

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра информационных систем и математических методов в экономике

Авторы-составители: **Шишкин Владимир Андреевич**

Рабочая программа дисциплины

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ (АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ)

Код УМК 83227

Утверждено
Протокол №9
от «21» мая 2019 г.

Пермь, 2019

1. Наименование дисциплины

Численные методы (анализ экономических процессов)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **09.03.02** Информационные системы и технологии
направленность Информационные системы и технологии в экономике

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Численные методы (анализ экономических процессов)** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

09.03.02 Информационные системы и технологии (направленность : Информационные системы и технологии в экономике)

ПК.1 способность применять базовые математические знания для решения задач, связанных с развитием и использованием информационных систем и технологий, включая моделирование процессов и систем

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	09.03.02 Информационные системы и технологии (направленность: Информационные системы и технологии в экономике)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	8
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (8 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Численные методы (анализ экономических процессов)

Тема 1. Введение

Применение численных методов в экономике. Приближенное решение задачи, оценка точности. Источники ошибок. Программное обеспечение.

Тема 2. Приближение функций

Интерполяция и аппроксимация.

Интерполяционный многочлен. Метод неопределённых коэффициентов. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Оценка точности. Ортогональные многочлены Чебышева.

Интерполяционный многочлен наилучшего приближения.

Интерполяция кусочными функциями. Сплайны. Кусочно-кубические многочлены Эрмита.

Рационально-полиномиальная интерполяция.

Аппроксимация функций. Метод наименьших квадратов.

Интерполяция производных.

Тема 3. Численное интегрирование

Простейшие методы численного интегрирования. Методы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Квадратурные формулы Ньютона, Чебышева, Гаусса. Метод Ромберга, формула Рундсона. Метод Гаусса-Кронрода.

Многомерное интегрирование. Оценка многомерных интегралов методом Монте-Карло.

Неопределённые интегралы.

Тема 4. Задачи линейной алгебры

Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) методом Гаусса. Метод Гаусса-Жордана.

Решение СЛАУ с помощью ортогональных преобразований: методы вращений и отражений.

Метод квадратного корня для решения СЛАУ с симметричной матрицей коэффициентов.

Вычисление определителя матрицы. Обращение матрицы, уточнение решения.

Итерационные методы решения СЛАУ

Решение полной проблемы собственных значений. Метод Крылова. Решение частной проблемы собственных значений.

Тема 5. Решение нелинейных уравнений

Решение скалярного нелинейного уравнения. Метод деления отрезка пополам. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод секущих.

Решение систем нелинейных уравнений.

Тема 6. Решение дифференциальных уравнений

Решение задачи Коши. Метод Эйлера. Метод Хьюна. Методы Рунге-Кутты. Метод

Рунге-Кутты-Фелберга с адаптацией длины шага. Многошаговые методы. Метод прогноза и коррекции.

Решение двухточечной краевой задачи. Метод пристрелки. Проекционные методы. Метод коллокации.

Метод Галёркина.

Тема 7. Численная оптимизация

Одномерная оптимизация. Метод Звена локализации точки минимума. Метод трёх точек. Метод золотого сечения. Методы, основанные на полиномиальной интерполяции.

Многомерная оптимизация. Метод поиска по симплексу, модификация Нелдера-Мида. Метод координатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод Ньютона, понятие о квазиньютоновских методах.

Условная оптимизация. Метод штрафных и барьерных функций.
Методы из теории слабого искусственного интеллекта. Генетическое и эволюционное программирование. Метод имитации отжига.

Тема 8. Некорректные задачи

Понятие некорректной задачи. Регуляризация.

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 аудиторские 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. Бабенко, К. И. Основы численного анализа / К. И. Бабенко ; под редакцией А. Д. Брюно. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 848 с. — ISBN 978-5-4344-0794-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/92059>

Дополнительная:

1. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация/Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт ; пер. В. Ю. Лебедев ; ред. А. А. Петров.-М.:Мир,1985.-509.

