

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

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

Авторы-составители: **Радионова Марина Владимировна  
Шишкин Владимир Андреевич**

Рабочая программа дисциплины

**NUMERICAL METHODS: ANALYSIS OF ECONOMIC PROCESSES**

Код УМК 97810

Утверждено  
Протокол №10  
от «09» июня 2021 г.

Пермь, 2021

## **1. Наименование дисциплины**

Numerical Methods: Analysis of Economic Processes

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

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

Направление: **38.03.05** Бизнес-информатика

направленность Информационные системы и большие данные

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Numerical Methods: Analysis of Economic Processes** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**38.03.05** Бизнес-информатика (направленность : Информационные системы и большие данные)

**ПК.2** Способен к анализу, обоснованию и выбору решения на основе бизнес-анализа информации с использованием информационных технологий

#### **Индикаторы**

**ПК.2.2** Определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей системного анализа

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	38.03.05 Бизнес-информатика (направленность: Информационные системы и большие данные)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	6
<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>	14
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	28
<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>	Экзамен (6 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### **Численные методы (анализ экономических процессов). Numerical Methods: Analysis of Economic Processes**

#### **Introduction**

Basic concepts of numerical analysis. Exact and approximate solutions. Error evaluation.

#### **1. Приближение функций. Approximations and Interpolations**

Concepts of interpolation and approximation.

Interpolation polynomial. Method of indefinite coefficients. Interpolation polynomials of Lagrange and Newton. Error evaluation. Orthogonal Chebyshev polynomials and best approximation polynomial.

Piecewise polynomial interpolation. interpolation splines. Piecewise cubic Hermite interpolation polynomial. Rational polynomial interpolation.

Approximation of functional dependencies. Least square method.

Interpolation of derivatives.

#### **2. Численное интегрирование. Numerical Integration**

The simplest quadrature formulas: rectangles, trapezoids, Simpson. Newton-Cotes formulas. Quadrature formulas of Chebyshev and Gauss. Runge-Romberg method. Gauss-Kronrod formula.

Estimation of the values of multidimensional integrals. Monte Carlo method.

Improper integral. Indefinite integral.

#### **3. Задачи линейной алгебры. The problems of linear algebra**

Matrix and vector norms.

Solution of a system of linear algebraic equations. Gaussian elimination method. LU decomposition. Methods of rotations and reflections. QR decomposition. Square root method.

Matrix determinant calculation. Matrix inversion. Refinement of the solution.

Right and left Gaussian transform. Redefined systems of equations. Quasi-solution. Singular decomposition.

Iterative methods for solving systems of linear algebraic equations.

Complete and partial eigenvalue problems.

#### **Промежуточный тест 1. intermediate test 1**

#### **4. Решение нелинейных уравнений. Solution of the nonlinear equations**

Solution of a scalar nonlinear equation. fixed point method. Bisection method. Methods of chords, Newton (tangent), secant.

Solution of systems of nonlinear equations.

#### **5. Решение дифференциальных уравнений. Solutions of the differential equations**

One-step methods for solving the Cauchy problem. Euler methods (explicit and implicit), Hun's method, Runge-Kutta methods. Runge-Kutta-Felberg method.

Multi-step methods for solving the Cauchy problem. Adams-Bashforth methods. Adams-Moulton methods. Method of forecast and correction. Start problem.

Solution of a two-point boundary value problem for a second-order ordinary differential equation. Shooting method. Method of finite differences. collocation method. Galerkin method.

Solution of differential equations with deviating argument.

#### **Промежуточный тест 2. Intermediate test 2**

#### **6. Численная оптимизация. Numerical optimizations**

Numerical optimization of a function of one argument. Zero, first and second order methods. Methods of three

points and the golden section. Methods based on polynomial interpolation. Cauchy method. Newton-Raphson method.

Multivariate unconditional optimization. Simplex search method and Nelder-Mead modification. Method of coordinate descent. The steepest descent method. Newton's method. Quasi-Newtonian methods. Gauss-Newton method.

Conditional optimization. Gradient projection method. Methods of penalty and barrier functions.

Annealing simulation method. Genetic and evolutionary algorithms.

### **Final control activity**

## **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. Michael Felderer. Contemporary Empirical Methods in Software Engineering / Michael Felderer, Guilherme Horta Travassos // Publisher Name: Springer, Cham. — 2020. — 525 p. — ISBN 978-3-030-32489-6. [Электронный ресурс]. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-32489-6>

### Дополнительная:

1. Петрунин Ю. Ю. Информационные технологии анализа данных. Data analysis : учебное пособие / Ю. Ю. Петрунин. — 2-е изд. — М.: КДУ, 2010. — 292 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-98227-701-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://bibliotech.psu.ru/Reader/Book/7107>



## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

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

Образовательный процесс по дисциплине **Numerical Methods: Analysis of Economic Processes** 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;
  - программное обеспечение, используемое при решении задач с помощью численных методов.
- 
- presentation materials (slides on the topics of lectures and practical classes);
  - on-line access to the Electronic Library System (ELS);
  - access to the electronic information and educational environment of the university;
  - software which is used to solve problems using numerical methods.

