

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 04.07.2022 10:24:40
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

**Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems /
Численные методы решения задач математического моделирования**
(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

27.04.04 «Управление в технических системах»
(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

Aerospace Systems Control Technology
(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems» является овладение студентами теорией и навыками практического применения методов исследования и решения задач на экстремум с использованием ЭВМ. Изучаются конкретные итерационные прямые и непрямые численные методы оптимизации.

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 «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems» 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	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 – Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи
		УК-1.2 – Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи
		УК-1.3 – Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки
УК-7	Способен: 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	УК-7.1 – Знает основные цифровые технологии, методы поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации применяемые в современных условиях цифровой экономики
		УК-7.2 – Умеет применять современные цифровые технологии для решения задач профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики
		УК-7.3 – Владеет современными цифровыми технологиями, методами поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области управления в технических системах) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	
ОПК-1	Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	ОПК-1.1 – Знает основные законы, положения и методы в области естественных наук и математики
		ОПК-1.2 – Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах руководствуясь законами и методами естественных наук и математики
		ОПК-1.3 – Владеет инструментами анализа проблем управления в технических системах
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	ОПК-2.1 – Знает основные методы решения задач управления в технических системах
		ОПК-2.2 – Знает основные методы решения задач управления в технических системах
		ОПК-2.3 – Владеет методами постановки задач управления в технических системах
ОПК-4	Способен оценить эффективность систем управления, разработанных на основе современных математических методов	ОПК-4.1 – Знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления
		ОПК-4.2 – Умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления
		ОПК-4.3 – Владеет методами для проведения оценки эффективности результатов систем управления

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems».

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	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода,	Нет	Advanced Methods of Flight Mechanics / Современные методы механики полета Aerospace System Guidance and Control / Навигация и управление

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	вырабатывать стратегию действий		<p>аэрокосмическими системами</p> <p>Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем</p> <p>Space Traffic Management / Управление космическим движением</p> <p>Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)</p> <p>Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>
УК-7	Способен: искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а	Нет	<p>Aerospace System Guidance and Control / Навигация и управление аэрокосмическими системами</p> <p>Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы</p>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	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		<p>дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем</p> <p>Space Traffic Management / Управление космическим движением</p> <p>Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Artificial Neural Networks (Reinforcement Learning) / Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)</p> <p>Искусственные нейронные сети (обучение с подкреплением)</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>
ОПК-1	Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	Нет	<p>Course Work "Aerospace System Guidance and Control" / Курсовая работа "Навигация и управление аэрокосмическими системами"</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах	Нет	Advanced Methods of Flight Mechanics / Современные методы механики полета

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	и обосновывать методы их решения		Space Traffic Management / Управление космическим движением State Exam / Государственный экзамен Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа
ОПК-4	Способен оценить эффективность систем управления, разработанных на основе современных математических методов	Нет	Advanced Methods of Flight Mechanics / Современные методы механики полета Aerospace System Guidance and Control / Навигация и управление State Exam / Государственный экзамен аэрокосмическими системами Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems» составляет 5 зачетных единиц.

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

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)				
		1	2	3	4	
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>180</i>	–	<i>180</i>	–	–	
Лекции (ЛК)	18	–	18	–	–	
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–	–	–	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	–	18	–	–	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>135</i>	–	<i>135</i>	–	–	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	–	–	–	–	–	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	–	–	–	–
	зач.ед.	5	–	–	–	–

* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	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-Сонина, 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, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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 ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
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.	

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М., Наука, 1988 - 549 с.
2. Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002 - 524 с.
3. Алексеев В. М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации: Теория. Примеры. Задачи. - М. : Наука, 1984. - 288 с.
4. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М., Наука.1979. - 429 с
5. Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М. : Изд-во МГУ, 1989. - 203 с.
6. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., Наука, 1969 - 384 с.

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
 - 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/>

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

1. Курс лекций по дисциплине « Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems ».
2. Практические / семинарские занятия по дисциплине «Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems»



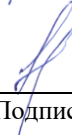
* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в **ТУИС!**

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 for Solving Mathematical Modeling Problems» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент ДМПУ		Салтыкова О.А.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
РУКОВОДИТЕЛЬ БУП: ДМПУ		Разумный Ю.Н.
_____ Наименование БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО: Профессор ДМПУ		Разумный Ю.Н.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.