

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.06.2022 16:21:56  
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 и методы оптимизации в технике**

(наименование дисциплины)

Рекомендовано МССН для направления подготовки

**27.03.05 Инноватика**

(код и наименование направления подготовки)

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

**Управление инновациями в отраслях промышленности**

(наименование (направленность/профиль) ОП ВО)

Форма обучения: **очная**

2022 г.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Численные методы и методы оптимизации в технике» 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки УК-1.2. Анализирует задачу, выделяя её базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	ОПК-4.2 Демонстрирует знание математических методов, необходимых для оценки эффективности систем управления

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Численные методы и методы оптимизации в технике» относится к обязательной части блока Б1.О.02.08.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Численные методы и методы оптимизации в технике»

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/ модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Введение в управление инновационными процессами Управление инновационной деятельностью в промышленности Основы инженерной экономики и менеджмента Управление инновациями на различных этапах жизненного цикла Логистика Дискретная математика в инженерных приложениях Планирование и контроллинг инновационных предприятий	Маркетинг Природоохранная деятельность инновационного предприятия Основы информационной безопасности Основы применения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем Теория автоматического управления Управление инновационными проектами Технологии виртуальной и дополненной реальности Системы управления базами данных Экономическая безопасность инновационного предприятия Теория инноваций Организация управления финансово-

			<p>хозяйственной деятельностью на инновационном предприятии</p> <p>Управление рисками на инновационном предприятии</p> <p>Организация инновационного производства на предприятиях отрасли</p> <p>Управление собственностью на инновационном предприятии</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена</p> <p>Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	<p>Введение в управление инновационными процессами</p> <p>Управление инновационной деятельностью в промышленности</p> <p>Основы инженерной экономики и менеджмента</p> <p>Управление инновациями на различных этапах жизненного цикла</p> <p>Логистика</p> <p>Дискретная математика в инженерных приложениях</p> <p>Планирование и контроллинг инновационных предприятий</p>	<p>Маркетинг</p> <p>Природоохранная деятельность инновационного предприятия</p> <p>Основы информационной безопасности</p> <p>Основы применения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем</p> <p>Теория автоматического управления</p> <p>Управление инновационными проектами</p> <p>Технологии виртуальной и дополненной реальности</p> <p>Системы управления базами данных</p> <p>Экономическая безопасность инновационного предприятия</p> <p>Теория инноваций</p> <p>Организация управления финансово-хозяйственной деятельностью на инновационном предприятии</p> <p>Управление рисками на инновационном предприятии</p> <p>Организация инновационного производства на предприятиях отрасли</p> <p>Управление собственностью на инновационном предприятии</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена</p> <p>Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</p>

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	144	144
Лекции (ЛК)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		

Практические/семинарские занятия (СЗ)		36	36
Самостоятельная работа обучающегося, ак.ч.		63	63
Контроль (экзамен), ак.ч.		27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144
	зач.ед.	4	4

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Виды учебной работы
<b>Раздел 1</b> Методы минимизации функций одной переменной	Тема 1.1. Постановка задачи. Классический метод. Метод бисекции. Метод золотого сечения. Метод ломаных. Метод покрытий. Выпуклые функции одной переменной. Метод касательных	Л, СР
<b>Раздел 2</b> Классическая теория экстремума функций многих переменных.	Тема 2.1. Постановка задачи. Теорема Вейерштрасса. Классический метод решения задач на безусловный экстремум. Задачи на условный экстремум. Необходимые условия первого порядка. Необходимые условия второго порядка. Достаточные условия экстремума.	Л, СР
<b>Раздел 3</b> Методы минимизации функций многих переменных.	Тема 3.1. Градиентный метод. Метод проекции градиента. Метод условного градиента. Метод возможных направлений. Проксимальный метод. Метод линеаризации. Квадратичное программирование. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона. Непрерывные методы с переменной метрикой. Метод покоординатного спуска. Метод покрытия в многомерных задачах. Метод модифицированных функций Лагранжа. Метод штрафных функций. Доказательство необходимых условий экстремума первого и второго порядков с помощью штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод нагруженных функций. Метод случайного поиска.	Л, СР
<b>Раздел 4</b> Динамическое программирование.	Тема 4.1. Схема Беллмана. Проблема синтеза для дискретных систем. Схема Моисеева. Проблема синтеза для систем с непрерывным временем. Достаточные условия оптимальности.	Л, СР
<b>Раздел 5</b> Принцип максимума Понтрягина.	Тема 5.1. Постановка задачи оптимального управления. Формулировка принципа максимума. Доказательство принципа максимума. Принцип максимума для задач оптимального управления с фазовыми ограничениями. Связь между принципом максимума и классическим вариационным исчислением.	Л, СР
<b>Раздел 6</b> Применение принципа максимума к задачам оптимизации траекторий перелетов космического аппарата	Тема 6.1. Сведение задачи оптимизации к краевой задаче принципа максимума. Метод стрельбы для численного решения краевой задачи принципа максимума. Модификации метода Ньютона: модификация Исаева-Сониной, нормировка Федоренко. Метод Рунге-Кутты решения задач Коши. Исследование задач минимизации времени перелета и массы потраченного топлива.	Л, СР

## 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	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием	
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) А. Н. Колмогоров, С. В. Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. МГУ им. М. В. Ломоносова. — 7-е изд. — М.: Физматлит, 2014. — 572 с
- 1) Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2012 - 524 с.
- 2) 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.

### *Дополнительная литература*

- 2) Федоренко Р.П. Приближенные решения задач оптимального управления. М., Наука, 1998.
- 3) 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
- 4) Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
- 5) Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010, 176 с.
- 6) Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М., Наука, 1988 - 549 с.
- 7) Алексеев В. М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации: Теория. Примеры. Задачи. - М.: Наука, 1994. - 288 с.
- 8) Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М., Наука.1989. - 429 с
- 9) Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М.: Изд-во МГУ, 1999. - 203 с.

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

- 1) Электронно-библиотечная система (ЭБС) РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:
  - 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/>

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

1) Курс лекций по дисциплине «Численные методы и методы оптимизации в технике»

*\* 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 и методы оптимизации в технике» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

### **Разработчик:**

Доцент департамента механики и процессов управления,  
к.ф.-м.н., доцент



О.А. Салтыкова

### **Руководитель базового учебного подразделения:**

Директор департамента механики и процессов управления,  
Д-р.т.н., профессор



Ю.Н. Разумный

### **Руководитель программы:**

Доцент департамента инновационного менеджмента  
в отраслях промышленности, к.э.н., доцент



Ю.А. Назарова