

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Факультет физико-технический
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

проректор

Машаров

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ»

Укрупненная группа направлений подготовки	10.00.00 Информационная безопасность
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	10.03.01 Информационная безопасность
Профиль подготовки	Безопасность автоматизированных систем
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Моделирование и системы принятия решений**» для обучающихся по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность (Профиль: Безопасность автоматизированных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 17 ноября 2020 г. № 1427 (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.

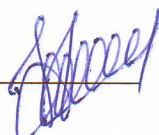
Разработчик:

Доцент
кафедры радиопизики
и инфокоммуникационных технологий

 О.Г. Шелехова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиопизики и инфокоммуникационных технологий
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой

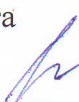
 В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана физико-технического факультета
28.03.2024 г.

 С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2
Председатель

 В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы
д-р тех. наук, проф.
26.03.2024 г.

 В.В. Данилов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины программы бакалавриата: Математика, Основы информатики, Дискретная математика, Основы информационных технологий.

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

Защита информации от утечек по техническим каналам.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	10.03.01 Информационная безопасность (Программа бакалавриата: 10.03.01 Информационная безопасность (Профиль: Безопасность автоматизированных систем))
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М3.14. Моделирование и системы принятия решений
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3,5 / 126

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, всего	4	7	30	30	-	66	126	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоить различные подходы к решению практических вычислительных задач профессиональной деятельности и понимать теоретические основы методов вычислений. Сформировать систематические знания, представления, умения и навыки, необходимые для проведения математических расчётов, математического моделирования и последующего анализа результатов при решении профессиональных задач.

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

4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-2 Способен применять информационно-коммуникационные технологии, программные средства системного и прикладного назначения, в том	ОПК 2.2. Умеет разрабатывать модели угроз и применять системы принятия решений для	ОПК-2.2.1. Знает порядок работ разработки модели угроз с использованием системы принятия решений на объекте информатизации. ОПК-2.2.2. Умеет организовать

числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности.	решения задач информационной безопасности.	выполнение работ по вводу в эксплуатацию средств обеспечения информационной безопасности с использованием модели угроз и системы принятия решений.
---	--	--

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Основные принципы и критерии принятия решений	1.1. Принцип системного подхода. 1.2. Системы и моделирование. 1.3. Методология системных исследований. 1.4. Проблема принятия решения. 1.5. Основные этапы операционного исследования и принятия решений. 1.6. Типичные классы задач и их классификация. Основные принципы и критерии принятия решений в задачах исследования операций.
2. Построение математических моделей решение задач линейного программирования	2.1. Постановка и классификация задач линейного программирования. 2.2. Построение математических моделей задач линейного программирования. 2.3. Общая задача линейного программирования. 2.4. Графический метод решения задач линейного программирования. 2.5. Симплексный метод решения задач линейного программирования. 2.6. Двойственные задачи линейного программирования. 2.7. Задачи целочисленного линейного программирования.
3. Дискретные задачи линейного программирования	3.1. Классические задачи целочисленной оптимизации. 3.2. Методы решения. 3.3. Метод отсечения. 3.4. Алгоритм Гомори. 3.5. Задача о коммивояжере. 3.6. Метод ветвей и границ. 3.7. Алгоритмы ближайшего соседа и Литтла.
4. Анализ экстремальных задач	4.1. Содержательные и формализованные постановки задач оптимизации. 4.2. Критерии качества и ограничения. 4.3. Классификация задач оптимизации по виду целевой функции, критерию и типу ограничений. 4.4. Задачи математического программирования и управления. 4.5. Необходимые и достаточные условия существования экстремума функций без ограничений (скалярный и векторный случаи). 4.6. Необходимые и достаточные условия существования условного экстремума в задачах с ограничениями. 4.7. Теорема Сильвестра. 4.8. Квадратичные формы. 4.9. Функция Лагранжа. 4.10. Условия оптимальности в терминах седловых точек функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера.
5. Методы	5.1. Математическая постановка задачи.

