

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Райхерт Татьяна Николаевна
Должность: Директор
Дата подписания: 05.03.2023 11:30:07
Уникальный программный ключ:
c914df807d771447164c08ee17f8e2f93dde816b

Министерство просвещения Российской Федерации
Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

Факультет естествознания, математики и информатики
Кафедра информационных технологий



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.04.04. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Уровень высшего образования	Бакалавриат
Направление подготовки	09.03.03 Прикладная информатика
Профиль	Прикладная информатика в управлении IT-проектами
Формы обучения	Очная, заочная

Нижний Тагил
2020

Рабочая программа дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Нижний Тагил: Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2020. – 14 с.

Настоящая программа составлена в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

Автор: кандидат пед. наук, доцент И.В. Беленкова

Рецензент: кандидат пед. наук, зам директора
по учебной работе МАОУ СОШ №61 Л.М. Ставцева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры информационных технологий 9 апреля 2020 г., протокол № 9.
Заведующая кафедрой М. В. Мащенко

Программа рекомендована к печати методической комиссией факультета естествознания, математики и информатики 30 апреля 2020 г., протокол №8.

Председатель МК ФЕМИ Н. З. Касимова

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Ученого совета факультета естествознания, математики и информатики 30 апреля 2020 г., протокол №8.

Декан ФЕМИ Т. В. Жуйкова
Главный специалист ОИР О. В. Левинских

© Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет», 2020.
© Беленкова Ирина Вячеславовна, 2020.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Результаты освоения дисциплины	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Объем дисциплины, виды контактной и самостоятельной работы.....	5
4.2. Тематический план очной формы обучения	6
4.4. Практические занятия очной формы обучения	7
4.5. Практические занятия заочной формы обучения.....	7
4.6. Содержание дисциплины.....	7
5. Образовательные технологии.....	8
6. Учебно-методическое обеспечение	9
6.1. Организация самостоятельной работы студентов.....	9
6.2. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации	10
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение	13
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	14

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов компетенций в области навыков постановки и решения оптимизационных экономических задач методами исследования операций.

Задачи:

1. Сформировать систему основных понятий, используемых для описания важнейших математических моделей и математических методов.
2. Научиться выбирать оптимальные способы решения задач в рамках поставленной цели, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.
3. Приобрести навыки применения моделей и методов математического анализа и моделирования, включая методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.
4. Сформировать умения анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы на основе применения методов системного анализа и математического моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» является частью основных образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 09.03.03 Прикладная информатика. Дисциплина входит в обязательную часть образовательной программы, включена в Блок Б.1 «Дисциплины (модули)» и является составной частью математического модуля. Реализуется кафедрой информационных технологий в 7 семестре.

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» является основой для последующего изучения дисциплин по выбору (части, формируемой участниками образовательных отношений).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих универсальных компетенций:

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	ИУК 2.2. Умеет определять конкретные задачи в рамках поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений ИУК 2.3. Выбирает способы решения задач с учетом этических норм, принятых в обществе
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.
ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические	ОПК-6.1. Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования. ОПК-6.2. Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий. ОПК-6.3. Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- понятия теории исследования операций и методов оптимизации; специфику исследования операций и методов оптимизации в сфере управления IT-проектами прикладной информатики;

- основные положения теории оптимизации, основные алгоритмы условной и безусловной оптимизации функций одной и нескольких переменных;

- основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.

- определения математического анализа, используемые в курсе для постановки задачи оптимизации.

уметь:

- применять и интерпретировать полученные знания в профессиональной деятельности для поиска эффективного решения;

- определять конкретные задачи в рамках поставленной цели и выбирает оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений;

- решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, используя стандартные программы;

- применять методы расчёта экономических и социально-экономических показателей, методы анализа и прогнозирования параметров экономических, финансовых и управленческих процессов, методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.

