

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.04.2022 11:06:17  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Инженерная академия**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Численные методы решения задач математического моделирования**

(наименование дисциплины/модуля)

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

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

**Баллистическое проектирование космических комплексов и систем**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования» является овладение студентами теорией и навыками практического применения методов исследования и решения задач на экстремум с использованием ЭВМ. Изучаются конкретные итерационные прямые и не прямые численные методы оптимизации.

**Основными задачами дисциплины являются:**

В процессе обучения требуется дать студентам необходимый запас исходных базовых знаний по основным методам численного решения задач оптимизации функций одной переменной и многих переменных, методам численной оптимизации для выпуклых функций, методам численного решения задач вариационного исчисления и оптимального управления, обучить рациональному и эффективному использованию полученных знаний при реализации соответствующих алгоритмов на ЭВМ; сформировать у студентов представление о выборе необходимого метода в конкретной ситуации в зависимости от постановки задачи. Основными задачами курса являются:

- создание благоприятных условий для саморазвития студентов;
- познакомить студентов с базовыми понятиями современной математики;
- развитие у студентов навыков численного решения задач оптимизации.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины Численные методы решения задач математического моделирования 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)
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 - Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;
		УК-1.2 - Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи;
		УК-1.3 - Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов;
		УК-1.4 - Предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования;
УК-7	Способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования	УК-7.1 - Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;
		УК-7.2 - Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.

<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)</b>
	ния полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	ОПК-1.1 - Анализирует проблемы в области фундаментальной и прикладной математики
		ОПК-1.2 - Формулирует задачи исследования
		ОПК-1.3 - Решает актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 - Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области профессиональных интересов
		ОПК-2.2 - Реализует и совершенствует новые методы решения прикладных задач в области профессиональной деятельности
		ОПК-2.3 - Проводит качественный и количественный анализ полученного решения с целью построения оптимального варианта
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 - Разрабатывает математические модели в области прикладной математики и информатики
		ОПК-3.2 - Анализирует математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности
		ОПК-3.3 - Разрабатывает и анализирует новые математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1 - Анализирует задачи прикладной математики и информатики средствами информационных технологий

### **3.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Дисциплина «Численные методы решения задач математического моделирования» относится к базовой части и блока 1 учебного плана.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
УК-1	Способность осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)  Проектирование траекторий спуска космических аппаратов на поверхность планеты
УК-7	Способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных		Научно-исследовательская работа
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики		Научно-исследовательская работа

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики	Последующие дисциплины/модули, практики
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач		Основы управления космическим движением Научно-исследовательская работа
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности		Научно-исследовательская работа
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности		Основы управления космическим движением Научно-исследовательская работа

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия	34	34
в том числе:	-	-
Лекции (Л)	17	17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)		
Курсовой проект/курсовая работа	0	
Самостоятельная работа (СРС)	110	110
Контроль	36	36
Общая трудоемкость	академических часов	180
	зачетных единиц	5

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Вид учебной работы
Раздел 1. Динамическое программирование.	Тема 1.1. Схема Беллмана	ЛК, СЗ
	Тема 1.2. Проблема синтеза для дискретных систем	ЛК, СЗ
	Тема 1.3. Схема Моисеева	ЛК, СЗ
	Тема 1.4. Проблема синтеза для систем с непрерывным временем	ЛК, СЗ
	Тема 1.5. Достаточные условия оптимальности	ЛК, СЗ
Раздел 2. Принцип максимума Понтрягина.	Тема 2.1. Постановка задачи оптимального управления	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Формулировка принципа максимума	ЛК, СЗ
	Тема 2.3. Доказательство принципа максимума	ЛК, СЗ
	Тема 2.4. Принцип максимума для задач оптимального управления с фазовыми ограничениями	ЛК, СЗ
	Тема 2.5. Связь между принципом максимума и классическим вариационным исчислением	ЛК, СЗ
Раздел 3. Применение принципа максимума к задачам оптимизации траекторий перелетов космического аппарата.	Тема 3.1. Сведение задачи оптимизации к краевой задаче принципа максимума.	ЛК, СЗ
	Тема 3.2. Метод стрельбы для численного решения краевой задачи принципа максимума	ЛК, СЗ
	Тема 3.3. Модификации метода Ньютона: модификация Исаева-Сони́на, нормировка Федоренко	ЛК, СЗ
	Тема 3.4. Метод Рунге-Кутты решения задач Коши	ЛК, СЗ
	Тема 3.5. Исследование задач минимизации времени перелета и массы потраченного топлива	ЛК, СЗ

## 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.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, те-	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	кущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
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.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 12шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	SMathStudio, SciLab, Code:Blocks, Matlab
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	SMathStudio, SciLab, Code:Blocks, Matlab

## 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) основная литература

1. Бахвалов Николай Сергеевич. Численные методы : Учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков ; Н.С.Бахвалов и др. - 4-е изд. - М. : Наука, 1987. - 636 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 5-94774-396-5 : 244.53.
2. Калиткин Николай Николаевич. Численные методы : Учебное пособие для вузов / Н.Н. Калиткин ; Под ред. А.А.Самарского. - М. : Наука, 1978. - 512 с. : ил. - 1.30.
3. Розова Валентина Николаевна. Методы оптимизации : курс лекций: Учебное пособие / В.Н. Розова, И.С. Максимова. - М. : РУДН, 2010. - 109 с. - ISBN 978-5-209-038-72-6 : 100.00.
4. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М., Наука, 1988 - 549 с.
5. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002 - 524 с.
6. Алексеев В. М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации: Теория. Примеры. Задачи. - М. : Наука, 1984. - 288 с.
7. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М., Наука.1979. - 429 с
8. Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М. : Изд-во

МГУ, 1989. - 203 с.

9. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., Наука, 1969 - 384 с.

б) дополнительная литература

1. Федоренко Р.П. Приближенные решения задач оптимального управления. М., Наука, 1978.

2. А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа.

МГУ им. М. В. Ломоносова .— 7-е изд. — М. : Физматлит, 2004 .— 572 с

3. Григорьев К.Г., Григорьев И.С., Заплетин М.П. Практикум по численным методам в задачах оптимального управления. Дополнение 1, М., Издательство Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2007.

4. Григорьев И.С. Методическое пособие по численным методам решения краевых задач принципа максимума в задачах оптимального управления, М., Издательство Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2005

5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

6. Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000, 176 с.

7. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Особые оптимальные управления. – М.: Наука, 1973. – 256 с.  
*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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- 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/>

- [www.mathnet.ru](http://www.mathnet.ru),

- <http://www.math.ru>

- <http://eqworld.ipmnet.ru>,

- <http://gen.lib.rus.ec>

- [www.twirpx.com](http://www.twirpx.com)

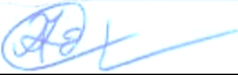


## **8.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Численные методы решения задач математического моделирования» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования



компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

**Разработчики:**

<u>Ст. преп. ДМПУ</u>		<u>Самохин А.С.</u>
<b>Директор БУП</b> <u>Директор ДМПУ</u>		<u>Разумный Ю.Н.</u>
<b>Руководитель программы</b> <u>Профессор ДМПУ</u>		<u>Разумный Ю.Н.</u>