минимизации функций одной переменной	<p>5.2. Унимодальность и основные свойства унимодальных функций.</p> <p>5.3. Глобальная и асимптотическая сходимость.</p> <p>5.4. Методы исключения интервалов: равномерного поиска, дихотомии, Фибоначчи, золотого сечения, метод ломанных.</p> <p>5.5. Полиномиальная аппроксимация и методы точечного оценивания.</p> <p>5.6. Методы оптимизации с использованием производных.</p> <p>5.7. Сравнительные оценки методов.</p> <p>5.8. Метод градиента.</p> <p>5.9. Метод Коши (наискорейшего спуска или крутого восхождения).</p> <p>5.10. Метод «сопряженных градиентов».</p> <p>5.11. Метод Ньютона (метод вторых производных)</p>
6. Методы поиска экстремума функций многих переменных	<p>6.1. Методы покоординатного спуска, метод Хука-Дживса, метод сопряженных направлений Пауэлла.</p> <p>6.2. Градиентные методы: метод Коши (наискорейшего спуска или крутого восхождения), метод «сопряженных градиентов», метод Ньютона (метод вторых производных) метод Флетчера-Ривза.</p> <p>6.3. Алгоритмы с самонастройкой параметра длины рабочего шага.</p> <p>6.4. Проблемы вычисления элементов матрицы Гессе.</p> <p>6.5. Квазиньютоновские методы, методы с переменной метрикой.</p> <p>6.6. Алгоритмы Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Поллака-Рибьера, Бroyдена-Флетчера-Шенно.</p> <p>6.7. Сравнение методов и результатов вычислительных экспериментов.</p>
7. Нелинейное программирование	<p>7.1. Общая задача нелинейного программирования (НЛП).</p> <p>7.2. Задачи безусловной оптимизации.</p> <p>7.3. Задачи на условный экстремум</p> <p>7.4. Методы условной оптимизации.</p> <p>7.5. Метод неопределенных множителей Лагранжа.</p> <p>7.6. Выпуклое программирование.</p> <p>7.7. Теорема Куна-Таккера.</p> <p>7.8. Метод допустимых направлений Зойтендака.</p> <p>7.9. Сепарабельное программирование.</p> <p>7.10. Метод отсекающих плоскостей, метод линейных комбинаций.</p> <p>7.11. Квадратичное программирование (КП).</p> <p>7.12. Условие Куна-Таккера для задачи КП.</p> <p>7.13. Дробно-линейное программирование.</p> <p>7.14. Дискретное динамическое программирование</p>
8. Вариационное исчисление	<p>8.1. Функционалы.</p> <p>8.2. Основные понятия.</p> <p>8.3. Вариационные задачи с закрепленными концами, уравнения Эйлера, уравнения Эйлера Пуассона.</p> <p>8.4. Прямые методы решения вариационных задач.</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Основные принципы и критерии принятия решений	4	4	-	8	16
2. Построение математических моделей решение задач линейного программирования	3	3	-	9	15
3. Дискретные задачи линейного программирования	4	4	-	8	16
4. Анализ экстремальных задач	3	3	-	9	15
5. Методы минимизации функций одной переменной	4	4	-	8	16
6. Методы поиска экстремума функций многих переменных	4	4	-	8	16
7. Нелинейное программирование	4	4	-	8	16
8. Вариационное исчисление	4	4	-	8	16
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	30	30	-	66	126

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Общая схема построения математических моделей задач линейного программирования
2. Формы моделей задач линейного программирования (ЗЛП)
3. Переход от произвольной формы ЗЛП к канонической форме
4. Переход от канонической формы ЗЛП к симметричной форме
5. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования
6. Свойства решений задачи линейного программирования.
7. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными
8. Графическое решение ЗЛП, записанных в канонической форме при условии, что $n-m=2$
9. Симплекс-метод решения задач линейного программирования
10. . Симплекс-метод решения приведенной задачи линейного программирования
11. . Альтернативный оптимум
12. . Прямая и двойственная задачи
13. Правила составления двойственных задач. Основные теоремы двойственности.
14. Геометрическая интерпретация двойственных задач
15. Общая постановка транспортной задачи. Свойства транспортной задачи. Нахождение первоначального опорного решения.
16. Метод потенциалов.
17. . Постановка задачи о назначениях
18. Венгерский алгоритм
19. Постановка задачи целочисленного программирования и методы решения.
20. Графическое решение задачи целочисленного линейного программирования
21. Метод отсечения. Метод Гомори.
22. В чем заключается идея работы оптимизационных алгоритмов интервальной оценки: дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи и др.?
23. Почему методы полиномиальной аппроксимации являются более эффективными по сравнению с методами интервальной оценки?
24. На каком предположении основан метод квадратичной аппроксимации?

