

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Снежинский физико-технический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СФТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной
и научно-методической работе

П. О. Румянцев

« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

наименование дисциплины

Направление подготовки _____ 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Профиль подготовки _____ «Математическое моделирование и высокопроизводительные
вычисления и технологии»

Наименование образовательной программы: _____

Квалификация (степень) выпускника: _____ магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения _____ очная

(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

г. Снежинск, 2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями учебной дисциплины Теория систем и Системный анализ является освоение студентами методологии исследования операций для анализа и синтеза систем, оценки их эффективности на различных этапах их жизненного цикла и в различных информационных ситуациях с использованием известных методов решения оптимизационных задач. После изучения дисциплины у студента должны быть сформированы представления о принципах и методах математического моделирования операций, приобретены навыки постановки, решения задач исследования операций различными методами с применением современных пакетов прикладных программ и интерпретации полученных результатов.

В дисциплине рассматриваются математические методы исследования операций при количественном обосновании принимаемых решений в условиях организации управления системой.

Задачи изучения дисциплины:

- научить студентов результативно применять методологию исследования операций в процессе анализа и синтеза систем различной природы;
- привить у студентов навыки в формализации и обосновании методов решения оптимизационных задач при исследовании операций в процессе создания и функционирования сложных систем;
- научить студентов использовать современные компьютерные технологии реализации методов исследования операций и методов оптимизации в процессе системных исследований.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки магистров по направлению «Прикладная математика и информатика» и изучается магистрами в течение 3-ого семестра на 6 курсе.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении курсов

«Основы системного анализа», «Системный анализ, оптимизация и принятие решений», «Системное моделирование», «Информационные технологии обработки данных и процесс принятия решения», «Современные проблемы системного анализа и управления».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, используются при изучении дисциплин: «Методы научных исследований технических и социально-экономических систем»; «Основы теории эффективности сложных систем»; при написании магистерской диссертации.

Изучение дисциплины осуществляется в ходе лекционных занятий с решением конкретных задач в различных информационных ситуациях на практических занятиях, в течение одного семестра (6 курс), в первом семестре производится промежуточная аттестация в виде зачета и во втором семестре процесс изучения завершается сдачей экзамена.

Теоретический материал состоит из 7 разделов и основным назначением курса является углубление знаний и формирование навыков в постановке и решении практических задач исследования операций в процессе проведения системных исследований и управления сложными системами.

В результате изучения дисциплины студент должен:

а) знать:

- историю возникновения системных представлений;
- представлять роль системных представлений в практической деятельности и познавательном процессе;
- основные свойства систем;
- классификацию моделей систем, основные модели: модель «черного ящика», модели состава и структуры;

- содержание основных операций, которые выполняются в ходе решения сложных проблем;
- теоретические основы методологии исследования операций в процессе создания и функционирования сложных систем;
- типовые алгоритмы решения задач оптимизации в различной постановке;
- области и особенности применения типовых методов исследования операций в задачах оптимизации.

б) уметь:

- применять технологию системного анализа при решении сложных проблем;
- строить операционную модель и формализовать задачу оптимизации при качественном и количественном исследовании сложных систем;
- проводить обоснование, выбор и результативное использование методов решения оптимизационных задач в различных информационных ситуациях;
- интерпретировать результаты, полученные в процессе моделирования и решения конкретных задач исследования сложных систем и процессов управления ими.

в) владеть:

- навыками работы с инструментами системного анализа;
- технологиями прикладного системного анализа;
- информационными технологиями решения задач операционного исследования сложных систем.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1	способностью проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК-2	способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
ПК-3	способностью углубленного анализа проблем, постановки и обоснования задач научной и проектно-технологической деятельности
ПК-4	способностью разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности
ПСК-1	способность к развитию инновационного потенциала новых научных и научно-технологических разработок по профилю профессиональной деятельности, а также готовность к проведению экспертизы инновационных проектов в сфере своей профессиональной деятельности
ПСК-2	способность к разработке и внедрению прикладного программного обеспечения, способствующего решению передовых задач науки и техники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоемкость, кредит	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Лабораторные/ Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, Экз./зачет
3	4	144	10	10/20	0	77	экз.

