

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

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
президиумом Ученого совета ННГУ
протокол от
14.12.2021 №4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Численные методы

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

090303 «Прикладная информатика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2021

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к к части, формируемой участниками образовательных отношений

| № варианта | Место дисциплины в учебном плане образовательной программы | Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД |
|------------|---|--|
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений | Дисциплина Б1.В.18 Численные методы относится к части ООП направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, формируемой участниками образовательных отношений. |

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** | |
| <i>УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i> | <i>УК-1.1. Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.</i> | <i>Знать основные понятия, связанные с решением задач при помощи численных методов</i> | <i>Контрольные вопросы</i> |
| | <i>УК-1.2. Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.</i> | <i>Уметь анализировать задачи и подбирать численные методы решения</i> | <i>Контрольные вопросы</i> |
| | <i>УК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.</i> | <i>Владеть аппаратом численных методов решения задач</i> | <i>Контрольные вопросы</i> |
| <i>ПК-9. Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области</i> | <i>ПК-9.1. Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.</i> | <i>Знать методы решения вычислительных задач</i> | <i>Лабораторная работа</i> |
| | <i>ПК-9.2. Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при</i> | <i>Уметь решать систему линейных алгебраических уравнений при помощи численных методов Уметь решать систему нелинейных уравнений при</i> | <i>Лабораторная работа</i> |

| | | | |
|--|---|--|---------------------|
| | разработке программного обеспечения ИС. | помощи численных методов Уметь находить корни трансцендентных уравнений при помощи численных методов Уметь строить интерполяционные полиномы Уметь строить интерполяционные сплайны Уметь решать задачу аппроксимации | |
| | ПК-9.3. Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере конкретной предметной области. | Владеть методами численного решения системы линейных алгебраических уравнений Владеть методами численного решения трансцендентных уравнений Владеть методами численного решения системы нелинейных алгебраических уравнений Владеть методами численной интерполяции Владеть методами численной аппроксимации | Лабораторная работа |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

| | Очная форма обучения |
|--|----------------------|
| Общая трудоемкость | 3 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану | 108 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | 44 |
| - занятия лекционного типа | 28 |
| - занятия семинарского типа | 14 |
| - текущий контроль (КСР) | 2 |
| самостоятельная работа | 28 |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |

3.2. Содержание дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|--|---------------------|---|---------------------------|----------------------------|--|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы | | | | Всего | |
| | | из них | | | | | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа | Занятия лабораторного типа | | | |

| | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Теория погрешности. Понятие абсолютной и относительной погрешностей действительного числа, понятие значащей и верной цифр, погрешности арифметических операций. Погрешность вычислений. Основные ее компоненты | 16 | 6 | 4 | 0 | 10 | 6 |
| Решение СЛУ. Точные методы. (Гаусса) Итерационные методы. Плохо обусловленные задачи | 22 | 7 | 8 | 0 | 15 | 7 |
| Решение нелинейных уравнений и СЧУ. Отделение, уточнение корней. Метод Ньютона, итерационные методы. | 22 | 7 | 8 | 0 | 15 | 7 |
| Теория приближений. задача интерполяции. Точность. Интерполяция полиномами. Интерполяция Сплайн-функцией. Аппроксимация. | 28 | 8 | 12 | 0 | 20 | 8 |
| Текущий контроль (КСР) | 2 | | | | | |
| Промежуточная аттестация: экзамен | 36 | | | | | |
| Итого | 108 | 28 | 14 | | 44 | 28 |

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (экзамен)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация): <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1936>

Самостоятельно выполняются задания для лабораторных работ.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1.Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | Шкала оценивания сформированности компетенций | | | | | | |
|--|---|---------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | плохо | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | очень хорошо | отлично | превосходно |
| | Не зачтено | | Зачтено | | | | |
| <u>Знания</u> | Отсутствие знаний | Уровень знаний ниже | Минимально допустимый | Уровень знаний в | Уровень знаний в | Уровень знаний в | Уровень знаний в |

| | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|--|---|--|--|
| | теоретическо го материала. Невозможнос ть оценить полноту знаний вследствие отказа обучающего от ответа | минималь- ных требований. Имели место грубые ошибки. | уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. | объеме, соответствующ ем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок | объеме, соответствующ ем программе подготовки. Допущено несколько несущественн ых ошибок | объеме, соответствую щем программе подготовки, без ошибок. | объеме, превышающе м программу подготовки. |
| <u>Умения</u> | Отсутствие минималь- ных умений. Невозмож- ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего- ся от ответа | При решении стандартных задач не продемонстр ированы основные умения. Имели место грубые ошибки. | Продемонстр ированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстри рованы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстри рованы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстр ированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест- венным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстр ированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u> | Отсутствие владения материалом. Невозможнос ть оценить наличие навыков вследствие отказа обучающего от ответа | При решении стандартных задач не продемонстр ированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки. | Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами. | Продемонст- рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами | Продемонстри рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. | Продемонстр ированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов. | Продемонстр ирован творческий подход к решению нестандартн ых задач. |

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Численные методы» за весь период обучения вводится балльно-рейтинговая система оценки учебной работы студентов (БРС).