владеть навыками:

- теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

- проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий;

- работы с современными программными средствами для решения задач исследования операций и методов оптимизации.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины, виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Кол-во часов	
	Очная	Заочная
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	108	108
Контактная работа, в том числе:	38	10
Лекции	12	4
Лабораторные работы	26	6
Самостоятельная работа, в том числе:	70	98
Самоподготовка к текущему контролю знаний	61	94
Подготовка к дифференцированному зачету	9	4

4.2. Тематический план очной формы обучения

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего, часов	Вид контактной работы, час		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Лаб. работы		
1. Понятие об исследовании операций	8	2		6	Опрос
2. Линейное программирование.	24	2	10	12	Опрос, отчет по лаб. работе
3. Введение в теорию игр	16	2	4	10	Опрос, отчет по лаб. работе
4. Введение в динамическое программирование	18	2	4	12	Опрос, отчет по лаб. работе
5. Марковские процессы принятия решений	15	2	4	9	Опрос, отчет по лаб. работе
6. Методы оптимизации	18	2	4	12	Опрос, отчет по лаб. работе
Зачет	9			9	
Итого	108	12	26	70	

4.3. Тематический план заочной формы обучения

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего, часов	Вид контактной работы, час		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Лаб. работы		
1. Понятие об исследовании операций	16			16	Опрос
2. Линейное программирование.	32	2	2	28	Опрос, отчет по лаб. работе
3. Введение в теорию игр	16			16	Опрос
4. Введение в динамическое программирование	12	2	0	10	Опрос, отчет по лаб. работе

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего, часов	Вид контактной работы, час		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Лаб. работы		
5. Марковские процессы принятия решений	12	0	0	12	Опрос
6. Методы оптимизации	16	0	2	14	Опрос, отчет по лаб. работе
Зачет	4			4	
Итого	108	4	6	98	

4.4. Практические занятия очной формы обучения

№ п.п.	Наименование лабораторных работ	Кол-во ауд. часов
1	Поиск экстремумов линейной функции	2
2	Графический метод решения задачи линейного программирования	2
3	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	2
4	Двойственность в линейном программировании	2
5	Анализ на чувствительность задачи линейного программирования	2
6	Специальные задачи линейного программирования	2
7	Графическое решение задач нелинейного программирования для функции двух переменных	2
8	Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций	4
9	Решение задач теории игр графическим методом	2
10	Сведение задач теории игр к задаче линейного программирования	2
11	Динамическое программирование	2
12	Моделирование экономических процессов методом цепей Маркова. Системы массового обслуживания с ожиданием, с отказами.	2
		26

4.5. Практические занятия заочной формы обучения

№ п.п.	Наименование лабораторных работ	Кол-во ауд. часов
1	Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	2
2	Графическое решение задач нелинейного программирования для функции двух переменных	2
3	Моделирование экономических процессов методом цепей Маркова. Системы массового обслуживания с ожиданием, с отказами.	2
		6

4.6. Содержание дисциплины

Тема 1. Понятие об исследовании операций.

Предмет и задачи дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Значение исследования операций в практической деятельности. Оптимизационные задачи в науке и технике. Основные понятия, определения и принципы исследования операций. Критерии эффективности операции. Основные этапы операционного исследования. Математические модели и методы в исследовании операций. Принципы принятия решений в задачах исследования операций: элементы процесса принятия решений в условиях

определенности и неопределенности, принятие решений в условиях риска. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Возможности применения средств информационных технологий для решения задач курса.

Тема 2. Линейное программирование.

Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Геометрический смысл задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Графический метод решения задачи ЛП. Математические модели задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Использование программного обеспечения для решения задач линейного программирования. Транспортная задача как специальная задача линейного программирования. Методы определения плана транспортной задачи: минимального элемента, северо-западного угла, аппроксимации Фогеля. Метод потенциалов для решения транспортной задачи. Задача коммивояжера. Двойственная задача линейного программирования. Принцип двойственности, основная теорема двойственности. Геометрический смысл двойственной задачи ЛП, Примеры двойственных задач. Анализ на чувствительность.

Тема 3. Введение в теорию игр.

Предмет и задачи теории игр. Основные определения и понятия теории игр. Оптимальные стратегии. Чистые цены игр. Игры с нулевой суммой. Методы решения матричных игр. Примеры матричных игр. Сведение задач теории игр к задачам линейного программирования.

Тема 4. Введение в динамическое программирование.

