

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Методы оптимизации и исследование операций»** для обучающихся по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 808 (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 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры 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 26.03.2024 г. № 8

Заведующий кафедрой



Д.В. Шевцов

СОГЛАСОВАНО:

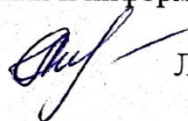
Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.
Протокол от 27.03.2024 г. № 3.

Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
д-р техн. наук, доц.
26.03.2024 г.



Д.В. Шевцов

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, Математический анализ (дополнительные главы), Алгебра и геометрия, Дискретная математика, Дифференциальные уравнения.

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

Курсовая работа по профилю обучения, Прикладные информационные технологии 4-8, Математические модели в информационных технологиях 4-8, Курсовая работа по профилю обучения, Производственная практика (научно-исследовательская работа).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (Профиль подготовки: Фундаментальная информатика и информационные технологии)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.20. Методы оптимизации и исследование операций
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	8 / 288

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	5	34	34	–	76	144	экзамен
Очная	3	6	34	34	–	76	144	экзамен
Очная, всего			68	68	–	152	288	

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование представлений о роли и месте математики в современной цивилизации и в мировой культуре, умений логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений, воспитание высокой математической культуры.

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

4.1. Компетенции

ОПК-1. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

4.2. Индикаторы компетенций

ОПК-1.6. Определяет круг задач в рамках поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

4.3. Результаты обучения

ОПК-1.6.1. Знает оптимальные способы решения поставленных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-1.6.2. Умеет использовать оптимальные способы решения поставленных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

ОПК-1.6.3. Аргументированно выбирает оптимальный способ решения поставленной задачи, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, доводит решение задачи до приемлемого (числового или символического) результата, оценивает и анализирует полученный результат, строит математические модели для решения профессиональных задач.

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	Выпуклое программирование.
Тема 2	Задачи нелинейного программирования (ЗНП) без ограничений. Градиентный метод решения ЗНП без ограничений.
Тема 3	Метод Ньютона решения ЗНП без ограничений.
Тема 4	Метод сопряженных направлений для решения ЗНП без ограничений.
Тема 5	ЗНП с линейными ограничениями. Метод линеаризации.
Тема 6	ЗНП с нелинейными ограничениями. Обзор методов решения.

Раздел Комбинаторные задачи.	3.	
Тема 1		Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана.
Тема 2		Задача о коммивояжере. Метод «ветвей и границ».
Раздел Вариационное исчисление.	4.	
Тема 1		Задача о брахистохроне. Основные понятия и определения вариационного исчисления (ВИ).
Тема 2		Необходимое условие экстремума функционала.
Тема 3		Основные леммы ВИ
Тема 4		Постановка простейшей задачи ВИ. Вывод уравнения Эйлера. Частные случаи уравнения Эйлера.
Тема 5		Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай нескольких независимых переменных.
Тема 6		Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай нескольких зависимых переменных.
Тема 7		Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай производных более высоких порядков.
Тема 8		Обобщения простейшей задачи ВИ. Задача со свободными концами.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Линейное программирование.	28	28		54	110
Основные понятия и определения	2	2		7	11
Постановка задач линейного программирования (ЗЛП).	2	2		7	11
Свойства планов ЗЛП	4	4		3	11
Обоснование симплекс-метода. Теорема о возможном улучшении плана ЗЛП	4	4		3	11
Обоснование симплекс-метода. Теорема об оптимальности плана ЗЛП	2	2		7	11
Приведение ЗЛП к каноническому виду.	2	2		7	11
Метод искусственного базиса	2	2		7	11
Двойственные ЗЛП	2	2		7	11
Теоремы двойственности в линейном программировании	4	4		3	11
Целочисленные ЗЛП. Методы отсечений. Первый алгоритм Гомори	4	4		3	11
Раздел 2. Нелинейное программирование.	6	6		22	34
Выпуклое программирование.	2	2		7	11
Задачи нелинейного программирования (ЗНП) без ограничений. Градиентный метод решения ЗНП без ограничений.	2	2		7	11
Метод Ньютона решения ЗНП без ограничений.	2	2		8	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	–	76	144

