

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ



О. И. Родькин

26 декабря 2024

Регистрационный № УД-1628-24/уч.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для
специальности:

6-05-0611-01 Информационные системы и технологии

Профилизации:

Информационные системы и технологии в экологии;
Информационные системы и технологии в здравоохранении

2024 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 6-05-0611-01-2023 от 10.08.2023 и учебных планов учреждения высшего образования по специальности 6-05-0611-01 Информационные системы и технологии для профилизаций Информационные системы и технологии в экологии Рег.№159-23/уч. от 07.04.2023 и Информационные системы и технологии в здравоохранении Рег.№160-23/уч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.В. Смирнова, доцент кафедры информационных технологий в экологии и медицине Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.К. Шешолко, доцент кафедры управления информационными ресурсами Академии управления при Президенте Республики Беларусь, кандидат физико-математических наук, доцент;

Н.В. Пушкарев, доцент кафедры ядерных и медицинских технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 29.11.2024)

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 26.12.2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения дисциплины «Исследование операций» обусловлена необходимостью интенсификации взаимодействия фундаментальных исследований в области математики и информационных технологий с практикой. Изучение дисциплины важно для фундаментальной подготовки специалиста по специальности «инженер-программист».

Цель дисциплины – изучение математического аппарата и методов решения экстремальных задач, возникающих в практической деятельности, подготовка специалистов, владеющих систематизированными знаниями и обладающих необходимыми навыками по методам оптимизации; анализ проблем в предметной области с использованием математических моделей.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать целостную систему знаний о задачах, моделях, методах исследования операций;
- выработать навыки применения методов оптимизации и алгоритмов решения прикладных задач и подготовить студентов к их внедрению;
- изучить методы математического программирования;
- освоить методы сетевого планирования и управления;
- приобрести знания по методам принятия решений в условиях неопределенности;
- изучить методы принятия решений в конфликтной ситуации с применением теории игр.

В результате изучения учебной дисциплины «Исследование операций» формируются следующие **компетенции**: Применять математический аппарат для моделирования и анализа задач исследования операций в своей профессиональной деятельности (СК-8).

В результате усвоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- типы задач исследования операций, их особенности;
- методы, основанные на сборе, анализе и интерпретации научных данных;
- методологию формализации и численного решения задач линейного, целочисленного, нелинейного, динамического программирования;
- принципы принятия оптимальных решений;

уметь:

- строить математические модели задач исследования операций;
-
- использовать пакеты прикладных программ для решения задач исследования операций;
- выбирать и реализовывать наиболее рациональный метод решения;

- использовать численные результаты моделирования для принятия решений в соответствующих предметных областях;
- решать управленческие задачи методом исследования операций;

владеть:

- практическими навыками применения математических методов при решении задач управления и принятия решений в зависимости от характера предметной области и специфики решаемых задач;
- современными методами оптимизации при решении актуальных проблемных задач, связанных с экологией.

Дисциплина «Исследование операций» связана с учебными дисциплинами «Математический анализ», «Дискретная математика», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Структура содержания учебной дисциплины

Дисциплина изучается на протяжении одного семестра. Дисциплина включает такие дидактические единицы, как темы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и практические занятия. Примерная тематика практических работ приведена в информационно-методической части.

Учебная программа «Исследование операций» рассчитана на 120 учебных часов, из них 72 ч аудиторных (32 ч – лекции; 40 ч – практические занятия).

Форма получения высшего образования – очная (дневная).

Форма промежуточной аттестации – зачет в IV семестре.

В процессе изучения дисциплины предусматривается систематическая самостоятельная работа студентов с литературными источниками. Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам дисциплины.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в предмет. Методология исследования. Модели задач. Общая задача линейного программирования

Основные принципы исследования операций. Этапы исследования операций и математические методы. Общая постановка задачи оптимизации, классификация задач оптимизации. Формулировка задачи линейного программирования (ЗЛП). Математическая модель ЗЛП. Правила построения моделей. Формы записи задачи линейного программирования. Базисные решения.

Тема 2. Графический метод решения задачи линейного программирования

Выпуклая многогранная область в R^n . Теорема о существовании оптимального решения задачи ЛП в случае ограниченности целевой функции. Теорема о достижимости оптимального решения задачи ЛП в угловой точке. Особые случаи при решении задачи линейного программирования. Графический метод анализа на чувствительность.

