

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет математики и информационных технологий
Кафедра прикладной математики и теории систем управления

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

| | |
|--|---|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 09.00.00 Информатика и вычислительная техника |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриата |
| Направление подготовки / Специальность | 09.03.04 Программная инженерия |
| Направленность (профиль) образовательной программы | Программная инженерия |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | Очная |

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Рабочая программа дисциплины **«Исследование операций»** для обучающихся по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (Профиль: Программная инженерия), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

зав. кафедрой прикладной математики
и теории систем управления,
д-р техн. наук, доцент

Д.В. Шевцов

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной математики и теории систем управления.

Протокол от 10.04.2025 г. № 9а

Заведующий кафедрой

Д.В. Шевцов

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
16.04.2025 г.

И. А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 16.04.2025 г. № 3.

Председатель

Л. И. Селякова

Руководитель основной
образовательной программы,
д-р физ.-мат. наук, проф.
16.04.2025 г.

А.С. Гольцев

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по математике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дискретная математика.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Математическое моделирование физических процессов, Учебная практика: ознакомительная практика, Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика, Производственная практика: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---|
| Название образовательной программы (далее – ОП) | 09.03.04 Программная инженерия (Профиль: Программная инженерия) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ОД.5. Исследование операций |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть: выбор вуза |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 3 / 108 |

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная | 2 | 4 | 15 | 30 | - | 63 | 108 | экзамен |
| Очная, всего | | | 15 | 30 | - | 63 | 108 | |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование представлений о роли и месте математики, вычислительной техники и средств программирования в современной цивилизации и в мировой культуре, умений логически мыслить, составлять несложные информационно-математические модели, быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений, воспитание высокой математической и информационно-вычислительной культуры.

Задачи дисциплины:

- изучить соответствующие математические понятия, и приемы методов исследования операций;
- сформировать навыки решения математических задач, используя математические приемы, методы исследования операций;
- развить умение использовать математические методы исследования операций, математическое моделирование в исследовательской и практической деятельности.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-1.7. Владеет способами применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4.3. Результаты обучения

ОПК-1.7.1. Применяет естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-1.7.2. Понимает логику применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-1.7.3. Знает способы применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|--|--|
| Раздел 1. Линейное программирование | |
| Тема 1 | Основные понятия и определения |
| Тема 2 | Постановка задач линейного программирования (ЗЛП). |
| Тема 3 | Свойства планов ЗЛП |
| Тема 4 | Обоснование симплекс-метода. Теорема о возможном улучшении плана ЗЛП |
| Тема 5 | Обоснование симплекс-метода. Теорема об оптимальности плана ЗЛП |
| Тема 6 | Приведение ЗЛП к каноническому виду. |
| Тема 7 | Метод искусственного базиса |
| Тема 8 | Двойственные ЗЛП |
| Тема 9 | Теоремы двойственности в линейном программировании |
| Тема 10 | Целочисленные ЗЛП. Методы отсечений. Первый алгоритм Гомори |
| Раздел 2. Нелинейное программирование. | |

| | |
|--------|---|
| Тема 1 | Задачи нелинейного программирования (ЗНП) без ограничений. Градиентный метод решения ЗНП без ограничений. |
| Тема 2 | Метод Ньютона решения ЗНП без ограничений. |
| Тема 3 | Метод сопряженных направлений для решения ЗНП без ограничений. |
| Тема 4 | ЗНП с линейными ограничениями. Метод линеаризации. |

