

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2023 15:32:16
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

NUMERICAL METHODS

(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 И УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Numerical Methods» входит в программу бакалавриата «Data Engineering и управление космическими системами» по направлению 27.03.04 «Управление в технических системах» и изучается в 5 семестре 3 курса. Дисциплину реализует Департамент 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 «Numerical Methods» 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)
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1 Владеет математическими методами, основами программирования и специализированными системами программирования для реализации алгоритмов решения прикладных задач; ОПК-2.2 Умеет осуществлять выбор и адаптацию математических методов и программного обеспечения к решению практических задач; ОПК-2.3 Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности;
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает теоретические основы и принципы математического моделирования; ОПК-3.2 Умеет разрабатывать и использовать методы математического моделирования, информационные технологии для решения задач прикладной математики; ОПК-3.3 Владеет практическими навыками решения задач прикладной математики, методами математического моделирования, информационными технологиями и основами их использования в профессиональной деятельности, навыками профессионального мышления и арсеналом методов и подходов, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах;
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	ПК-1.1 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям; ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований; ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Numerical Methods» относится к обязательной части 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 «Numerical Methods».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	Space Flight Mechanics; Algebra and Geometry; Complex analysis; Computer Science and Programming; Differential equations; Mathematical analysis; Analysis of Geoinformation Data; Theory of Probability and Mathematical Statistics;	Space Flight Mechanics; Equations of mathematical physics; Automatic Control Theory; Analysis of Geoinformation Data; Research work / Научно-исследовательская работа; Technological Training; Undergraduate practice / Преддипломная практика;
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	Space Flight Mechanics; Algebra and Geometry; Complex analysis; Differential equations; Mathematical analysis; Theoretical Mechanics; Analysis of Geoinformation Data; Theory of Probability and Mathematical Statistics;	Space Flight Mechanics; Equations of mathematical physics; Automatic Control Theory; Analysis of Geoinformation Data; Optimal Control Methods; Research work / Научно-исследовательская работа; Technological Training; Undergraduate practice / Преддипломная практика;
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	<i>Дискретная математика</i> **; Space Flight Mechanics; Computer Science and Programming; <i>Discrete mathematics</i> **; Theoretical Mechanics; Analysis of Geoinformation Data;	<i>Технологии виртуальной и дополненной реальности</i> **; Space Flight Mechanics; <i>Virtual and Augmented Reality Technology</i> **; Automatic Control Theory; Analysis of Geoinformation Data; Optimal Control Methods; Research work / Научно-исследовательская работа; Technological Training; Undergraduate practice / 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 «Numerical Methods» 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
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	54		54
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	54		54
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	0		0
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

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 – 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 15 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. Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С. Методы оптимизации. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2001. 440 с.
2. Пантелеев А.В., Летова Т.А. Методы оптимизации в примерах и задачах. М.: Высшая школа. 2002. 544 с
3. Корниенко В.П. Методы оптимизации. М.: Высшая школа. 2007. 664 с.
4. 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

- 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.elsevierscience.ru/products/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Numerical Methods».

* - 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 «Numerical Methods» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП



Подпись

Салтыкова Ольга
Александровна

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор ДМПУ

Должность БУП



Подпись

Разумный Юрий
Николаевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП



Подпись

Разумный Юрий
Николаевич

Фамилия И.О.