

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Численные методы

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Суперкомпьютерное моделирование и инженерный анализ

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.19 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
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов	УК-1.1: Знать основные понятия, связанные с решением задач при помощи численных методов  УК-1.2: Уметь анализировать задачи и подбирать численные методы решения  УК-1.3: Владеть аппаратом численных методов решения задач	Индивидуальное устное собеседование	Экзамен: Задачи
ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области	ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере	ПК-9.1: Знать методы решения вычислительных задач  ПК-9.2: Уметь решать систему линейных алгебраических уравнений при помощи численных методов Уметь решать систему нелинейных уравнений при помощи численных методов Уметь находить корни трансцендентных уравнений при помощи численных методов	Отчет по лабораторным работам	Экзамен: Контрольные вопросы

	конкретной предметной области	<p>Уметь строить интерполяционные полиномы</p> <p>Уметь строить интерполяционные сплайны</p> <p>Уметь решать задачу аппроксимации</p> <p>ПК-9.3:</p> <p>Владеть методами численного решения системы линейных алгебраических уравнений</p> <p>Владеть методами численного решения трансцендентных уравнений</p> <p>Владеть методами численного решения системы нелинейных алгебраических уравнений</p> <p>Владеть методами численной интерполяции</p> <p>Владеть методами численной аппроксимации</p>		
--	-------------------------------	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>14</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>28</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>28</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен</b>

#### 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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Теория погрешности. Понятие абсолютной и относительной погрешностей действительного числа, понятие значащей и верной цифр, погрешности арифметических операций. Погрешность вычислений. Основные ее компоненты	15	3	6	9	6
Решение СЛУ. Точные методы. (Гаусса) Итерационные методы. Плохо обусловленные задачи	16	2	7	9	7
Решение нелинейных уравнений и СЛУ. Отделение, уточнение корней. Метод Ньютона, итерационные методы	19	5	7	12	7
Теория приближений. задача интерполяции. Точность. Интерполяция полиномами. Интерполяция Сплайн-функцией. Аппроксимация	20	4	8	12	8
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	108	14	28	44	28

### Содержание разделов и тем дисциплины

Теория погрешности. Понятие абсолютной и относительной погрешностей действительного числа, понятие значащей и верной цифр, погрешности арифметических операций. Погрешность вычислений. Основные ее компоненты

Решение СЛУ. Точные методы. (Гаусса) Итерационные методы. Плохо обусловленные задачи

Решение нелинейных уравнений и СЛУ. Отделение, уточнение корней. Метод Ньютона, итерационные методы.

Теория приближений. задача интерполяции. Точность. Интерполяция полиномами. Интерполяция Сплайн-функцией. Аппроксимация.

#### 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:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Численные методы, <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1936>.

#### 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 - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции УК-1:

1. Требования к численным методам. Место численных методов в математическом моделировании.
2. Погрешность численных методов, этапы возникновения и типы погрешностей, обусловленность задачи
3. Округление, погрешности вычисления, значащие цифры, машинная точность.
4. Правила уменьшения ошибок при вычислениях. Принцип Крылова
5. Понятие нормы матрицы, свойства норм.
6. Оценка абсолютной и относительной погрешности в системе линейных уравнений, устойчивой по правой части
7. Полная оценка относительной погрешности СЛАУ. Число обусловленности СЛАУ
8. Метод простой итерации для СЛАУ. Основные принципы итерационных методов
9. Условия сходимости итерационных методов для СЛАУ
10. Оценки погрешности итерационных методов для СЛАУ (априорная и апостериорная)
11. Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Методы, применяемые на каждом из этапов
12. Погрешность поиска корня нелинейного уравнения. Невязка и интервал неопределенности
13. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод хорд
14. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод секущих
15. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод касательных
16. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод Ньютона с постоянным шагом
17. Метод Ньютона для нахождения корней нелинейного уравнения. Условия сходимости
18. Этапы поиска корней системы нелинейных уравнений. формулировка в операторной форме. Сжимающий оператор
19. Метод простой итерации для решения системы нелинейных уравнений. Сходимость итерационного процесса. Априорные и апостериорные погрешности
20. Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Сходимость и оценка погрешностей
21. Преимущества и недостатки Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Модификации метода
22. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Лагранжа
23. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Ньютона
24. Конечная разность. Разделенная разность. Свойства разделенной разности
25. Погрешность интерполяции полиномом. Точность интерполяции полиномом
26. Кусочная интерполяция. Кубический сплайн, составление системы
27. Погрешность кусочной интерполяции и ее сходимость. Краевые условия.
28. Задача аппроксимации. Критерии близости функций
29. Критерии Гаусса близости функций и метод наименьших квадратов
30. Критерии Гаусса близости функций в случае ортогонального базиса

### Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Темы лабораторных работ

1. Решение системы линейных уравнений
2. Решение нелинейных уравнений
3. Решение системы нелинейных уравнений
4. Интерполяция функций, заданных таблично
5. Аппроксимация табличных функций при помощи метода наименьших квадратов

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все или большая часть этапов решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю в срок
не зачтено	Выполнены не все лабораторные работы или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю).