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|--|------------------|--------|--------|-----|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС | Всего |
| Раздел 1. Линейное программирование. | 11 | 22 | | 47 | 80 |
| 1. Основные понятия и определения | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 2. Постановка задач линейного программирования (ЗЛП). | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 3. Свойства планов ЗЛП | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 4. Обоснование симплекс-метода. Теорема о возможном улучшении плана ЗЛП | 2 | 2 | | 6 | 10 |
| 5. Обоснование симплекс-метода. Теорема об оптимальности плана ЗЛП | 1 | 4 | | 6 | 11 |
| 6. Приведение ЗЛП к каноническому виду. | 1 | 2 | | 6 | 9 |
| 7. Метод искусственного базиса | 1 | 2 | | 5 | 8 |
| 8. Двойственные ЗЛП | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 9. Теоремы двойственности в линейном программировании | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 10. Целочисленные ЗЛП. Методы отсечений. Первый алгоритм Гомори | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| Раздел 2. Нелинейное программирование. | 4 | 8 | | 16 | 28 |
| 1. Задачи нелинейного программирования (ЗНП) без ограничений. Градиентный метод решения ЗНП без ограничений. | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 2. Метод Ньютона решения ЗНП без ограничений. | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 3. Метод сопряженных направлений для решения ЗНП без ограничений. | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| 4. ЗНП с линейными ограничениями. Метод линеаризации. | 1 | 2 | | 4 | 7 |
| ИТОГО ЗА СЕМЕСТР | 15 | 30 | | 63 | 108 |
| ИТОГО ЗА КУРС | 15 | 30 | | 63 | 108 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Доказательство свойства 1 множества планов задачи линейного программирования (ЗЛП).
2. Доказательство свойства 2 множества планов ЗЛП.
3. Доказательство свойства 3 множества планов ЗЛП.

4. Доказательство теоремы о возможном улучшении плана ЗЛП.
5. Доказательство теоремы об оптимальности плана ЗЛП.
6. Метод искусственного базиса.
7. Теорема двойственности.
8. Целочисленное программирование. Первый алгоритм Гомори.

Раздел 2

9. Методы возможных направлений решения задач нелинейного программирования без ограничений.
10. Градиентный метод решения задач нелинейного программирования без ограничений.
11. Метод Ньютона решения задач нелинейного программирования без ограничений.
12. Метод сопряженных направлений. Идея и реализация.
13. Метод линеаризации.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практическим темам:

- линейное программирование (найти оптимальный план задачи);
- целочисленное линейное программирование (найти целочисленный оптимальный план задачи);
- нелинейное программирование (выполнить две итерации градиентным методом; выполнить одну итерацию методом Ньютона; выполнить одну итерацию методом линеаризации; решить задачу методом сопряженных направлений).

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

Экзаменационный билет № _____

1. Целочисленное программирование. Первый алгоритм Гомори.
2. Алгоритм градиентного метода решения задач нелинейного программирования без ограничений.
3. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом, предварительно приведя к каноническому виду:

$$\begin{aligned} & \max(x_1 + 4x_2) \\ & \begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2, \\ -x_1 - 2x_2 \leq -6, \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение

домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 4

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| 1-2 | Организационно-учебная работа в аудитории | 10 |
| | Самостоятельная работа | 30 |
| | Контрольные работы по практике | 30 |
| | Контрольная работа по теоретическому материалу | 30 |
| ИТОГО | | 100 |
| Экзамен | | 100 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

Соответствие баллов оценке

| Количество баллов из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------------|
| | | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет |
| 90-100 | A | отлично | зачтено |
| 80-89 | B | хорошо | зачтено |
| 75-79 | C | | зачтено |
| 70-74 | D | удовлетворительно | зачтено |
| 60-69 | E | | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных,

учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд. 401).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 270 с.
2. Аттетков, А.В. Введение в методы оптимизации / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 272 с.
3. Бродецкий, Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: процедуры оптимизации: Учеб. для студентов учреждений высшего профессионального образования / Г.Л. Бродецкий. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 288 с.
4. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации в 2-х книгах. Кн.2 / Ф.П. Васильев. - М.: МЦНМО, 2011. - 433 с.
5. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации в 2-х книгах. Кн.1 / Ф.П. Васильев. - М.: МЦНМО, 2011. - 619 с.
6. Гончаров, В.А. Методы оптимизации: Учебное пособие для ВУЗов / В.А. Гончаров. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 191 с.

10.2. Дополнительная литература

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. - Москва: Высш. шк., 1986.- 319 с.
2. Капустин В.Ф. Практические занятия по курсу математического программирования. - Ленинград: Изд. Ленинградского университета, 1976.- 192 с.
3. Абрамов Л.Н. Математическое программирование. - Ленинград: Изд. Ленинградского университета, 1976. 184 с.
4. Преображенский А.А. Методические указания к изучению курса «Методы оптимизации». - Донецк: ДонГУ, 1983.- 14 с.
5. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. - Москва: Высш. шк., 1975.-270 с.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. ЭБС Юрайт: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. Электронно-библиотечная система ДонГУ: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронный каталог Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. Электронный архив ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).