6.2. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 2. Нелинейное программирование.	8	8		17	33
Метод сопряженных направлений для решения ЗНП без ограничений.	4	4		3	11
ЗНП с линейными ограничениями. Метод линеаризации.	2	2		7	11
ЗНП с нелинейными ограничениями. Обзор методов решения.	2	2		7	11
Раздел 3. Комбинаторные задачи.	4	4		14	22
Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана.	2	2		7	11
Задача о коммивояжере. Метод «ветвей и границ».	2	2		7	11
Раздел 4. Вариационное исчисление.	22	22		45	89
Задача о брахистохроне. Основные понятия и определения вариационного исчисления (ВИ).	4	4		3	11
Необходимое условие экстремума функционала.	2	2		7	11
Основные леммы ВИ	4	4		3	11
Постановка простейшей задачи ВИ. Вывод уравнения Эйлера. Частные случаи уравнения Эйлера.	4	4		3	11
Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай нескольких независимых переменных.	2	2		7	11
Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай нескольких зависимых переменных.	2	2		7	11
Обобщения простейшей задачи ВИ. Случай производных более высоких порядков.	2	2		7	11
Обобщения простейшей задачи ВИ. Задача со свободными концами.	2	2		8	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	34	34	–	76	144
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	68	68	–	152	288

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

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

- Доказательство свойства 1 множества планов задачи линейного программирования (ЗЛП).
- Доказательство свойства 2 множества планов ЗЛП.
- Доказательство свойства 3 множества планов ЗЛП.
- Доказательство теоремы о возможном улучшении плана ЗЛП.
- Доказательство теоремы об оптимальности плана ЗЛП.
- Метод искусственного базиса.
- Теорема двойственности.
- 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.

Раздел 3

14. Динамическое программирование.

15. Метод ветвей и границ.

Раздел 4

16. Первая лемма вариационного исчисления.

17. Вторая лемма вариационного исчисления.

18. Третья лемма вариационного исчисления.

19. Теорема о необходимом условии экстремума функционала.

20. Простейшая задача вариационного исчисления. Вывод уравнения Эйлера

21. Простейшая задача вариационного исчисления. Частные случаи уравнения Эйлера.

22. Обобщения простейшей задачи: случай нескольких независимых переменных.

23. Обобщения простейшей задачи: случай нескольких зависимых переменных.

24. Обобщения простейшей задачи: случай производных высших порядков.

25. Простейшая задача вариационного исчисления. Задача со свободными концами.

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; проверить точки на оптимальность, используя теорема Куна-Таккера);

– комбинаторные задачи (найти кратчайший путь в графе; решить задачу коммивояжера);

– вариационное исчисление (найти первую вариацию функционала, составить уравнение Эйлера, найти экстремаль функционала).

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 лабораторных занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	20
	Контрольные работы по практике	30
	Контрольная работа по теоретическому материалу	30
ИТОГО		100
Экзамен		100
Общий итог за семестр		100

8.2. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
2-4	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	20
	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	Е		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен проводится в устной форме или выполняется в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 14). Для проведения лабораторных 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 применяются 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.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Андреева, Е.А. Вариационное исчисление и методы оптимизации. / Е.А. Андреева. - М.: Высшая школа, 2016. - 584 с.
2. 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.
3. Аттетков А.В. Введение в методы оптимизации / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 272 с.
4. 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.
5. Васильев, Ф.П. Методы оптимизации в 2-х книгах. Кн.2 / Ф.П. Васильев. - М.: МЦНМО, 2011. - 433 с.
6. Васильев Ф.П. Методы оптимизации в 2-х книгах. Кн.1 / Ф.П. Васильев. - М.: МЦНМО, 2011. - 619 с.
7. Гончаров В.А. Методы оптимизации: Учебное пособие для ВУЗов / В.А. Гончаров. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 191 с.

11.2. Дополнительная литература

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

12. 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:

01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека «**КиберЛенинка**»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система «**Лань**»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. 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).