

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

» 23 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01 Математическое программирование и исследование операций

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 27.03.04 «Управление в технических системах»

(код и наименование направления / специальности)

Направленность (профиль): «Техническая кибернетика и информатика»

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная, очно-заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	очная	очно- заочная	заочная
Семестр(ы)	5	4	7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180	5/180
Контактная работа (час.), в том числе:	74	28	18
лекции (час.)	34	8	4
лабораторные работы (час.)	17	8	4
практические (семинарские) занятия (час.)	17	4	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	70	116	126
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	27	27	27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое программирование и исследование операций» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль подготовки «Техническая кибернетика и информатика») для 2023 года приёма по очной, заочной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Автоматика

и телекоммуникации», к.т.н., доцент

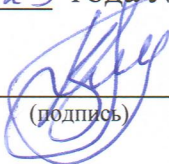

(подпись)

Волуева О.С.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «29» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой


(подпись)

Турупалов В.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах».

Протокол от «29» 03 2023 года № 4

Председатель


(подпись)

Суков С.Ф.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с применением основных принципов и методов поиска оптимальных (наилучших в определенном смысле) решений.

Целью преподавания дисциплины является приобретение бакалаврами теоретических знаний и практических навыков в решении задач линейного программирования, нелинейного программирования и динамического программирования.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен

знать: основные понятия и принципы исследования операций; математические модели операций; прямые и обратные задачи исследования операций; методы линейного программирования; методы нелинейного программирования; методы динамического программирования; методы решения задач транспортного типа.

уметь: применять математические методы исследования операций и инструментальные средства для исследования объектов профессиональной деятельности; строить на основе исследования операций оптимизационные модели объектов профессиональной деятельности; анализировать условия, при которых применимы методы исследования операций; формулировать критерий оптимизации при решении практических задач профессиональной деятельности; решать оптимизационные задачи с ограничениями.

владеть: навыками линейного программирования; навыками нелинейного программирования; навыками динамического программирования; навыками решения задач транспортного типа.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);
- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способен проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления (ПК-6);
- способен участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-7).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при

освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Теория систем и системный анализ», «Численные методы».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Моделирование систем управления», прохождении практик, а также государственной итоговой аттестации – выполнении и защиты выпускной квалификационной работы.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / очно-заочная / заочная форма)				
		Всего/	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СРС
1	Предмет и задачи исследования операций (ИСО).	5/3/2	4/0/0	0/0/0	0/0/0	1/3/2
2	Линейное программирование	34/29/30	8/2/2	9/2/2	5/0/2	12/25/24
3	Динамическое программирование.	26/29/30	6/2/2	4/2/2	4/0/2	12/25/24
4	Нелинейное программирование.	24/29/28	8/2/2	0/0/	4/2/2	12/25/24
5	Неориентированные графы. Отказоустойчивые сети.	28/27/27	8/2/2	4/0/2	4/0/0	12/25/23
Индивидуальное задание		0/0/0				0/0/0
Курсовая работа		27/27/27				27/27/27
Итого по видам занятий		144/144/144	34/8/8	17/4/6	17/2/6	76/130/124
Контроль		36/36/36				
ИТОГО		180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК -1	Темы 1, 2, 3,4, 5
УК -2	Темы 1, 2, 3,4, 5
ПК-6	Темы 1, 2, 3,4, 5
ПК-7	Темы 1, 2, 3,4, 5

3.2 Лекции

Тема 1. Предмет и задачи исследования операций (ИСО).

Содержание темы 1: Основные понятия и принципы ИСО. Математические модели операций. Прямые и обратные задачи ИСО.

Литература к теме 1: [1, 2, 5]

Тема 2. Линейное программирование.

Содержание темы 2: Постановка основной задачи линейного программирования (ОЗЛП). Геометрическая интерпретация ЗЛП, графический метод решения. Решение ЗЛП симплекс-методом. Симплекс метод с искусственным базисом. Двойственность в линейном программировании.

Литература к теме 2: [1, 4, 5]

Тема 3. Динамическое программирование.

Содержание темы 3: Задача динамического программирования в общем виде. Принцип оптимальности. Примеры решения задач: задача о наборе высоты и скорости самолетом, задача поиска кратчайшего пути в графе.

Литература к теме 3: [2, 4, 5]

Тема 4. Нелинейное программирование.

Содержание темы 4: Геометрическая интерпретация нелинейного программирования. Градиентные методы. Метод Ньютона. Метод сопряженных направлений. Метод линеаризации.

Литература к теме 4: [1, 3, 4, 5]

Тема 5. Неориентированные графы. Отказоустойчивые сети.

Содержание темы 5: Основные понятия и определения теории неориентированных графов. Способы задания неориентированных графов. Операции над графами. Понятие пути, прогулки, Гамильтонова пути и Эйлера контура. Метрика графа. Лемма рукопожатий. Изоморфные графы. К – однородные графы. Постановка задачи построения отказоустойчивых сетей. Свойства отказоустойчивых графов. Группа автоморфизмов графа. Минимальное расширение цикла. Простой произвольный граф. 1 - отказоустойчивые решетки. 2 – отказоустойчивое вложение цикла.

