

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Численные методы решения задач математического моделирования

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность программы (профиль)

Баллистическое проектирование космических комплексов и систем

1. Цель и задачи 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.

Задачи дисциплины «Численные методы оптимизации» следующие.

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. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО:

Дисциплина «Численные методы решения задач математического моделирования» относится к базовой части и блока 1 учебного плана. Для успешного изучения курса необходимы знания и умения в объеме школьной программы по математике, знание элементов и методов из математического анализа, линейной алгебры, численных методов, функционального анализа, теории дифференциальных уравнений, программирования и практикума на ЭВМ.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
1	УК-1 способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий		Технологии программирования
2	УК-7 способность искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать ин-	Обработка больших данных	

	формацию 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		
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1 способность решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Прикладные задачи математического моделирования	Научно-исследовательская работа
	ОПК-2 способность совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач		Технологии программирования
	ОПК-3 способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности		Системы искусственного интеллекта
	ОПК-4 способность комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности		Технологии программирования
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности _____)			

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

УК-1, УК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: Знает численные методы решения задач математического моделирования. Знает основные методы и подходы к анализу данных и обработке информации.

Уметь: Умеет применять современные численные методы решения задач математического моделирования. Умеет применять известные методы и подходы для проведения анализа данных.

Владеть: Владеет современными численными методами, цифровыми технологиями, методами поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____5_____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		1
Аудиторные занятия	32	32
в том числе:	-	-
Лекции (Л)	16	16
Практические/семинарские занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)		
Курсовой проект/курсовая работа	0	
Самостоятельная работа (СРС)	76	76
Общая трудоемкость	академических часов	108
	зачетных единиц	5

5. Содержание дисциплины

*Содержание дисциплины и виды занятий
для очной формы обучения*

Курс состоит из 3 разделов.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Методы минимизации функций одной переменной	Постановка задачи. Классический метод. Метод бисекции. Метод золотого сечения. Метод ломаных. Метод покрытий. Выпуклые функции одной переменной. Метод касательных
2	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.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
3	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.
4	Динамическое программирование.	Схема Беллмана. Проблема синтеза для дискретных систем. Схема Моисеева. Проблема синтеза для систем с непрерывным временем. Достаточные условия оптимальности.
5	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.
6	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.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	Методы минимизации функций одной переменной	2	2			14	18
2.	Классическая теория экстремума функций многих переменных.	3	3			14	20
3	Методы минимизации функций многих переменных.	3	3			12	18
4	Динамическое программирование.	2	2			12	16
5	Принцип максимума Понтрягина.	3	3			12	18
6	Применение принципа максимума к задачам оптимизации траекторий перелетов космического аппарата.	3	3			12	18
Всего		16	16			76	108

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	1.	Методы минимизации функций одной переменной	2
2.	2.	Классическая теория экстремума функций многих переменных.	3
3	3	Методы минимизации функций многих переменных.	3
4	4	Динамическое программирование.	2
5	5	Принцип максимума Понтрягина.	3
6	6	Применение принципа максимума к задачам оптимизации траекторий перелетов космического аппарата.	3
Итого			16

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
Ауд. 408: Комплект специализированной мебели; возможность подключения переносного проектора	Москва, ул. Орджоникидзе, д.3. Учебная лаборатория автоматизированных систем управления: ауд. № 408
Ауд. 416: Комплект специализированной мебели; технические средства: Персональные компьютеры на базе системного блока VT/Core2-Duo3000/4x1024Mb/1000GbR/V512Mb/S/DVD+-RW + монитор, клавиатура, мышь (13 шт.); учебно-исследовательский стенд программно-технического комплекса "Контар" (6 шт.); интерактивная доска Polyvision TSL 610; проектор Toshiba TLP-XC3000; коммутатор Cisco Catalyst 2960 24; сетевой фильтр (7 шт.), доступ в Интернет: ЛВС и Wi-Fi, столы, стулья, передвижная доска для маркера.	Москва, ул. Орджоникидзе, д.3. Учебная лаборатория автоматизированных систем управления: ауд. № 416

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение: Windows, Microsoft Office, SMathStudio, SciLab, Code::Blocks, Matlab

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, www.mathnet.ru, <http://www.math.ru>, <http://eqworld.ipmnet.ru>, <http://gen.lib.rus.ec>, www.twirpx.com.

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) 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.

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.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования: «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности; удовлетворение потребностей личности в получении соответствующего образования».

Решение этих задач невозможно без такого элемента обучения как самостоятельная работа студентов над учебным материалом. Однако, повысить качество самостоятельной работы можно только при ответственном отношении преподавателя за развитие навыков самостоятельной работы и повышение творческой активности студентов.

В ходе практических занятий студенту рекомендуется конспектировать основное содержание курса. При преподавании дисциплины методически целесообразно в каждом разделе курса выделить наиболее важные моменты и акцентировать на них внимание обучающихся. Целесообразно при проведении практических занятий по всем разделам программы иллюстрировать практический материал большим количеством примеров, что позволяет усилить наглядность изложения и продемонстрировать обучаемому приемы решения задач.

В процессе освоения дисциплины, в рамках самостоятельной работы студент: работает с литературой в библиотеке РУДН; использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для студентов с нарушениями опорно-двигательной функции и с ОВЗ по слуху предусматривается сопровождение лекций и практических занятий мультимедийными средствами, раздаточным материалом.

Для студентов с ОВЗ по зрению предусматривается применение технических средств

усиления остаточного зрения, а также предусмотрена возможность разработки аудиоматериалов.

По данной дисциплине обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может осуществляться как в аудитории, так и дистанционно с использованием возможностей электронной образовательной среды (Учебного портала) и электронной почты.

В ходе аудиторных учебных занятий используются различные средства интерактивного обучения, в том числе, групповые дискуссии, мозговой штурм, деловые игры, проектная работа в малых группах, что дает возможность включения всех участников образовательного процесса в активную работу по освоению дисциплины. Такие методы обучения направлены на совместную работу, обсуждение, принятие группового решения, способствуют сплочению группы и обеспечивают возможности коммуникаций не только с преподавателем, но и с другими обучаемыми, сотрудничество в процессе познавательной деятельности.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья может производиться по утвержденному индивидуальному графику с учетом особенностей их психофизического развития и состояния здоровья, что подразумевает индивидуализацию содержания, методов, темпа учебной деятельности обучающегося, возможность следить за конкретными действиями студента при решении конкретных задач, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в процесс обучения.

Предусматривается проведение индивидуальных консультаций (в том числе консультирование посредством электронной почты), предоставление дополнительных учебно-методических материалов (в зависимости от диагноза).

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Ст. преп.		Самохин А.С.
Руководитель программы профессор		Разумный Ю.Н.
Заведующий кафедрой профессор		Разумный Ю.Н.

