

**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

<b>Направления подготовки</b>	09.03.02 Информационные системы и технологии (направленность: Информационные системы и технологии в экономике)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	8
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	14
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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><b>ПК.1</b> 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"><b>Неудовлетворител</b> Не знает и/или не умеет применять численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> 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"><b>Хорошо</b> Допускает незначительные ошибки при применении численные методы для решения математических задач, возникающих в процессе анализа экономических систем.</p> <p align="center"><b>Отлично</b> 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
<b>Входной контроль</b>	Тема 1. Введение <b>Входное тестирование</b>	Элементы линейной алгебры, математического анализа, теории дифференциальных уравнений, оптимизации, программирования.
<b>ПК.1</b> 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 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знает и умеет использовать методы приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования, линейной алгебры.
<b>ПК.1</b> 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 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Методы решения нелинейных уравнений. Методы решения дифференциальных уравнений.

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.1</b> 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 <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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