

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.06.2022 12:04:22  
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 математического моделирования**

---

(наименование дисциплины)

Рекомендовано МССН для направления подготовки

**27.04.05 Инноватика**

---

(код и наименование направления подготовки)

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

**Управление инновациями**

---

(наименование (направленность/профиль) ОП ВО)

Форма обучения: **очная и заочная**

## 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 непрямые численные методы 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)

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Формирует возможные варианты решения задач
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.2 Определяет приоритеты личностного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки
ОПК-4	Способен разрабатывать критерии оценки систем управления в области инновационной деятельности на основе современных математических методов, вырабатывать и реализовывать управленческие решения по повышению их эффективности	ОПК 4.2 Демонстрирует знание математических методов, необходимых для принятия управленческих решений

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Численные методы решения задач математического моделирования» относится к обязательной части вариативной компоненты Б1.О.02.03 ОП ВО.

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1.2	Формирует возможные варианты решения задач	Обработка больших данных Управление операционной деятельностью наукоемких производств	Практикум применения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем
УК-6.1	Оценивает свои	Обработка больших данных	Проектирование автоматизирован-

	ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания	Управление операционной деятельностью наукоемких производств	ных систем управления
УК-6.2	Определяет приоритеты личностного роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки	Обработка больших данных Управление операционной деятельностью наукоемких производств	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
ОПК 4.2	Демонстрирует знание математических методов, необходимых для принятия управленческих решений	Обработка больших данных Управление операционной деятельностью наукоемких производств	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО (очно)

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия	36	36
в том числе:	-	-
Лекции (Л)	18	18
Практические/семинарские занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Контроль	9	9
Курсовой проект/курсовая работа	0	
Самостоятельная работа (СРС)	63	63
Общая трудоемкость	академических часов	108
	зачетных единиц	3

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО (заочно)

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия	36	
в том числе:	-	
Лекции (Л)	18	4
Практические/семинарские занятия (ПЗ)	18	10
Лабораторные работы (ЛР)		

Контроль		9	
Курсовой проект/курсовая работа		0	
Самостоятельная работа (СРС)		63	
Общая трудоемкость	академических часов	108	108
	зачетных единиц	3	3

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Виды учебной работы
Методы минимизации функций одной переменной	Постановка задачи. Классический метод. Метод бисекции. Метод золотого сечения. Метод ломаных. Метод покрытий. Выпуклые функции одной переменной. Метод касательных	Л.ПЗ, СРС
Классическая теория экстремума функций многих переменных.	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.ПЗ, СРС
Методы минимизации функций многих переменных.	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.ПЗ, СРС
Динамическое программирование.	Схема Беллмана. Проблема синтеза для дискретных систем. Схема Моисеева. Проблема синтеза для систем с непрерывным временем. Достаточные условия оптимальности.	Л.ПЗ, СРС
Принцип максимума Понтрягина.	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.ПЗ, СРС
Применение принципа максимума к задачам оптимизации траекторий перелетов космического аппарата.	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.ПЗ, СРС

## 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 техническим средствами мультимедиа презентаций	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническим 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) Васильев Ф. П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002 - 524 с.

*Дополнительная литература:*

- 1) Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М., Наука, 1988 - 549 с.
- 2) Алексеев В. М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации: Теория. Примеры. Задачи. - М. : Наука, 1984. - 288 с.
- 3) Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М., Наука.1979. - 429 с
- 4) Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Краткий курс теории экстремальных задач. М. : Изд-во МГУ, 1989. - 203 с.
- 5) Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М., Наука, 1969 - 384 с.
- 6) Федоренко Р.П. Приближенные решения задач оптимального управления. М., Наука, 1978.
- 7) 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
- 8) 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.
- 9) 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
- 10) Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
- 11) Филиппов А. Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. — Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000, 176 с.
- 12) Габасов Р., Кириллова Ф.М. Особые оптимальные управления. – М.: Наука, 1973. – 256 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 «Прикладные задачи математического моделирования»

3) Методические рекомендации по изучению дисциплины, по организации самостоятельной работы студентов.

*\* 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 решения математического моделирования» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

### **Разработчик:**

### **Разработчик:**

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

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

Директор департамента  
механики и процессов управления

### **Руководитель программы:**

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



О.А. Салтыкова



Ю.Н. Разумный



Ю.А. Назарова