Тема 3. Симплекс-метод решения задачи ЛП

Преобразование Жордана–Гаусса. Алгоритм прямого симплекс-метода. Условие оптимальности. Геометрическая интерпретация симплекс-алгоритма. Единственность решения. Вырожденность в задачах линейного программирования.

Тема 4. Метод искусственного базиса. Двухфазный симплекс-метод

Методы отыскания начального базисного решения. Метод искусственных переменных. Двухфазный симплекс-метод.

Тема 5. Двойственность в линейном программировании

Пары двойственных задач ЛП, правила их построения. Основная теорема двойственности и ее следствия. Критерий оптимальности. Теорема равновесия. Условия дополняющей нежесткости. Двойственный симплекс-метод.

Тема 6. Задачи целочисленного линейного программирования

Условия целочисленности. Общая идея методов отсечения. Первый и второй алгоритмы Гомори. Метод «ветвей и границ». Гамильтоновы графы. Задаче коммивояжера и методы ее решения.

Тема 7. Транспортная задача

Математическая модель транспортной задачи. Условия разрешимости ТЗ. Методы получения начального решения.

Тема 8. Метод потенциалов решения ТЗ

Метод потенциалов получения оптимального решения. Связь с теорией двойственности. Методы решения ТЗ с ограничениями.

Тема 9. Задача динамического программирования

Принцип оптимальности Беллмана. Рекуррентная природа вычислений в задачах динамического программирования. Задача управления запасами. Задача замены оборудования.

Тема 10. Задача многокритериальной оптимизации

Формулировка задачи многокритериальной оптимизации. Метод весовых коэффициентов. Метод приоритетов, свертки критериев. Компромиссы Парето.

Тема 11. Сетевые методы. Задачи, представляемые сетевыми моделями

Общая постановка задачи. Основные элементы сетевого планирования и управления. Параметры сетевой модели. Критический путь и критические работы. Задача о кратчайшем пути. Алгоритмы поиска путей минимальной и максимальной длины.

Тема 12. Управление проектами

Создание сетевой модели проекта. Задача о максимальном потоке в сети. Алгоритм Форда-Фалкерсона. Задача о потоке минимальной стоимости.

Тема 13. Игровые модели исследования операций

Классификация игр. Матричные игры. Чистые стратегии. Оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой. Решение матричных игр в смешанных стратегиях.

Тема 14. Матричные игры и ЗЛП

Сведение матричной игры к ЗЛП. Выбор стратегии и принятие решений в условиях определенности и риска. «Игры с природой» и методы их решения.

Тема 15. Нелинейное программирование

Постановка задачи нелинейного программирования. Классические методы оптимизации функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия экстремумов. Метод множителей Лагранжа. Алгоритмы решения задач на безусловный экстремум.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(очная (дневная) форма получения высшего образования)

№ п/п	Название темы	Лекции	Практические занятия	Форма контроля знаний
1	Введение в предмет. Методология исследования. Модели задач. Общая задача линейного программирования	2	2	1
2	Графический метод решения задачи линейного программирования	2	2	1,3,5
3	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	4	2	1,3–5
4	Метод искусственного базиса. Двухфазный симплекс-метод	2	4	1,2,3,5
5	Двойственность в линейном программировании	2	4	1,3–5
6	Задачи целочисленного линейного программирования	2	2	1,3,5
7	Транспортная задача	2	4	1,2–5
8	Метод потенциалов решения транспортной задачи	2	4	1,3,4–5
9	Задача динамического программирования	2	2	1,2,5
10	Задача многокритериальной оптимизации	2	2	1,2,4,5
11	Сетевые методы. Задачи, представляемые сетевыми моделями	2	2	1,2,5
12	Управление проектами	2	4	1,2,5
13	Игровые модели исследования операций	2	2	1,2–5
14	Матричные игры и ЗЛП	2	2	1,2,5
15	Нелинейное программирование	2	2	1,2–5
	Всего	32	40	Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы в преподавании учебной дисциплины

При изучении дисциплины «Исследование операций» используются следующие инновационные подходы и методы:

1. *Эвристический подход*, который предполагает:
 - осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;
 - демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
 - индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.
2. *Практико-ориентированный подход*, который предполагает:
 - освоение содержание образования через решения практических задач;
 - приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
 - ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры.
3. *Метод проектного обучения*, который предполагает:
 - способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества, и предполагающий создание собственного продукта; приобретение навыков для решения исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Васин, А.А. Исследование операций [Текст]: учеб. пособие / А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М.: Изд-й центр «Академия», 2008. -- 464с.
2. Таха, Х. А. Введение в исследование операций. / Х. А. Таха. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2007. – 912 с.

