

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра математических и естественнонаучных дисциплин

Авторы-составители: Зенцова Инна Михайловна

Рабочая программа дисциплины

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Код УМК 101129

Утверждено
Протокол №9
от «12» апреля 2024 г.

Пермь, 2024

1. Наименование дисциплины

Численные методы

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **44.03.05** Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
направленность Начальное образование и информатика

В результате освоения дисциплины **Численные методы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (направленность : Начальное образование и информатика)

УК.1 Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

Индикаторы

УК.1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

ПК.2 способен использовать систематизированные знания в соответствии с профилем педагогической деятельности

Индикаторы

ПК.2.2 демонстрирует теоретические и практические знания в избранной предметной области

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (направленность: Начальное образование и информатика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	12
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (12 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

1. Погрешности

Основы теории погрешности: абсолютная и относительная погрешность, верные значащие цифры числа в широком и узком смысле, погрешность выражения в зависимости от погрешностей величин, входящих в выражение.

Классификация погрешностей: погрешность модели, погрешность исходных данных, погрешность метода, погрешность округления.

Абсолютная и относительная погрешности.

Действия с приближенными числами.

Правило сложения и вычитания приближенных чисел.

Правило умножения и деления приближенных чисел.

2. Численные методы линейной алгебры.

Численные методы линейной алгебры. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

Метод исключения Гаусса. Метод прогонки. Итерационные методы. Проблема собственных значений

Решение алгебраических и трансцендентных уравнений.

Метод половинного деления, хорд, касательных, секущих.

Метод итераций для одного уравнения, для системы двух уравнений.

Основы численного анализа. Приближение функций.

Интерполирование функций. Формулы Ньютона. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяция сплайнами

Численное интегрирование. Формула Ньютона-Котеса. Полиномы Лежандра. Квадратурная формула Гаусса.

3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши.

Метод Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Метод Адамса. Метод Рунге-Кутты для систем. Жесткие системы.

Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод стрельбы. Редукция к задачам Коши двухточечной краевой задачи для линейного уравнения второго порядка. Разностные методы решения краевых задач.

Уравнения в частных производных. Параболические уравнения. Явная схема, неявная схема, схема

Кранка-Николсона. Эллиптические уравнения. Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа

методом сеток. Процесс Либмана. Ускоренный процесс Либмана. Гиперболические уравнения. Схема «крест», неявная схема.

Интегральные уравнения.

Метод конечных сумм. Метод вырожденных ядер. Метод моментов

4. Итоговое контрольное мероприятие

Итоговое мероприятие представляет из себя письменную работу, состоящую из двух теоретических вопросов и практического задания. Проверяются знания основных понятий, методов вычислительной математики изученных в курсе и умение применять их на практике.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторные занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного

назначения для размещения в различных информационных системах;

- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;

- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Численные методы : учебник и практикум для академического бакалавриата / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 421 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03141-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/431961>
2. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/449891>

Дополнительная:

1. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/452695>
2. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов, А. Б. Ложников. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 107 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10891-0 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1342-6 (Изд-во Урал. ун-та). — ISBN 978-5-7996-1015-9 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432207>
3. Пименов, В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : учебное пособие для вузов / В. Г. Пименов. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 111 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10886-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1032-6 (Изд-во Урал. ун-та). — ISBN 978-5-7996-1015-9 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432203>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://elibrary.ru> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

<http://www.rsl.ru> Российская государственная библиотека

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Численные методы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы;
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

ОС Microsoft Windows;

Microsoft Office;

Kaspersky Endpoint Security for Business ;

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс».

ОС «Альт Образование» в библиотеке

Специализированное программное обеспечение не требуется.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа с оборудованием: специализированная мебель, меловая доска, переносной проектор, переносной экран, ноутбук. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации –Компьютерный класс.

Основное оборудование: специализированная мебель, персональные компьютеры, проектор, доска меловая, доска интерактивная, принтер, сканер.

Для самостоятельной работы: аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение научной библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

Помещение Научной библиотеки СГПИ филиал ПГНИУ, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ПГНИУ; ауд. 317 (корп.2).

Основное оборудование: специализированная мебель, меловая доска, проектор, экран, ноутбуки, телевизор.

ПО: ОС Microsoft Windows (предустановленная версия - OEM или версия согласно лицензионным соглашениям); пакет офисных приложений Microsoft Office (версия согласно лицензионным соглашениям); Kaspersky Endpoint Security for Business; Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»; Яндекс.Браузер (свободно распространяемое ПО) и/или Google Chrome (свободно распространяемое ПО); ОС «Альт Образование».

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Численные методы

Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания

ПК.2

способен использовать систематизированные знания в соответствии с профилем педагогической деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.2.2 демонстрирует теоретические и практические знания в избранной предметной области	Знать: основные методы вычислительной математики для решения - задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, численного интегрирования, задач аппроксимации функций. Уметь применять их на практике с использованием специальных пакетов или реализует в виде программ на языке программирования высокого уровня. Владеть требованиями этических норм и информационной безопасности.	Неудовлетворительно Не знает: основные методы вычислительной математики для решения - задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, численного интегрирования, задач аппроксимации функций. Не умеет применять их на практике с использованием специальных пакетов или реализует в виде программ на языке программирования высокого уровня. Не владеет требованиями этических норм и информационной безопасности.
		Удовлетворительно В основном знает: основные методы вычислительной математики для решения - задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, численного интегрирования, задач аппроксимации функций. Частично умеет применять их на практике с использованием специальных пакетов или реализует в виде программ на языке программирования высокого уровня. Не владеет требованиями этических норм и информационной безопасности.
		Хорошо Знает: основные методы вычислительной математики для решения - задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, численного интегрирования, задач аппроксимации функций. Может допускать отдельные неточности. Умеет применять их на практике с использованием специальных пакетов или реализует в виде программ на языке программирования высокого уровня. Владеет требованиями этических норм и информационной безопасности.