25. Какого типа должны быть целевая функция и аппроксимирующий полином в алгоритме Пауэлла?
26. Пояснить графически схему работы алгоритма Пауэлла.
27. В чем заключается сущность работы метода оптимизации на основе кубичной аппроксимации целевой функции?
28. Какие требования предъявляются к целевой функции в методах с использованием производных (методы точечного оценивания)?
29. Каким образом определяется параметр длины рабочего шага в методе Коши?
30. Почему метод Ньютона неэффективен при оптимизации «овражных» целевых функций?
31. Пояснить графически схему работы метода средней точки (поиск Больцано).
32. Привести сравнение эффективности одномерных методов оптимизации.
33. Являются ли методы интервальной оценки в целом более эффективными, чем методы точечного оценивания? Почему?
34. В чем заключается суть работы симплекс-метода?
35. Пояснить принцип исследующего поиска и поиска по образцу в методе Хука-Дживса.
36. В чем заключается идея метода сопряженных направлений Пауэлла? Какие направления называются сопряженными?
37. Пояснить свойство параллельного подпространства, привести геометрическую интерпретацию.
38. Назвать необходимое условие существования экстремума при использовании градиентных методов многомерной оптимизации.
39. Какой тип сходимости в методе Коши?
40. Чем отличается метод Ньютона от модифицированного метода Ньютона?
41. Каким образом можно сравнивать многомерные методы безусловной оптимизации?
42. Какие задачи оптимизации относятся к классу ЗЛП?
43. Назовите этапы разработки модели линейного программирования.
44. Приведите запись задачи линейного программирования в общем виде.
45. Приведите запись стандартной формы ЗЛП. ЗЛП со смешанными ограничениями.
46. Каким образом ЗЛП можно представить в стандартной форме?
47. . Что является допустимым решением (планом) ЗЛП?
48. Какое решение (план) ЗЛП называется оптимальным?
49. Что является допустимой областью решений ЗЛП?
50. Какая ЗЛП называется противоречивой?
51. Каким образом перейти от задачи поиска максимума к задаче минимизации ЗЛП?
52. В каком случае существует множество оптимальных решений ЗЛП?
53. Что такое неограниченный оптимум ЗЛП. Привести примеры.
54. Каким образом построить на графике область допустимых решений ЗЛП?
55. В чем состоит суть графического метода решения задач линейного программирования?
56. Где расположено оптимальное решение на допустимой области решений ЗЛП?
57. Сформулируйте основную теорему, лежащую в основе симплекс-метода (СМ) решений ЗЛП.
58. Какие переменные в ЗЛП являются зависимыми (базисными) и какие независимыми (небазисными)?
59. Приведите понятие базисного и допустимого базисного решения ЗЛП.
60. В каком случае допустимое базисное решение ЗЛП называется вырожденным (вырожденной угловой точкой), а соответствующая задача называется вырожденной?
61. В чем заключается суть алгоритма симплекс-метода?

62. Как с помощью симплекс-таблицы определить, что оптимального решения ЗЛП не существует?

63. Как с помощью симплекс-таблицы определить, что решение ЗЛП является оптимальным?

64. В чем различие между симплекс-методом и методом полного перебора допустимых вершин в области, задаваемой ограничениями?

65. Сформулируйте алгоритм поиска начального базиса в задаче линейного программирования.

66. Сформулируйте двойственную задачу ЛП.

67. В чем заключается основная идея метода множителей Лагранжа?

68. В каком случае функция Лагранжа является выпуклой функцией?

69. Что является седловой точкой функции Лагранжа?

70. Что означают понятия «активное» и «неактивное» ограничение? 50. Что такое внешний штраф? Приведите графическую иллюстрацию.

71. Дайте понятие внутреннего штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.

