

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.05.2024 12:29:09  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Инженерная академия**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

(наименование дисциплины/модуля)

**Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:**

### **27.03.04 УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

**Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):**

### **DATA ENGINEERING, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Численные методы» входит в программу бакалавриата «Data Engineering, интеллектуальные системы и кибербезопасность» по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» и изучается в 5 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 10 разделов и 65 тем и направлена на изучение классических алгоритмов решения оптимизационных задач, в том числе наиболее эффективных и наиболее важных с методологической точки зрения методы.

Целью освоения дисциплины является получение необходимых знаний для реализации численных методов оптимизации на алгоритмических языках программирования

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Численные методы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

*Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)*

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	ПК-1.1 Знает стандартные программные средства и умеет их применять для проведения вычислительных экспериментов; ПК-1.2 Умеет создавать математические модели процессов и объектов автоматизации и управления с помощью современных программных средств; ПК-1.3 Владеет методикой создания математических моделей процессов и объектов втоматизации и управления, а также проведения вычислительных экспериментов с помощью использования стандартных программных средств;
ПК-5	Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления	ПК-5.1 Знает способы и методы организации технической поддержки процессов создания, совершенствования и сопровождения информационных систем для автоматизации задач организационного и производственного управления; ПК-5.2 Умеет осрагизовывать техническую поддержку процессов создания, совершенствования и сопровождения информационных систем, автоматизирующих задачи организационного и производственного управления и бизнес-процессы; ПК-5.3 Владеет навыками организации технической поддержки процессов создания, совершенствования и сопровождения информационных систем, автоматизирующих задачи организационного и производственного управления и бизнес-процессы;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Численные методы».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	Архитектура компьютерных сетей; <i>Дискретная математика</i> **; <i>Discrete mathematics</i> **; Информатика и программирование;	Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская практика; Преддипломная практика;
ПК-5	Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления		Анализ данных и машинное обучение; Технологическая практика (учебная); Научно-исследовательская практика; Проектная практика; Преддипломная практика;

\* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

\*\* - элективные дисциплины /практики

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			5
Контактная работа, ак.ч.	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	36		36
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Общая трудоемкость дисциплины «Численные методы» составляет «3» зачетные единицы.