Дополнительная:

3. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов с грифом УМО ВО / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. – 2-е изд. – Москва: Изд-во Юрайт, 2024. – 140 с. – (Высшее образование)
4. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учеб. пособие для вузов с грифом УМО ВО / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во Юрайт, 2024. – 319 с. – (Высшее образование)
5. Токарев, В.В. Методы оптимизации. Задачник: учеб. пособие для вузов с грифом УМО ВО / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. – Москва: Изд-во Юрайт, 2024. – 292 с. – (Высшее образование)
6. Краснопрошин, В.В. Исследование операций: учеб. пособие с грифом МО РБ / В.В. Краснопрошин, Н.А. Лепешинский.– Минск: БГУ, 2013. – 191 с. – (Классическое университетское издание)
7. Волков, И. К. Исследование операций / И. К. Волков, Е. А. Загоруйко. – М.: Изд-во МГТУ. 2020. – 436 с.
8. Горелик В.А. Исследование операций и методы оптимизации: Учебник / В.А. Горелик. - М.: Academia, 2018. - 384 с.
9. Гончаров, В. А. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. – Москва: Изд-во Юрайт, 2023. – 211 с. – (Высшее образование).
10. Соловьев, Н. А. Исследование операций в задачах программной инженерии: уч. пособие / Н. А. Соловьев и др. – С.- Петербург, изд-во Лань, 2019. – 163 с.
11. Булдык Г.М. Лекции по высшей математике. Математическое программирование: уч.-метод. пособие / Г.М. Булдык, М.И. Овсеец – Минск: БИП, 2017. – 83 с
12. Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология: учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Вентцель. – М.: Дрофа, 2006. – 208 с.
13. Карманов, В. Г. Математическое программирование. / В. Г. Карманов – М.: Физматлит. 2001. – 264 с.
14. Конюховский, П. В. Математические методы исследования операций в экономике. / П. В. Конюховский – М.: ЮНИТИ, 2009. – 208 с.

15. Кремер Н. Ш. Исследование операций в экономике, 3-е издание, пер. и доп. Учебник для академического бакалавриата – М.: Юрайт, 2016. – 439 с.
16. Математическое программирование: практикум для вузов / Н. К. Прихач и др. – Минск, БНТУ, 2021. – 156 с.
17. Пиявский, С. А. Новые методы принятия многокритериальных решений в цифровой среде: [монография] / С. А. Пиявский, В. В. Малышев. – Москва: Наука, 2022. – 369 с.
18. Смирнова, Т. В. Исследование операций: уч.-метод. пособие: в 2-х ч. / Т. В. Смирнова. – Минск, 2009. – 146 с.
19. Турин, Т. Л. Методы оптимизации. Нелинейное программирование: методические рекомендации / Т. Л. Сурин, Ж. В. Иванова. – Витебск: ВГУ, 2020. – 49 с.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Исследование операций» предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы, выполнение исследовательских проектов.

Для организации самостоятельной работы следует использовать современные информационные технологии, разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-методические материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации).

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний.

Перечень рекомендуемых средств диагностики результатов учебной деятельности

№п/п	Перечень
1	Выборочный опрос на лекциях
2	Защита практических работ
3	Собеседование по самостоятельной работе студентов
4	Компьютерное тестирование
5	Проведение контрольных работ на потоке
6	Проведение зачета по дисциплине

Примерный перечень тем практических занятий

1. Построение математических моделей задач ИО.
2. Геометрическая интерпретация задач ЛП. Нахождение решения ЗЛП геометрическим способом.
3. Решение ЗЛП симплекс-методом. Связь графического решения и этапов симплекс-преобразований.
4. Метод искусственного базиса. Двухфазный симплекс-метод.
5. Метод «ветвей и границ» для задачи ЦЛП. Задача коммивояжера и способы ее решения. Венгерский алгоритм решения задачи о назначениях.
6. Методы получения опорного решения транспортной задачи.
7. Метод потенциалов.
8. Задача динамического программирования.
9. Задача многокритериальной оптимизация. Нахождение оптимального решения по векторному критерию.
10. Построение и анализ сетевых графиков. Расчет временных характеристик сетевых моделей. Нахождение максимального потока на сетевом графе.
11. Решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
«Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика»	Кафедра ядерных и медицинских технологий	нет	
«Дискретная математика»	Кафедра информационных технологий в экологии и медицине	нет	