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.

	отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

**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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1**

1. Решить систему линейных уравнений
2. Решить нелинейное уравнение
3. Решить систему нелинейных уравнений
4. Построить интерполяционные полиномы функций, заданных таблично
5. Аппроксимировать табличную функцию при помощи метода наименьших квадратов

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все практические задания выполнены в полном объеме, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю.
отлично	Все практические задания выполнены в полном объеме. Описаны все этапы выполнения заданий, код и результаты работы представлены преподавателю
очень хорошо	Выполнены основные этапы решения задачи или задача решена с незначительными недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю .
хорошо	Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с недочетами. Код и результаты работы представлены преподавателю
удовлетворительно	Выполнены часть этапов решения задачи или задача решена с существенными недочетами.
неудовлетворительно	Выполнены не все практические задания или выполнены не в полном объеме (представлено не полное описание этапов выполнения заданий, код работает некорректно, результаты работы не представлены преподавателю
плохо	Студент не приступал к выполнению практических за

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

1. Требования к численным методам. Место численных методов в математическом моделировании.
2. Погрешность численных методов, этапы возникновения и типы погрешностей, обусловленность задачи
3. Округление, погрешности вычисления, значащие цифры, машинная точность.
4. Правила уменьшения ошибок при вычислениях. Принцип Крылова
5. Понятие нормы матрицы, свойства норм.
6. Оценка абсолютной и относительной погрешности в системе линейных уравнений, устойчивой по правой части
7. Полная оценка относительной погрешности СЛАУ. Число обусловленности СЛАУ
8. Метод простой итерации для СЛАУ. Основные принципы итерационных методов



9. Условия сходимости итерационных методов для СЛАУ
10. Оценки погрешности итерационных методов для СЛАУ (априорная и апостериорная)
11. Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Методы, применяемые на каждом из этапов
12. Погрешность поиска корня нелинейного уравнения. Невязка и интервал неопределенности
13. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод хорд
14. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод секущих
15. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод касательных
16. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод Ньютона с постоянным шагом
17. Метод Ньютона для нахождения корней нелинейного уравнения. Условия сходимости
18. Этапы поиска корней системы нелинейных уравнений. формулировка в операторной форме.  
Сжимающий оператор
19. Метод простой итерации для решения системы нелинейных уравнений. Сходимость итерационного процесса. Априорные и апостериорные погрешности
20. Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Сходимость и оценка погрешностей
21. Преимущества и недостатки Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Модификации метода
22. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Лагранжа
23. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Ньютона
24. Конечная разность. Разделенная разность. Свойства разделенной разности
25. Погрешность интерполяции полиномом. Точность интерполяции полиномом
26. Кусочная интерполяция. Кубический сплайн, составление системы
27. Погрешность кусочной интерполяции и ее сходимость. Краевые условия.
28. Задача аппроксимации. Критерии близости функций
29. Критерии Гаусса близости функций и метод наименьших квадратов

Критерии Гаусса близости функций в случае ортогонального базиса.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала.
отлично	Студент дал развернутый ответ на все вопросы
очень хорошо	Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами
хорошо	Студент ответил на большую часть вопросов с незначительными недочетами.
удовлетворительно	Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.
неудовлетворительно	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.
плохо	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.

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

Основная литература:

1. Самарский Александр Андреевич. Численные методы : [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - М. : Наука, 1989. - 429, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-013996-3 (в пер.) : 1.20., 44 экз.
2. Самарский Александр Андреевич. Введение в численные методы : [учеб. пособие для вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1982. - 271 с. - 0.75., 3 экз.
3. Вержбицкий Валентин Михайлович. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения : учеб. пособие для студентов мат. и инженер. специальностей вузов. - 2-е изд., испр. - М. : Оникс 21 век, 2005. - 432 с. : ил. - ISBN 5-329-01110-8 : 70.00., 1 экз.
4. Вержбицкий Валентин Михайлович. Основы численных методов : учебник для вузов. - М. : Высшая школа, 2002. - 840 с. - ISBN 5-06-004020-8 : 121.55., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Бахвалов Николай Сергеевич. Численные методы : учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей вузов / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 6-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - На тит. л.: 250 лет МГУ имени М. В. Ломоносова. - ISBN 978-5-94774-815-4 : 244.00., 2 экз.

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

SciLab

<https://www.scilab.org/>

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

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

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): Неймарк Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.