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для заочной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			4
Контактная работа, ак.ч.	12		12
Лекции (ЛК)	6		6
Лабораторные работы (ЛР)	6		6
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	92		92
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	4		4
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Численные методы оптимизации	1.1	Понятие оптимизации	ЛК, ЛР
		1.2	Постановка задачи оптимизации	ЛК, ЛР
		1.3	Численный подход к решению задачи оптимизации	ЛК, ЛР
Раздел 2	Методы одномерной оптимизации	2.1	Алгоритм Свенна для поиска интервала неопределенности	ЛК, ЛР
		2.2	Методы одномерной оптимизации	ЛК, ЛР
		2.3	Метод деления пополам	ЛК, ЛР
		2.4	Метод дихотомии	ЛК, ЛР
		2.5	Метод золотого сечения	ЛК, ЛР
		2.6	Метод Фибоначчи	ЛК, ЛР
Раздел 3	Методы многомерной оптимизации	3.1	Методы многомерной оптимизации нулевого порядка	ЛК, ЛР
		3.2	Метод конфигураций Хука–Дживса	ЛК, ЛР
		3.3	Метод деформируемого многогранника Нелдера–Мида	ЛК, ЛР
		3.4	Метод Розенброка	ЛК, ЛР
		3.5	Метод сопряженных направлений Пауэлла	ЛК, ЛР
		3.6	Методы случайного поиска	ЛК, ЛР
		3.7	Адаптивный метод случайного поиска	ЛК, ЛР
		3.8	Метод случайного поиска с возвратом при неудачном шаге	ЛК, ЛР
		3.9	Метод наилучшей пробы	ЛК, ЛР
		3.10	Метод статистического градиента	ЛК, ЛР
		3.11	Метод случайного поиска с направляющим гиперквадратом	ЛК, ЛР
Раздел 4	Численные методы дифференцирования и интегрирования	4.1	Численные методы приближенного вычисления производных	ЛК, ЛР
		4.2	Разностная формула вычисления первой частной производной	ЛК, ЛР
		4.3	Разностная формула вычисления второй производной	ЛК, ЛР
		4.4	Численные методы решения ОДУ	ЛК, ЛР
		4.5	Задача Коши	ЛК, ЛР
		4.6	Численное решение задачи Коши	ЛК, ЛР
		4.7	Метод Эйлера	ЛК, ЛР
		4.8	Усовершенствованные методы Эйлера	ЛК, ЛР
Раздел 5	Методы оптимизации первого порядка	5.1	Методы оптимизации первого порядка	ЛК, ЛР
		5.2	Метод градиентного спуска с постоянным шагом	ЛК, ЛР
		5.3	Метод покоординатного градиентного спуска	ЛК, ЛР
		5.4	Метод наискорейшего градиентного спуска	ЛК, ЛР
		5.5	Метод Гаусса–Зейделя	ЛК, ЛР
		5.6	Метод Флетчера–Ривса	ЛК, ЛР
Раздел 6	Методы оптимизации второго порядка	6.1	Методы оптимизации второго порядка	ЛК, ЛР
		6.2	Метод Ньютона	ЛК, ЛР
		6.3	Метод Ньютона–Рафсона	ЛК, ЛР
		6.4	Метод Марквардта	ЛК, ЛР
Раздел 7	Методы условной оптимизации	7.1	Методы штрафных функций при условной оптимизации	ЛК, ЛР
		7.2	Метод штрафных функций (метод внешних штрафов)	ЛК, ЛР
		7.3	Метод барьерных функций (метод внутренних штрафов)	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
		7.4	Комбинированный метод штрафных функций	ЛК, ЛР
Раздел 8	Задачи линейного программирования	8.1	Постановка задачи линейного программирования	ЛК, ЛР
		8.2	Каноническая форма записи задачи линейного программирования и методы приведения к ней	ЛК, ЛР
		8.3	Симплекс–метод решения задачи линейного программирования	ЛК, ЛР
		8.4	Алгоритм получения допустимого начального базиса при решении задачи линейного программирования симплекс–методом	ЛК, ЛР
Раздел 9	Задачи дискретной оптимизации	9.1	Понятие и класс задач дискретной оптимизации	ЛК, ЛР
		9.2	Классические задачи дискретной оптимизации	ЛК, ЛР
		9.3	Методы решения задач дискретной оптимизации	ЛК, ЛР
		9.4	Эвристические алгоритмы	ЛК, ЛР
		9.5	Метод ветвей и границ	ЛК, ЛР
		9.6	Метод динамического программирования	ЛК, ЛР
Раздел 10	Современные метаэвристические алгоритмы глобальной оптимизации	10.1	Класс метаэвристических алгоритмов глобальной оптимизации	ЛК, ЛР
		10.2	Эволюционные и популяционные методы оптимизации	ЛК, ЛР
		10.3	Эволюционные алгоритмы	ЛК, ЛР
		10.4	Генетический алгоритм	ЛК, ЛР
		10.5	Операции скрещивания и мутации в генетическом алгоритме	ЛК, ЛР
		10.6	Популяционные алгоритмы	ЛК, ЛР
		10.7	Метод роя частиц	ЛК, ЛР
		10.8	Схема модификации возможного решения в методе роя частиц	ЛК, ЛР
		10.9	Пчелиный алгоритм	ЛК, ЛР
		10.10	Алгоритм серых волков	ЛК, ЛР
		10.11	Алгоритм кошачьей оптимизации	ЛК, ЛР
		10.12	Метод инспирированный летучими мышами	ЛК, ЛР
		10.13	Алгоритм китовой оптимизации	ЛК, ЛР

\* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	персональными компьютерами (в количестве [Параметр] шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Зализняк, В. Е. Численные методы : основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2015. – 356 с
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс]/ Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 635 с.—Режим доступа: [http://www.iprbookshop.ru/6502\\*](http://www.iprbookshop.ru/6502*)
3. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001. 440 с.
4. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.: Высшая школа. 2002. 544 с
5. Корниенко В.П. Методы оптимизации. М.: Высшая школа. 2007. 664 с.
6. Соболев Б.В., Месхи Б.Ч., Каныгин Г.И. Методы оптимизации. Практикум. Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс. 2009. 380 с.

### Дополнительная литература:

1. Гладков Л.А, Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы: М.: Физматлит, 2006.- 319 с.
2. Черноруцкий И.Г. Методы оптимизации в теории управления
3. Измаилов А.Ф., Солодов М.В. Численные методы оптимизации
4. Андреева Е.А., Цирулева В.М. Вариационное исчисление и методы оптимизации

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров  
- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН

<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>
- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
- ЭБС «Троицкий мост»

## 2. Базы данных и поисковые системы

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>
- поисковая система Google <https://www.google.ru/>
- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevier.com/locate/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

1. Курс лекций по дисциплине «Численные методы».

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система\* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Численные методы» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.



**РАЗРАБОТЧИКИ:**

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Голубев Алексей  
Евгеньевич

*Фамилия И.О.*

Доцент

*Должность, БУП*

*Подпись*

Салтыкова Ольга  
Александровна

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Профессор

*Должность, БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*