Литература к теме 5: [1, 5]

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная	Литература
1	Формы задач линейного программирования.	2/0/0	[1, 3, 6]
2	Решение задачи линейного программирования графическим методом	2/1/1	[1, 3, 6]
3	Решение задачи линейного программирования симплексным методом.	4/1/1	[1, 3, 6]
4	Решение задачи линейного программирования симплексным методом с искусственным базисом.	4/1/0	[1, 3, 6]
5	Решение задачи динамического программирования.	2/1/0	[1, 3, 6]
6	Построение отказоустойчивых сетей на примере произвольного графа	3/0/0	[1, 6]

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная	Литера- тура
ИТОГО:		17/4/2	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная	Литера- тура
1	Решение задачи линейного программирования графическим методом.	4/2/2	[1 , 4 , 5]
2	Решение задачи линейного программирования симплексным методом.	5/2/0	[1 , 4 , 5]
3	Решение задачи динамического программирования.	4/2/2	[2 , 4 , 5]
4	Отказоустойчивые сети.	4/2/0	[1 , 6]
ИТОГО:		17/8/4	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очная/очно.- заочная/заочная
1	Изучение лекционного материала	21/45/50
2	Подготовка к практическим занятиям	11/20/24
3	Подготовка к лабораторным занятиям	11/24/25
4	Выполнение курсовой работы	27/27/27
5	Выполнение индивидуального задания	0/0/0
ИТОГО:		70/116/126

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом в рамках освоения дисциплины предусмотрено выполнение студентами курсовой работы.

Тематика курсовой работы связана с решением задач исследования операций.

Цель курсовой работы – получение практических навыков решения задач математического программирования: линейного, нелинейного и динамического.

Курсовая работа должна содержать постановку задачи линейного программирования, ее решение графическим методом и симплекс-методом с искусственным базисом. Постановку двойственной задачи и ее решение. Постановку задачи нелинейного программирования и ее решение градиентным методом, методом Ньютона, методом сопряженных направлений, методом линеаризации.

Разработка всех разделов работы должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических.

Объем курсовой работы – не более 30 страниц формата А4 (297x210 мм) рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить работу строго

в соответствии с установленными требованиями.

Теоретические сведения для исследования из следующих источников [1, 2, 4, 7].

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Вопросы к экзамену:

1. Элементы выпуклых множеств.
2. Формы задач линейного программирования (ЗЛП).
3. Переход от одной формы задачи линейного программирования к другой.
4. Геометрическая интерпретация ЗЛП.
5. Графический метод решения задач линейного программирования.

6. Типы оптимальных решений задач линейного программирования при решении графическим методом.
7. Свойства решений задач линейного программирования.
8. Идея решения задач линейного программирования симплекс-методом.
9. Переход от одного опорного плана к другому.
10. Критерий оптимальности задачи линейного программирования.
11. Описание симплексной таблицы.
12. Типы оптимальных решений ЗЛП при решении симплекс-методом.
13. Симплекс-метод с искусственным базисом.
14. Двойственность в линейном программировании. Построение двойственных задач.
15. Нахождение оптимального решения двойственной задачи.
16. Постановка задачи динамического программирования (ЗДП).
17. ЗДП. Принцип оптимальности.
18. Задача динамического программирования в общем виде.
19. Неориентированные графы. Порядок, размер графа.
20. Способы задания неориентированных графов.
21. Операции над графами: удаление вершины, удаление ребра, дополнение графа.
22. Понятие пути, прогулки в графе. Метрика графа.
23. Гамильтонов путь в графе. Эйлеров контур.
24. Подграфы: индуцированный, остовный.
25. Лемма рукопожатий.
26. Однородные графы.
27. Изоморфные графы.
28. Постановка задачи построения отказоустойчивых сетей.
29. Порядок автоморфизмов.
30. Основные свойства отказоустойчивых графов.
31. Минимальное расширение цикла на примере 10-вершинного кольца.
32. Общий алгоритм нахождения минимизированного вложения целевого графа в 1-отказоустойчивый.
33. 1 - отказоустойчивые решетки.
34. 2-отказоустойчивое вложение цикла.
35. Методика вложения произвольных гамильтоновых графов.
36. Оптимальная 2-отказоустойчивая реализация решетки 3×3 .

Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки (специальность): 27.03.04 «Управление в технических системах»

Профиль: «Техническая кибернетика и информатика»

Семестр: 6

Учебная дисциплина: Математическое программирование и исследование операций

БИЛЕТ № 1

1. Понятие пути, прогулки в графе. Метрика графа.

2. Для $\max (C, X) = (-7; 3)$, где вектор C – вектор коэффициентов целевой функции; $A(7;0)$, $B(0;5)$, $D(0;10)$, $E(4;0)$ – координаты крайних точек множества планов ОДЗ; x_1, x_2 – имена переменных ЗЛП, $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$.

Необходимо:

2.1 Поставить ЗЛП.

2.2 Решить поставленную задачу графическим методом.

2.3 Решить поставленную задачу симплекс методом с искусственным базисом.