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Хорошо безопасности. Отлично Знает: основные методы вычислительной математики для решения - задач линейной алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, численного интегрирования, задач аппроксимации функций. Умеет применять их на практике с использованием специальных пакетов или реализует в виде программ на языке программирования высокого уровня. Владеет требованиями этических норм и информационной безопасности.

УК.1

Способен осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход для разрешения проблемных ситуаций

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
УК.1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать: терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике численных методов; современные численные методы решения математических задач. Уметь: использовать компьютерные средства для реализации вычислительных алгоритмов нахождения решений систем линейных алгебраических уравнений, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, убедительно обосновывать выбор того или иного эффективного численного метода решения математической задачи. Владеть: современными численными методами решения математических задач.	Неудовлетворительно Не знает: терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике численных методов; современные численные методы решения математических задач. Не умеет: использовать компьютерные средства для реализации вычислительных алгоритмов нахождения решений систем линейных алгебраических уравнений, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, убедительно обосновывать выбор того или иного эффективного численного метода решения математической задачи. Не владеет: современными численными методами решения математических задач. Удовлетворительно В основном знает: терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике численных методов; современные численные методы решения математических задач. Частично умеет: использовать компьютерные средства для реализации вычислительных алгоритмов нахождения решений систем линейных алгебраических

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Удовлетворительно уравнений, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, убедительно обосновывать выбор того или иного эффективного численного метода решения математической задачи. Не владеет: современными численными методами решения математических задач. Хорошо Знает: терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике численных методов; современные численные методы решения математических задач. Может допускать отдельные неточности. Умеет: использовать компьютерные средства для реализации вычислительных алгоритмов нахождения решений систем линейных алгебраических уравнений, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, убедительно обосновывать выбор того или иного эффективного численного метода решения математической задачи. Владеет: современными численными методами решения математических задач. Отлично Знает: терминологию и основные понятия, используемые в теории и практике численных методов; современные численные методы решения математических задач. Умеет: использовать компьютерные средства для реализации вычислительных алгоритмов нахождения решений систем линейных алгебраических уравнений, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, убедительно обосновывать выбор того или иного эффективного численного метода решения математической задачи. Владеет: современными численными методами решения математических задач.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	1. Погрешности Входное тестирование	Знание основных положений:- линейной алгебры (системы линейных алгебраических уравнений, проблема собственных значений);- математического анализа (дифференцирование, интегрирование);- обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши, краевые задачи). Умение применять основные положения линейной алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений к решению задач. Владение навыками программирования на ЯПВУ, пользования математическими пакетами MathCad, MathLab

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
УК.1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	2. Численные методы линейной алгебры. Письменное контрольное мероприятие	Знание методов уточнения корней нелинейных и трансцендентных уравнений, прямых и итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Умение применять их на практике и реализовывать в виде программы. Владение методами интерполирования и приближения таблично заданных функций, методами численного интегрирования.
ПК.2.2 демонстрирует теоретические и практические знания в избранной предметной области	3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений Письменное контрольное мероприятие	Знание методов приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений: задача Коши, краевая задача. Умение применять редукцию к задачам Коши двухточечной краевой задачи для линейного уравнения второго порядка. Владение методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
УК.1.3 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними ПК.2.2 демонстрирует теоретические и практические знания в избранной предметной области	4. Итоговое контрольное мероприятие Итоговое контрольное мероприятие	Знание основных методов линейной алгебры; решения нелинейных уравнений; приближения функций; численного интегрирования; решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; решения интегральных уравнений. Умение правильно выбирать метод решения. Умение правильно реализовывать алгоритм метода решения. Владение математическими пакетами для решения задач.

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Погрешности

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставаемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Знание основных положений:- линейной алгебры (системы линейных алгебраических уравнений, проблема собственных значений);- математического анализа (дифференцирование, интегрирование);- обыкновенных дифференциальных уравнений (задача Коши, краевые задачи).	4
Владение навыками программирования на ЯПВУ, пользования математическими пакетами MathCad, MathLab	3
Умение применять основные положения линейной алгебры, математического анализа, обыкновенных дифференциальных уравнений к решению задач.	3

2. Численные методы линейной алгебры.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов уточнения корней нелинейных и трансцендентных уравнений, прямых и итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений.	10
Владение методами интерполирования и приближения таблично заданных функций, методами численного интегрирования.	10
Умение применять их на практике и реализовывать в виде программы.	10

3. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знание методов приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений: задача Коши, краевая задача.	10
Владение методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	10
Умение применять редукцию к задачам Коши двухточечной краевой задачи для линейного уравнения второго порядка.	10

4. Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Знание основных методов линейной алгебры; решения нелинейных уравнений; приближения функций; численного интегрирования; решения обыкновенных	20

дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных; решения интегральных уравнений.	
Владение математическими пакетами для решения задач.	10
Умение правильно выбирать метод решения. Умение правильно реализовывать алгоритм метода решения.	10