Занятия в интерактивной форме составляют 25 часов от общего объема аудиторных занятий. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 кредитов, 144 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Аттестация раздела (неделя, форма)	Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	КСР			
3 семестр								
1	Возникновение и развитие системных представлений	1-2	1	-			Устный отчет	5
2	Модели и моделирование	3-4	2	4			Отчеты по лабораторным работам	5
3	Системы. Модели систем.	5-6	2	4				5
4	Предмет технологии системного анализа. Этапы прикладного системного анализа.	7	2	4			Устный отчет	5
5	Методология исследования операций. Линейное программирование. Транспортная задача.	8-9	1	6			Отчеты по лабораторным работам	10
6	Целочисленное программирование. Динамическое программирование. Стохастическое программирование. Геометрическое программирование.	10-11	1	6			Устный отчет	10
7	Типовые задачи и модели исследования операций. Программное обеспечение исследования операций.	12	1	6			Отчеты по лабораторным работам	10
Всего:			10	30	-	-	-	50
Зачет, Экзамен								50
Итого за 2 семестр:								100

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Возникновение и развитие системных представлений. Системный подход к решению задач. Возникновение и развитие системных представлений. Роль системных представлений в практической деятельности. Рост системности человеческой практики (механизация, автоматизация, кибернетизация). Системность как всеобщее свойство материи. Анализ и синтез в познании. Системность как всеобщее свойство материи. Свойства любых систем.

Раздел 2. Модели и моделирование. Широкое толкование понятия модели. Моделирование - неотъемлемый этап всякой целенаправленной деятельности. Цель как модель. Познавательные и

прагматические модели. Статические и динамические модели. Способы воплощения моделей. Абстрактные модели и роль языков. Материальные модели и виды подобия. Условия реализации свойств моделей. Соответствие между моделью и действительностью.

Раздел 3. Системы. Модели систем. Проблемная ситуация. Первое определение системы. Модели «черного ящика», состава и структуры. Структурная схема системы как объединение этих моделей. Сложности построения модели черного ящика. Сложности построения модели состава. Второе определение системы.

Раздел 4. Предмет технологии системного анализа. Этапы прикладного системного анализа. Проблемная ситуация. Улучшающее вмешательство. Условия успеха системного исследования. Этап первый: фиксация и диагностика проблемы, инициализация исследования. Характерные ошибки на этом этапе. Этап второй: составление списка стэйкхолдеров. Трудности выполнения данного этапа, пути их преодоления. Этап третий и четвертый: выявление проблемного месива и выбор конфигуратора. Трудности и ловушки третьего этапа: нехватка ресурсов, сложность охвата всех стэйкхолдеров. Примеры конфигураторов. Целевыявление и формирование критериев. Выявление истинных целей стэйкхолдеров. Способы, помогающие целевыявлению. О жестких и мягких критериях. О критериях и шкалах. Генерирование альтернатив. Внешние и внутренние факторы, влияющие на генерирование идей (создание комфортных условий для генерирующих альтернативы, коллективность работы по выдвижению идей, ответственность за предлагаемую идею, персональная критика. Процедуры генерирования альтернатив (морфологический анализ, мозговой штурм, синектика, ТРИЗ, метод Делфи). Построение моделей. Эксперименты, обработка данных. Пассивный и активный (лабораторный) эксперименты. Типы отношений. Измерения и измерительные шкалы. Выбор или принятие решений. Факторы, влияющие на характер выбора. Критериальный язык. Многокритериальные задачи (Построение глобального критерия, лексикографическое выделение наилучшей альтернативы, метод задания уровней, условная оптимизация, метод уступок, метод построения паретовского множества). Язык бинарных отношений, граф предпочтений. Язык глобальных функций множества. Парадоксы голосования. Реализация улучшающего вмешательства. Необходимость участия стэйкхолдеров. Необходимость участия первых лиц. Условия успешного внедрения результатов.

Раздел 5. Методология исследования операций. Предмет дисциплины, её цели и задачи. Связь данной дисциплины с другими дисциплинами. История развития и использования методов исследования операций в мировой и отечественной практике. Основные понятия и определения исследования операций. Принципы и средства исследования операций. Модели операций, виды моделей. Однокритериальные и многокритериальные операции. Классификация и краткая характеристика моделей и методов исследования операций. Методика проведения исследований операций. Определение целей исследования операций.

Линейное программирование. Основные понятия и определения линейного программирования (ЛП). Типовые задачи ЛП. Математическая постановка задач ЛП. Геометрическая и экономическая интерпретация. Классификация и характеристика методов ЛП. Основные методы (симплексный метод) и алгоритмы решения задач ЛП. Вырождение. Зацикливание. Параметрическое программирование. Декомпозиция задач ЛП большой размерности. Решение задач ЛП модифицированным симплекс-методом. Методы декомпозиции специальных задач. Декомпозиция на основе агрегирования. Математическая постановка и методы решения двойственных задач ЛП (двойственный симплекс-метод). Экономическая интерпретация.

Транспортная задача. Общая математическая постановка транспортной задачи ЛП с различными критериями оптимальности. Классификация и краткая характеристика методов решения транспортной задачи ЛП. Методы и алгоритмы решения транспортной задачи ЛП. Двойственная задача. Краткая характеристика отечественных и зарубежных пакетов программ и программ решения задач ЛП.

Раздел 6. Целочисленное программирование. Причины возникновения целочисленных задач оптимизации. Общая математическая постановка задач целочисленного и смешанного целочисленного линейного программирования. Классификация и краткая характеристика методов решения задач целочисленного программирования. Методы и алгоритмы отсечения, ветвей и границ. Примеры. Краткая характеристика пакетов программ целочисленного программирования.