72. Для учета ограничений какого типа используется квадратичный штраф? Приведите графическую иллюстрацию.

73. Что представляет собой барьерная функция?

74. Какие основные виды барьерных функций применяются в методах штрафных функций?

75. Запишите выражение для штрафа «бесконечный барьер». Приведите графическую иллюстрацию.

76. Запишите выражение для логарифмического штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.

77. Запишите выражение для штрафа типа обратной функции. Приведите графическую иллюстрацию.

78. Запишите выражение для штрафа типа квадрата срезки логарифмического штрафа. Приведите графическую иллюстрацию.

79. В чем особенность общего алгоритма метода штрафных функций?

80. Что такое седловая точка функции Лагранжа?

81. Сформулируйте критерий седловой точки.

82. Сформулируйте необходимое условие оптимальности решения в ЗНП.

83. Сформулируйте достаточное условие оптимальности решения в ЗНП.

84. В чем заключаются свойства двойственной функции Лагранжа?

85. Какие требования должны выполняться при использовании градиентного метода решения двойственной задачи?

86. Приведите пример двойственной функции для ЗЛП.

87. В чем суть градиентного метода решения двойственной по Лагранжу задачи?

88. Какая связь между решением прямой и двойственной задачи в ЛП?

7.2. Темы докладов

1. Установка и настройка веб-серверов (например, Apache, Nginx).
2. Настройка доступа по SSH.
3. Управление сетью (настройка сетевых адаптеров, DHCP, DNS).
4. Управление файловой системой (NTFS разрешения, общий доступ к файлам и папкам).
5. SSL/TLS конфигурация.
6. Настройка DHCP сервера.
7. Установка и настройка почтовых серверов (например, Postfix, Exim).
8. Настройка СУБД (например, MySQL, PostgreSQL).

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

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

ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Донецкий государственный университет

Физико-технический факультет

Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	10.03.01 Информационная безопасность
Профиль подготовки	Безопасность автоматизированных систем
Форма обучения	Очная
Семестр	Седьмой
Дисциплина	Моделирование и система принятия решений

Экзаменационный билет № 1

1. В чем заключается основная идея Графического метода решения ЗЛП с двумя переменными
2. В чем заключается основная идея метода множителей Лагранжа?
3. Как с помощью симплекс-таблицы определить, что решение ЗЛП является оптимальным?

Утверждено на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий, протокол № __ от __.__.202__ г.

Заведующий кафедрой

В.В. Данилов

Экзаменатор

О.Г. Шелеховав

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.).

8.1. Семестр 1

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-8	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	30
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
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. 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 и зачёт проводятся в устной форме или выполняются 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 корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных 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 проведения лабораторных занятий требуется оборудованная персональными компьютерами аудитория.

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.312).

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. Аксенов, К. А. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах: учебное пособие. В 2 ч. Ч. 1 / К. А. Аксенов, Н. В. Гончарова. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 104.
2. Головин О.К., Супрун А.С. Технологии адаптивного планирования в системах поддержки принятия решений. – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 88 с.
3. Финаев В.И. Модели систем принятия решений: Учебное пособие. -Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. – 118 с.
4. Воробьева Е.Е. Теория принятия решений: учебное пособие. Изд. 2-е, перераб. / Е.Е. Воробьева, В.Ю. Емельянов; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2018. – 136 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru : информ.-аналит. портал / ООО Научная электронная библиотека. – Москва : ООО Науч. электрон. б-ка, сор. 2000–2022. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого государственного университета. – Донецк : НБ ДонГУ, 1999– . – URL: <http://catalog.donnu.education> (дата обращения: 01.01.2024). – Текст : электронный;
3. Учебники и другие книги по математике URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm> (дата обращения: 31.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный
4. Интернет-библиотека Виталия Арнольда URL: <http://ilib.mcsme.ru/> (дата обращения: 31.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;

5. Техническая библиотека URL: <http://techlibrary.ru/> (дата обращения: 31.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный;

6. Научные журналы ФГБОУ ВО «ДонГУ» URL: <http://donnu.ru/science/journals> (дата обращения: 31.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

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. Система виртуализации Oracle VirtualBox (свободно распространяемая)
5. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).