Организация учебного процесса на основе БРС, является одной из эффективных форм реализации механизмов обеспечения объективности в оценке результатов обучения, преследует цель активизации учебной деятельности студентов путем планомерной, систематической работы над учебным материалом. БРС должна стимулировать самостоятельную работу студентов и формировать побудительные мотивы управления успеваемостью.

Основанием для выставления баллов является:

1. Результат выполнения лабораторных работ (далее ЛР) баллы **Б_{ЛР}**
2. Балл, полученный на экзамене **Б_{ЭКЗ}**

Порядок перевода баллов в итоговую оценку

Итоговый балл рассчитывается по формуле: **Б = (Б_{ЛР}) * (Б_{ЭКЗ})**

Баллы, получаемые за выполнение ЛР:

| | |
|-----------------------|--|
| Оценка работы | Итоговый бал за лабораторные работы (Б _{ЛР}) |
| Выполнены менее 10 ЛР | 0 |
| Выполнены 10 ЛР | 1 |

Шкала оценки при промежуточной аттестации

| Оценка | | Уровень подготовки |
|------------|---------------------|--|
| зачтено | Превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно» |
| | 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» |
| | Очень хорошо | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» |
| | 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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» |
| | Плохо | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо» |

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

| Вопрос | Код компетенции |
|--|-----------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Требования к численным методам. Место численных методов в математическом моделировании. -1 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 | УК-1 |

| | |
|---|--|
| <p>9. Условия сходимости итерационных методов для СЛАУ</p> <p>10. Оценки погрешности итерационных методов для СЛАУ (априорная и апостериорная)</p> <p>11. Этапы нахождения корней нелинейного уравнения. Методы, применяемые на каждом из этапов</p> <p>12. Погрешность поиска корня нелинейного уравнения. Невязка и интервал неопределенности</p> <p>13. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод хорд</p> <p>14. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод секущих</p> <p>15. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод касательных</p> <p>16. Методы уточнения корней нелинейного уравнения. Метод Ньютона с постоянным шагом</p> <p>17. Метод Ньютона для нахождения корней нелинейного уравнения. Условия сходимости</p> <p>18. Этапы поиска корней системы нелинейных уравнений. формулировка в операторной форме. Сжимающий оператор</p> <p>19. Метод простой итерации для решения системы нелинейных уравнений. Сходимость итерационного процесса. Априорные и апостериорные погрешности</p> <p>20. Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Сходимость и оценка погрешностей</p> <p>21. Преимущества и недостатки Метод Ньютона для нахождения корней системы нелинейных уравнений. Модификации метода</p> <p>22. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Лагранжа</p> <p>23. Постановка задачи интерполяции. Интерполяционный полином Ньютона</p> <p>24. Конечная разность. Разделенная разность. Свойства разделенной разности</p> <p>25. Погрешность интерполяции полиномом. Точность интерполяции полиномом</p> <p>26. Кусочная интерполяция. Кубический сплайн, составление системы</p> <p>27. Погрешность кусочной интерполяции и ее сходимость. Краевые условия.</p> <p>28. Задача аппроксимации. Критерии близости функций</p> <p>29. Критерии Гаусса близости функций и метод наименьших квадратов</p> <p>30. Критерии Гаусса близости функций в случае ортогонального базиса.</p> | |
|---|--|

5.2.2. Лабораторные работы по работа по дисциплине «Численные методы» 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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Самарский А. А., Гулин А. В. - Численные методы: [учеб. пособие для вузов по специальности "Приклад. математика"]. - М.: Наука, 1989. – 429с. – 50 экз

б) дополнительная литература

1. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. - Численные методы: учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей вузов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 636 с. – 50 экз

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 **09.03.03 «Прикладная информатика»**.

Автор _____ доцент Неймарк Е.А.

Рецензент _____ профессор Федосенко Ю.С.

Заведующий кафедрой _____ М.Х. Прилуцкий

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

01.12.2021 года, протокол №2