Основные понятия и постановка задачи динамического программирования (ДП): понятия ДП, общая постановка задачи ДП, геометрическая интерпретация задачи ДП. Принцип оптимальности Беллмана. Примеры задач динамического программирования. Постановка задачи распределения ресурсов. Примеры задач и их практическое использование. Распределительные задачи с однородными ресурсами. Распределительные задачи с пропорциональными ресурсами. Задачи об оптимальном назначении.

Тема 5. Марковские процессы принятия решений.

Марковские процессы. Дискретная и непрерывная цепь Маркова. Системы массового обслуживания. Одноканальная СМО. СМО с отказами. СМО с ожиданием. Моделирование управленческих процессов с применением систем массового обслуживания.

Тема 6. Методы оптимизации.

Численные методы решения задач одномерной оптимизации. Классическая минимизация функции одной переменной. Графическая интерпретация задачи нелинейного программирования. Методы с использованием производной: средней точки, хорд, Ньютона, кубической аппроксимации.

Методы безусловной минимизации функций многих переменных. МНК как пример задачи безусловной минимизации. Выпуклые множества и выпуклые функции. Прямые методы безусловной минимизации: – минимизация по правильному симплексу; – метод циклического покоординатного спуска; – алгоритм Хука – Дживса; – методы случайного поиска. Методы безусловной минимизации: – метод градиентного спуска; – метод штрафных функций; – метод сопряженных градиентов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе изучения данной дисциплины особое внимание уделяется не только формированию принципов работы с различными программными средствами, но и анализу и интерпретации полученных результатов. Следует отметить, что особое внимание уделяется обсуждению теоретических вопросов, которые изучаются студентами в рамках самостоятельной работы.

Основными методами, используемыми на практических занятиях, будут: лекция, лекция с использованием презентации, практикум с использованием практико-ориентированных задач, метод проектов.

Лекция представляет собой занятие с применением презентационных материалов, примеров решения задач и возможностей интерактивной доски.

Практикум предполагает решение каждым студентом серии задач по вариантам по каждой изучаемой теме дисциплины.

В качестве **проекта** студентам предлагается разработать материалы по решению задач своего варианта в среде математического пакета и (или) электронной таблицы, создать гипертекстовый документ со ссылками на свои полученные в семестре работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Организация самостоятельной работы студентов

Темы занятий	Количество часов			Содержание самостоятельной работы	Формы контроля СРС
	Всего	Ауди-торн.	Сам. работа		
1. Понятие об исследовании операций	8	2	6	Самостоятельное изучение классов задач исследования операций; знакомство с персоналиями, сделавшими значительный вклад в создание современного математического аппарата исследования операций	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете с оценкой (дополнительные вопросы).
2. Линейное программирование.	24	12	12	Решение задач по вариантам с помощью графического метода, симплекс-метода, метода потенциалов. Метод искусственного базиса Теоремы двойственности. Объективно обусловленные оценки и их смысл	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете с оценкой (дополнительные вопросы).
3. Введение в теорию игр	16	6	10	Решение игр в смешанных стратегиях.	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете с оценкой (дополнительные вопросы).
4. Введение в динамическое программирование	18	6	12	Общая схема применения метода динамического программирования	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете с оценкой (дополнительные вопросы).
5. Марковские процессы принятия решений	15	6	9	Системы массового обслуживания с отказами	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете

Темы занятий	Количество часов			Содержание самостоятельной работы	Формы контроля СРС
	Всего	Ауди-торн.	Сам. работа		
					с оценкой (дополнительные вопросы).
6. Методы оптимизации	18	6	12	Классические методы определения экстремумов Выпуклое программирование	Отчет. Проверка теоретического материала на зачете с оценкой (дополнительные вопросы).
Зачет с оценкой	9	0	9	Проверка глоссария, тестирование	Проверка ЦОР по предмету
Итого	108	38	70		

6.2. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации

Текущий контроль усвоения знаний ведется по итогам представления выполненных самостоятельных заданий и защиты отчетов по лабораторным работам; участия в дискуссиях на лекционных занятиях, проверки составленного глоссария и результатов тестирования.

Текущий контроль учебных достижений студентов может быть проведен с использованием накопительной балльно-рейтинговой системы оценки в соответствии с Положением о НБРС.