При освоении материала и выполнении 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.

In the educational process for studying the discipline "Numerical methods (analysis of economic processes)" for lectures, an audience is required, equipped with presentation equipment (projector, screen, computer / laptop) with appropriate software, chalk (s) or marker board.

For laboratory studies, a computer class equipped with personal computers and appropriate software is required. The composition of the equipment is defined in the Passport of the computer class. For independent work, an audience is required, equipped with computer equipment with the ability to connect to the Internet, provided with access to the electronic information and educational environment of the university, as well as the premises of the Scientific Library of Perm State National Research University.

Current control requires a computer class equipped with personal computers and appropriate software. The composition of the equipment is defined in the Passport of the computer class.

Individual and group consultations - an audience equipped with presentation equipment (projector, screen, computer/laptop) with appropriate software, chalk(s) or whiteboard or an audience equipped with chalk(s) or whiteboard.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера 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  
Numerical Methods: Analysis of Economic Processes**

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

**ПК.2**

**Способен к анализу, обоснованию и выбору решения на основе бизнес-анализа информации с использованием информационных технологий**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.2.2</b> Определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей системного анализа</p>	<p>Knows methods for determining relationships and dependencies between elements of business analysis information in accordance with the chosen approaches using information technology to the extent necessary for the purposes of system analysis. Able to identify relationships and dependencies between elements of business analysis information. Has the skills to determine relationships and dependencies between elements of business analysis information.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Does not know the methods for determining relationships and dependencies between elements of business analysis information in accordance with the chosen approaches using information technology to the extent necessary for the purposes of system analysis. Does not know how to determine the relationships and dependencies between the elements of business analysis information. Does not have the skills to determine relationships and dependencies between elements of business analysis information.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Poor knowledge of methods for determining relationships and dependencies between elements of business analysis information in accordance with the chosen approaches using information technology to the extent necessary for the purposes of system analysis. Makes gross mistakes in determining relationships and dependencies between elements of business analysis information. Possesses at a satisfactory level the skills of determining relationships and dependencies between elements of business analysis information.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Knows methods for determining relationships and dependencies between elements of business analysis information in accordance with the chosen approaches using information technology to the extent necessary for the purposes of system analysis.</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Allows minor errors in determining relationships and dependencies between elements of business intelligence information. Has the skills to determine relationships and dependencies between elements of business analysis information.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Knows at a high level methods for determining relationships and dependencies between elements of business analysis information in accordance with the chosen approaches using information technology to the extent necessary for the purposes of system analysis. Able to identify relationships and dependencies between elements of business analysis information. He has excellent skills in determining relationships and dependencies between elements of business analysis information.</p>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**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
<b>Входной контроль</b>	Introduction <b>Входное тестирование</b>	Knowledge of mathematics, probability theory and mathematical statistics is tested.
<b>ПК.2.2</b> Определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей системного анализа	Промежуточный тест 1. intermediate test 1 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Knowledge and skills in interpolation and approximation of functional dependencies are tested. Knowledge of numerical integration methods.
<b>ПК.2.2</b> Определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей системного анализа	Промежуточный тест 2. Intermediate test 2 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Knowledge and ability to use methods for solving linear and non-linear equations and systems of equations, as well as differential equations are tested.
<b>ПК.2.2</b> Определяет связи и зависимости между элементами информации бизнес-анализа в соответствии с выбранными подходами с применением информационных технологий в объеме, необходимом для целей системного анализа	Final control activity <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	The level of knowledge on all studied material is checked.

## Спецификация мероприятий текущего контроля

### Introduction

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
There are basic knowledges of linear algebra, mathematical analysis, optimization theory.	6
Basic knowledge of the course of mathematical statistics.	2
There are basic knowledges of the course of probability theory.	2

### Промежуточный тест 1. intermediate test 1

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
Knows and can use methods of function interpolation.	10
Knows and is able to use methods of approximation of functional dependencies.	10
Knows and can use methods of numerical differentiation.	5
Knows and can use numerical integration methods.	5

### Промежуточный тест 2. Intermediate test 2

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
Knows and can use methods for solving linear algebra problems.	8
Knows and can use methods for solving nonlinear equations.	8
Knows and can use methods for solving the Cauchy problem.	8
Knows and can use methods for solving boundary value problems for ordinary differential equations.	6

### Final control activity

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
-----------------------	-------

Knows and is able to use methods of approximation of functions. Able to solve linear and non-linear equations. Able to solve differential equations.	10
Knows optimization methods from the theory of weak artificial intelligence.	10
Knows and can use methods of unconditional and conditional optimization for a function of several arguments.	10
Knows and can use optimization methods for scalar functions.	10