3.4 Поставить двойственную задачу для исходной ЗЛП и найти ее оптимальное решение.

Утверждено на заседании кафедры автоматики и телекоммуникаций,
протокол № ____ от _____.20____ г.

Заведующий кафедрой _____ Турупалов В.В.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Математическое программирование и исследование операций» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной, очно-заочной и заочной форм обучения осуществляется по результатам лабораторных.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта и других заданий, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	8	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	40	Из расчёта 4 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное
Для студентов очно - заочной /заочной форм обучения		
Отчёт по лабораторной работе	20	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ по-

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
		лученного результата
	17	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	40	Из расчёта 2 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
ИТОГО:	40	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя один теоретический вопрос и практическое задание. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки.

В случае, если ответ на теоретический вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 10. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

В случае, если задача практической части экзаменационного билета не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При отсутствии правильного решения задачи студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Теоретический вопрос	20
	Практическое задание:	
	2.1	10
	2.2	10
	2.3	10
	2.4	10
ИТОГО:		60

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Отказоустойчивые сети»:

1. Необходимые и достаточные условия построения отказоустойчивых сетей.

2. Свойства отказоустойчивых сетей.

3. Критерии выбора вставки избыточной вершины.

3. Определение автоморфизма при отказе вершины или ребра.

4. Лемма рукопожатий, расчет избыточности отказоустойчивого графа.

5. Гамильтонов путь, контур в графе.

6 К – регулярные однородные графы.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

4.5 Курсовое проектирование

При оценивании результатов курсовой работы руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Линейное программирование	40
2	Нелинейное программирование.	40
3	Динамическое программирование	20
ИТОГО		100

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

– правильная постановка задачи линейного программирования, правильное определение оптимального плана задачи линейного программирования градиентным методом поиска и симплекс-методом, правильно поставленная и решенная двойственная задача; правильно поставленная задача нелинейного программирования, правильное определение оптимального плана градиентным методом, методом Ньютона, методом сопряженных направлений и методом линеаризации; правильное решение задачи динамического программирования, четкая и точная фор-

мулировка результатов курсовой работы – максимально возможное количество баллов;

– правильная постановка задачи оптимизации и условий по ограничениям с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по формализации модели, к выбору математического аппарата, приведенным расчётам и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

– неверная постановка задачи оптимизации, неумение выполнить анализ, формализацию функционала и определения оптимального плана – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсовой работы определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена комиссией из числа преподавателей кафедры по результатам защиты курсовой работы.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Губарь, Ю. В. Введение в математическое программирование : учебное пособие / Ю. В. Губарь. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 225 с. — ISBN 978-5-4497-0872-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101994.html>

2. Окулов, С. М. Динамическое программирование / С. М. Окулов, О. А. Пестов. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 297 с. — ISBN 978-5-00101-683-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/12220.html>

II Дополнительная литература

3. Шапкин, А. С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию : учебное пособие для бакалавров / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. — 8-е изд. — Москва : Дашков и К, 2019. — 432 с. — ISBN 978-5-394-01943-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/85140.html> .

4. Модели оптимизации. Математическое программирование, исследование операций : учебно-методическое пособие / составители Т. А. Бенгина, В. Г. Саркисов, Л. Н. Смирнова. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 156 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90633.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Математическое программирование и исследование операций» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова, О.С. Волуева. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к выполнению практических работ по курсу «Математическое программирование и исследование операций» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова, О.С. Волуева. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

7. Методические указания к выполнению курсовой работы по курсу «Математическое программирование и исследование операций» : для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова, О.С. Волуева. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

8. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Математическое программирование и исследование операций»: для студентов направления подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» (профиль подготовки «Управление и информатика в технических системах») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматики и телекоммуникаций ; сост. Н. В. Жукова. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (Доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия

Учебная аудитория № 8.415, учебный корпус 8, для проведения лекционных и лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P4-1.7 Ghz); проектор мультимедийный EPSON EMP-X5; экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; switch TP- Link; Patchpanel; wi-fi точка доступа. Специа-

лизированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

7.2 Лабораторные занятия

Учебная аудитория № 8.608, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iC DualCore 1.6 Ghz; iPE2140-1.6Ghz; iC DualCore 1.6 Ghz); экран проекционный Sopar 180*180. Лабораторное оборудование: генератор ГЗ-102; генератор Гб-28; частотомер электронносчетный ЧЗ-33; источник питания пост. тока Б5-46; осциллограф универсальный С1-79; стойка приборная ДК 7067; микроскоп МБС-9; мультиметр В 1025; анализатор спектра НР 8753С; анализатор спектра НР 8569В; многофункциональный синтезатор НР 8904А; частотомер НР 5372А; генератор сигналов НР8656В4; стабилизатор ТЭС-15; генератор Гб-28; частотомер универсальный цифровой ЧЗ34; измеритель индукционный емкостной высокочастотный Е12-1; прибор для исследования АЧХ Х1-50; стабилизированный выпрямитель ТВ-1; микролаб КР580ИК80. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия)).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3, 8 (аудитория №8.001) (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).