Промежуточная аттестация по данной дисциплине проводится в форме зачета с оценкой, на котором теоретические знания студентов проверяются в ходе устного ответа на вопрос (или теста), а практические по итогам выполнения и презентации практического задания.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Предмет и объект исследования операций. Применение исследования операций в различных областях деятельности.
2. Основные понятия исследования операций: операция, решение, критерий эффективности.
3. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.
4. Модель операции. Этапы построения модели экономической задачи.
5. Классификация задач исследования операций. Примеры.
6. Общая постановка задачи исследования операции.
7. Принципы принятия решений в задачах исследования операций.
8. Математическое программирование. Линейное программирование.
9. Общая постановка задачи линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования.
10. Геометрический смысл задачи линейного программирования.
11. Графический метод решения задачи ЛП.
12. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
13. Правила составления симплекс-таблиц.
14. Двойственная задача линейного программирования.
15. Экономическая интерпретация двойственной задачи и ее оптимального плана.
16. Использование информационных технологий при решении задач линейного программирования.
17. Общая постановка задачи нелинейного программирования. Графический метод решения.

18. Дробно-линейное программирование.
19. Метод множителей Лагранжа для решения задач нелинейного программирования.
20. Теория игр. Основные понятия: игра, платеж, стратегия игрока, платежная матрица, цена игры.
21. Решение игры в смешанных стратегиях.
22. Геометрическая интерпретация задачи теории игр.
23. Сведение задач теории игр к задачам линейного программирования.

Примерные практические задания

Тема лабораторного практикума	Примерные задания для самостоятельной работы					
Геометрический метод решения задачи линейного программирования	Найти наибольшее значение функции $F(x) = x_1 + x_2$ при условии $\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 \leq 16 \\ -4x_1 + 2x_2 \leq 8 \\ x_1 + 3x_2 \geq 9 \\ x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \end{cases}$					
Решение транспортной задачи средствами электронной таблицы и математического пакета	Построить математическую модель транспортной задачи и решить ее методом потенциалов:					
	Поставщики и их запасы		Потребители и потребительский спрос			
			B1	B2	B3	B4
	A1	100	2	4	5	3
	A2	400	3	2	5	4
	A3	500	4	3	4	2
	A4	700	4	7	3	2
			500	300	300	600
	Найти оптимальный по стоимости план перевозки груза.					
Симплекс-метод решения задачи линейного программирования	Для производства трех видов изделий А, В и С используется три различных вида сырья. Каждый из видов сырья может быть использован в количестве, соответственно не большем 180, 210 и 244 кг. Нормы затрат каждого из видов сырья на единицу продукции данного вида и цена единицы продукции каждого вида приведены в табл.:					
	Вид сырья		Нормы затрат сырья (кг) на единицу продукции			
			A	B	C	
	I	4	2	1		
	II	3	1	3		
III	1	2	5			
Цена единицы продукции (руб.)	10	14	12			
	Определить план выпуска продукции, при котором обеспечивается ее максимальная стоимость, и оценить каждый из видов сырья, используемых для производства продукции. Оценки, приписываемые каждому из видов сырья, должны быть такими, чтобы оценка всего используемого сырья была минимальной, а суммарная оценка сырья, используемого на производство единицы продукции каждого вида,— не меньше цены единицы продукции данного вида.					
Двойственная задачи линейного программирования	Составить двойственную задачу, к задаче, решенной в предыдущей лабораторной работе. Сделать экономическую интерпретацию двойственной задачи. Найти решение двойственной задачи, используя данные последней симплекс-таблицы решения исходной задачи, с					

	помощью Excel и MathCAD.
Решение задач теории игр	Найти решение игры, заданной матрицей $A = \begin{pmatrix} 7 & 9 & 8 \\ 10 & 6 & 9 \end{pmatrix}$
Решение задач теории игр методом линейного программирования	Найти решение игры, заданной матрицей $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$. Составить двойственную пару задач линейного программирования.
Системы массового обслуживания	АТС имеет 4 линии связи. Поток вызовов простейший с интенсивностью $\lambda=5$ вызовов в минуту. Время переговоров распределено по показательному закону, среднее время составляет $t = 10$ мин. ($\bar{t}_{обс}$). 1. Описать состояния СМО, построить граф состояний. 2. Найти предельные вероятности состояний системы. Найти показатели эффективности работы АТС. 3. Изучить зависимость среднего числа занятых каналов и абсолютной пропускной способности АТС от интенсивности входного потока, зависимости представить в виде таблиц и графиков. 4. Определить, сколько линий должна иметь АТС, чтобы вероятность отказа не превышала 0,01. 5. Содержание каждого канала в единицу времени обходится в 50 тысяч усл. ед. Каждая обслуженная заявка приносит доход в 1,5 усл. Единицы. Определить, приносит ли АТС доход от обслуживания всех заявок?