2. Бабенко К. И. Основы численного анализа/Под ред. А. Д. Брюно.-М.; Ижевск:Регулярная и хаотическая динамика,2002, ISBN 5-93972-162-1.-848.-Библиогр.: с. 816-835

3. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы: учебное пособие/Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков.-Москва:Лаборатория Базовых Знаний,2000, ISBN 5-93208-043-4.-624.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://planetcalc.ru/search/?tag=2874> .

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

Образовательный процесс по дисциплине **Численные методы (анализ экономических процессов)** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

В учебном процессе для изучения дисциплины «Численные методы (анализ экономических процессов)» для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса. Для самостоятельной работы требуется аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, а так же помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Для текущего контроля требуется компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Индивидуальные и групповые консультации - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской или аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

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 (анализ экономических процессов)**

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

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1 способность применять базовые математические знания для решения задач, связанных с развитием и использованием информационных систем и технологий, включая моделирование процессов и систем</p>	<p>Знать и уметь применять численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает и/или не умеет применять численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p> <p align="center">Удовлетворительн Фрагментарно знает численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем. Допускает существенные ошибки при применении численных методов.</p> <p align="center">Хорошо Допускает незначительные ошибки при применении численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p> <p align="center">Отлично В полной мере знает и умеет применять численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p>

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 41 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 41 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Тема 1. Введение Входное тестирование	Элементы линейной алгебры, математического анализа, теории дифференциальных уравнений, оптимизации, программирования.
ПК.1 способность применять базовые математические знания для решения задач, связанных с развитием и использованием информационных систем и технологий, включая моделирование процессов и систем	Тема 4. Задачи линейной алгебры Защищаемое контрольное мероприятие	Знает и умеет использовать методы приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования, линейной алгебры.
ПК.1 способность применять базовые математические знания для решения задач, связанных с развитием и использованием информационных систем и технологий, включая моделирование процессов и систем	Тема 6. Решение дифференциальных уравнений Защищаемое контрольное мероприятие	Методы решения нелинейных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1 способность применять базовые математические знания для решения задач, связанных с развитием и использованием информационных систем и технологий, включая моделирование процессов и систем	Тема 7. Численная оптимизация Итоговое контрольное мероприятие	Методы численной оптимизации1. скалярные функции2. безусловная оптимизация функции нескольких аргументов3. условная оптимизация4. методы оптимизации из теории слабого искусственного интеллекта

Спецификация мероприятий текущего контроля

Тема 1. Введение

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

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

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

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет использовать основные понятия математического анализа: предел, производная, интеграл и т.п.	2
Знает и умеет использовать основные понятия линейной алгебры: вектор, матрица, линейный оператор и т.п.	2
Знает и умеет использовать основные методы математического программирования.	2
Знает и умеет использовать основные методы решений дифференциальных уравнений.	2
Знает и умеет использовать основные понятия программирования: структура данных, программная конструкция, поток вычислений и т.п.	2

Тема 4. Задачи линейной алгебры

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **4 часа**

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

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

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет использовать методы интерполяции и аппроксимации, численного дифференцирования.	15
Знает и умеет использовать основные методы решения систем линейных алгебраических уравнений, обращения матриц, вычисления собственных значений и собственных векторов матриц.	10
Знает и умеет использовать основные методы численного интегрирования.	5

Тема 6. Решение дифференциальных уравнений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **12**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет использовать основные методы решения скалярных нелинейных уравнений, систем нелинейных уравнений.	10
Знает и умеет использовать основные одношаговые и многошаговые методы решения задачи Коши, методы прогноза и коррекции.	10
Знает и умеет использовать основные методы решения двухточечных краевых задач.	10

Тема 7. Численная оптимизация

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
Знает и умеет использовать методы оптимизации функции одного аргумента	12
Знает и умеет использовать методы оптимизации функции нескольких аргументов	12
Знает и умеет использовать методы оптимизации функции нескольких аргументов при наличии ограничений на решение в виде равенств и неравенств	8
Знает и умеет использовать методы оптимизации из теории слабого искусственного интеллекта, такие как генетическое программирование и метод имитации отжига	8