычисление второй производной по формулам численного дифференцирования. 33. Численное решение задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Теоремы о разрешимости задачи Коши 34. Метод Эйлера для решения задачи Коши 35. Метод Рунге – Кутты для решения задачи Коши 36. Постановка краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка 37. Метод конечных разностей для линейных дифференциальных уравнений второго порядка 38. Метод конечных разностей для нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка 39. Метод Галеркина. 40. Численное решение уравнений с частными производными методом сеток. 41. Метод сеток для задачи Дирихле. 42. Итерационный метод решения системы конечно – разностных уравнений. 43. Решение краевых задач для криволинейных областей. 44. Метод сеток для уравнений параболического типа. 45. Метод сеток для уравнений гиперболического типа.

#### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9**

1. Основные источники и классификация погрешностей численного решения задач. 2. Вычислительная погрешность 3. Неустраняемая погрешность 4. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. 5. Сложение и вычитание приближенных чисел. Оценка погрешности результата. 6. Умножение и деление приближенных чисел. Оценка погрешности вычислений. 7. Оценка погрешности функции на погрешность аргумента. 8. Обратная задача для оценки погрешности функции на погрешности аргументов. Допустимые погрешности аргументов. 9. Вычислительная погрешность метода Гаусса. Выбор ведущего элемента исключения. 10. Метод Гаусса для решения СЛАУ с выбором главного элемента по столбцу. 11. Метод Гаусса для решения СЛАУ с выбором главного элемента по всей матрице. 12. Вычисление определителя методом Гаусса. 13. Вычисление элементов обратной матрицы методом Гаусса. 14. Решение СЛАУ методом простой итерации. (первый способ). 15. Решение СЛАУ методом простой итерации. (второй способ). 16. Применение метода простой итерации для уточнения элементов обратной матрицы 17. Постановка задачи интерполирования. Интерполирование для случая равноотстоящих узлов. Первая интерполяционная формула Ньютона. 18. Постановка задачи интерполирования. Интерполирование для случая равноотстоящих узлов. Вторая интерполяционная формула Ньютона. 19. Интерполяционная формула Лагранжа. 20. Интерполяционная схема Эйткена. 21. Обратное интерполирование. Нахождение корней уравнения методом обратного интерполирования. 22. Выбор шага интегрирования. Принцип Рунге для оценки погрешностей. 23. Приближенное вычисление интегралов. Формулы Ньютона – Котеса.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
отлично	выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с ситуационными заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок
хорошо	выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при анализе информации
удовлетворительно	выставляется в том случае, при котором студент освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении анализа информации.
неудовлетворительно	выставляется студенту, в ответе которого обнаружилось существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины и / или неумение использовать полученные знания.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Зенков А. В. Численные методы / Зенков А. В. - Москва : Юрайт, 2022. - 122 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491582> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-10893-4 : 319.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=789008&idb=0>.
2. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 / Пименов В. Г. - Москва : Юрайт, 2022. - 111 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492872> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-10886-6 : 299.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=784445&idb=0>.
3. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. - Москва : Юрайт, 2022. - 107 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/492873> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-10891-0 : 369.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=821135&idb=0>.
4. Гателюк О. В. Численные методы : учебное пособие / О. В. Гателюк, Ш. К. Исмаилов, Н. В. Манюкова. - Москва : Юрайт, 2022. - 140 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/491796> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-05894-9 : 449.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=819494&idb=0>.

## Дополнительная литература:

1. Пантелеев Андрей Владимирович. Численные методы. Практикум : Учебное пособие / Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 512 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-012333-2. - ISBN 978-5-16-105242-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=594708&idb=0>.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы : учебник / Бахвалов Н.С.; Жидков Н.П.; Кобельков Г.М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 636 с. - ISBN 978-5-00101-836-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735442&idb=0>.
3. Гулин Алексей Владимирович. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : Учебное пособие. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 368 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-012876-4. - ISBN 978-5-16-101108-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=627923&idb=0>.
4. Шевченко Алеся Сергеевна. Численные методы : Учебное пособие / Алтайский государственный университет, ф-л Рубцовский институт. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 381 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-014605-8. - ISBN 978-5-16-107164-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=771719&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp)

ГАРАНТ. Информационно-правовой портал [Электронный ресурс].– Адрес доступа: <http://www.garant.ru>

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;

программное обеспечение YandexBrowser;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/ebs>

Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>

Электронно-библиотечная система Университетская библиотекаONLINE <http://biblioclub.ru/>

Фундаментальная библиотека ННГУ [www.lib.unn.ru/](http://www.lib.unn.ru/)

Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: [lib.arz.unn.ru](http://lib.arz.unn.ru)

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского»  
<https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»  
<https://online.edu.ru/public/promo>

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: проектор, интерактивная доска

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Миронова Светлана Владимировна, кандидат педагогических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Нестерова Лариса Юрьевна, кандидат педагогических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.01.2024 г., протокол № 1.