Критерии оценки практического задания

1. В начале каждого практического занятия – опрос студентов по теме лабораторной работы (теория).
2. На каждой лабораторной работе каждому студенту выдается индивидуальное задание.
3. Задание частично должно быть выполнено на паре. В случае нехватки времени – задание дорабатывается дома самостоятельно (обычно – это написание программы метода и визуализация).
4. Время выполнения задания – 2 недели.
5. Составить отчет по работе. Форма отчета:
 1. Тема.
 2. Цель работы.
 3. Задание.
 4. Ход работы (формулы расчета, графическая визуализация, встроенные функции пакетов, электронных таблиц).
 5. Программирование метода (по заданию).
 6. Графическая визуализация решения.
 7. Проверка решения.
 8. Запись ответа и его анализ.
6. На следующем занятии студент сдает отчет и защищает его.

Критерии оценки практического задания

- результативность (задача должна быть доведена до правильного решения);
- проверка решения встроенными функциями;
- объяснение примененного алгоритмов для решения задачи.

Критерии оценивания зачета с оценкой:

«Отлично» выставляется студентам, успешно сдавшим экзамен и показавшим глубокое знание теоретической части курса, умение проиллюстрировать изложение практическими примерами, правильно и без ошибок выполнивших практическое задание.

«Хорошо» выставляется студентам, сдавшим экзамен с незначительными замечаниями, показавшим глубокое знание теоретического вопроса, умение проиллюстрировать изложение практическими примерами, выполнившим практическое задание в целом верно, допустившим незначительные ошибки, указывающие на наличие несистематичности и пробелов в знаниях.

«Удовлетворительно» выставляется студентам, сдавшим экзамен со значительными замечаниями, показавшим знание основных положений теории при наличии существенных пробелов, испытывающим затруднения при выполнении практической работы.

«Неудовлетворительно» выставляется, если студент показал существенные пробелы в знаниях основных положений теории, не умеет применять теоретические знания на практике, не выполнил практическое задание.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Болотский, А. В. Исследование операций и методы оптимизации : учебное пособие / А. В. Болотский, О. А. Кочеткова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8114-4568-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136175> (дата обращения: 10.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бурда, А.Г. Исследование операций в экономике : учебное пособие / А.Г. Бурда, Г.П. Бурда. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 564 с. — ISBN 978-5-8114-3149-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109616> (дата обращения: 10.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 438 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9922-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/449715> (дата обращения: 10.03.2020).

Дополнительная литература

4. Есипов, Б.А. Методы исследования операций : учебное пособие / Б.А. Есипов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0917-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68467> (дата обращения: 10.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Методы оптимизации. Задачник : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 292 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-10417-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/429999> (дата обращения: 10.03.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст :

электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/454393> (дата обращения: 10.03.2020). Режим доступа: для авториз. пользователей.

Электронные ресурсы

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. — Москва, 2000. — URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.11.2019). — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст: электронный.

2. INTUIT.ru : Учебный курс — Теория игр и исследование операций : сайт. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/676/532/info/>. (дата обращения: 09.11.2019). — Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. — Текст: электронный.

3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : Федеральный портал. — URL: <http://window.edu.ru/window/library>. (дата обращения: 09.11.2019). — Режим доступа: свободный — Текст: электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория 213А: 11 посадочных мест для студентов, рабочее место преподавателя, компьютеры – 12 шт., маркерная доска, проекционное оборудование.

Пакет офисных программ: Office Standard 2016 Russian OLP NL Academic Edition.

Акт предоставления прав № IT021617 от 12.02.2016 г.

Microsoft Visio,

Браузеры Firefox, Google Chrome, Яндекс.Браузер

Математический пакет MathCad

Бесплатное ПО:

7-Zip