Динамическое программирование. Основные понятия и определения динамического программирования. Принцип оптимальности Беллмана. Основное функциональное уравнение Беллмана. Задачи дискретного и непрерывного динамического программирования. Область изменения. Примеры.

Стохастическое программирование. Предмет, постановка задачи и классификация моделей стохастического программирования. Примеры. Одноэтапные задачи стохастического программирования. Двухэтапные и многоэтапные задачи стохастического программирования.

Геометрическое программирование. Основные понятия геометрического программирования. Математическая постановка задач геометрического программирования. Примеры. Прямые и двойственные программы и их свойства. Методы решения задач геометрического программирования. Систематические процедуры, методы аппроксимации, предельного перехода.

Раздел 7. Типовые задачи и модели исследования операций. Задачи распределения и использования ресурсов, управления запасами. Решение задач определения кратчайшего маршрута, максимального потока на сетях. Математические модели в экономике, финансах, бизнесе, социальной сфере.

Программное обеспечение исследования операций. Характеристика, структура, состав и особенности раздела «Оптимизация» зарубежных коммерческих библиотек программ по вычислительной математике NAG C, IMSL C, Java, Fortran и отечественных и зарубежных специализированных пакетов программ ПАОЭМ, БЧА НИВЦ МГУ и др., OSL, Optima Library, HSL 2000, CPLEX и др. для решения задач исследования операций под управлением различных операционных систем WINDOWS 2000/NT, UNIX, LINUX. Организация данных, форматы ввода-вывода современных пакетов программ.

4.3. Содержание практических занятий (10/20 часов)

№ п/п	Тематика практических занятий	(час.)
1	Основные методы (симплексный метод) и алгоритмы решения задач ЛП.	2
2	Математическая постановка и методы решения двойственных задач ЛП (двойственный симплекс-метод).	2
3	Методы и алгоритмы решения транспортной задачи ЛП.	2
4	Двойственная задача. Краткая характеристика отечественных и зарубежных пакетов программ и программ решения задач ЛП.	2
5	Математическая постановка и методы решения задач целочисленного и смешанного целочисленного линейного программирования.	2
6	Методы и алгоритмы отсечения, ветвей и границ. Примеры. Краткая характеристика пакетов программ целочисленного программирования.	2
7	Задачи дискретного и непрерывного динамического программирования. Область изменения. Примеры.	2
8	Задачи стохастического программирования.	4
9	Методы решения задач геометрического программирования.	4
10	Задачи распределения и использования ресурсов, управления запасами. Решение задач определения кратчайшего маршрута, максимального потока на сетях.	4
11	Особенности применения программного обеспечения для решения задач исследования операций.	4
		30

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности магистрантов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	ЛК	Семинар	ЛБ	СРС
Дискуссия	х	х		
IT-методы	х		х	х
Командная работа		х	х	х
Разбор кейсов		х		
Опережающая СРС	х	х	х	х
Индивидуальное обучение			х	х
Проблемное обучение		х	х	х
Обучение на основе опыта		х	х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- Волкова В.А., Денисов А.А. Теория систем и системный анализ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2014 – 616 с.

б) дополнительная литература:

- Вентцель Е.С. Исследование операций: Задачи, принципы, методология.– М.: Высшая школа, 2001 – 208 с.
- Таха Х. Введение в исследование операций. В 2-х кн.– М.: Мир, 2085 – 496 с.
- Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: идеи. Методы. Примеры.– 2-е изд., испр.– М.: Наука : Физматлит, 2001. – 320с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- <http://ibooks.ru/>
- <http://e.lanbook.com/>
- <http://www.biblio-online.ru/home;jsessionid=2e1f56dad5e63541356653818b3d?0>
- <http://kuperbook.biblioclub.ru/>
- <http://www.studentlibrary.ru/>
- http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK

7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Самостоятельная работа студентов составляет 53,47% от общего объема занятий, предусмотренных рабочим учебным планом направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» – 77 часа.

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках лекционных и практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки домашних заданий и конспекта текущей лекции.

Аттестация раздела проводится в виде контрольной работы. Максимальный балл за каждый раздел установлен п.4. настоящей рабочей программы.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Мультимедийная аудитория (Л-318). Компьютерный класс, оснащенный компьютерами с выходом в Интернет, а также принтером, сканером, ксероксом:

- Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) - 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) - 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.
- Ноутбук Samsung (2008)
- Проектор ASER X1260 (2008)

9. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», ОС ВО НИЯУ МИФИ протокол № 13/06 от 07.11.201 г.

Автор: _____ доцент, к.т.н., Мякушко Валерий Васильевич

Рецензент _____

Программа одобрена на заседании кафедры АИВС 29 июня 2021 г., протокол № _____