

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра педагогического образования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.13 Исследование операций»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

44.03.01 Педагогическое образование

(код и наименование направления подготовки)

Информатика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.13 Исследование операций» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

педагогического образования

наименование кафедры

протокол № 6 от "29" января 2021г.

Декан факультета

О.Н. Григорьева

Исполнители:

должность

подпись

расшифровка подписи

Л.Г. Шабалина

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР

М.А. Зорина

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

44.03.01 Педагогическое образование

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Л.А. Омеляненко

Заведующий библиотекой

личная подпись

расшифровка подписи

Т.А. Лопатина

Уполномоченный по качеству кафедры

личная подпись

расшифровка подписи

И.В. Балан

© Шабалина Л.Г., 2021

© БГТИ(филиал)ОГУ, 2021

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

1. Получение базовых знаний и формирование основных навыков по методам оптимизации и исследования операций для решения прикладных задач.
2. Развитие теоретико–практической базы и формирование уровня математической подготовки, необходимой для понимания основных идей применения оптимизационных методов.

Задачи:

- владеть основными математическими понятиями дисциплины;
- уметь использовать методы оптимизации для решения теоретических и прикладных задач, уметь решать типовые задачи.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.3 Иностранный язык, Б1.Д.Б.12 Основы проектной деятельности, Б1.Д.Б.16 Математика, Б1.Д.Б.25 Дискретная математика и математическая логика, Б1.Д.Б.26 Теория вероятностей и математическая статистика*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1-В-1 Применяет философские основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа, для решения поставленных задач УК-1-В-2 Осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1-В-4 Применяет методы сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач	Знать: – основы теории оптимизации и методов исследования операций, необходимые для решения профессиональных задач; – основные положения теоретического курса, четко представлять его органическую связь с приложениями на практике; Уметь: – применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования; – анализировать и интерпретировать, и находить возможные альтернативные подходы к нахождению решения задач оптимизации; Владеть: – навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач; – методами построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития общественных явлений и процессов (в части компетенций, соответствующих профессиональной деятельности).

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	10,5	10,5
Лекции (Л)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	97,5 +	97,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Методологические основы исследования операций	22	1		1	20
2	Линейное программирование	21,5	0,5		1	20
3	Динамическое программирование	22	1		1	20
4	Нелинейное программирование	20,5	0,5		1	19
5	Игровые модели принятия решений	22	1		2	19
	Итого:	108	4		6	98
	Всего:	108	4		6	98

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Методологические основы исследования операций

Постановка задач и их классификация. Краткая история развития научных дисциплин «Исследование операций» и «Теория принятия решений». Этапы обоснования принятия решений. Особенности математического моделирования операций. Постановка задачи исследования операций в детерминированном случае, в условиях риска и неопределенности. Пример математического моделирования операции.

№ 2 Линейное программирование

Постановка общей задачи линейного программирования. Формы задач линейного программирования, их эквивалентность и способы преобразования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования. Симплексный метод решения задачи линейного программирования. Двойственная задача линейного программирования. Виды двойственных задач. Основные теоремы двойственности. Математическая модель транспортной задачи по критерию стоимости. Нахождение опорного плана транспортной задачи. Оптимизация плана транспортной задачи.

№ 3 Динамическое программирование

Особенности задач дискретного программирования. Метод ветвей и границ. Алгоритм метода ветвей и границ для задачи целочисленного линейного программирования.

№4 Нелинейное программирование

Особенности задач нелинейного программирования. Задача нелинейного программирования с ограничениями-равенствами. Теорема Куна-Таккера.

№5 Игровые модели принятия решений

Общая постановка задачи принятия решений. Классификация задач принятия решений. Основные понятия теории игр. Решение матричных игр в чистых стратегиях. Решение матричных игр в смешанных стратегиях. Геометрическое решение игр. Оптимальные решения при различных вариантах информированности. Задачи принятия решения в условиях риска и неопределенности.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Методологические основы исследования операций	1
2	2	Линейное программирование. Решение транспортной задачи с использованием Microsoft Excel. Решение задач целочисленного программирования с использованием Microsoft Excel.	1
3	3	Динамическое программирование. Решение задачи о распределении средств между предприятиями и об оптимальной замене оборудования	1
4	4	Решение задач нелинейного программирования с использованием Microsoft Excel	1
5	5	Игровые модели принятия решений Решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях с использованием Microsoft Excel	2
		Итого:	6

4.4 Контрольная работа (6 семестр)

Задание 1 Тема Графический метод. При производстве двух видов продукции используется 4 типа ресурсов. Норма расхода ресурсов на производство единицы продукции, общий объем каждого ресурса заданы в таблице

Ресурсы	Норма затрат ресурсов на товары		Общее количество ресурсов
	1-го вида	2-го вида	
1	2	2	12
2	1	2	8
3	4	0	16
4	0	4	12

Прибыль от реализации одной единицы продукции первого вида составляет 2 ден. ед., второго вида – 3 ден. ед.

Задача состоит в формировании производственной программы выпуска продукции, обеспечивающей максимальную прибыль от ее реализации.

Построить экономико-математическую модель задачи, дать необходимые комментарии к ее элементам и получить решение графическим методом. Что произойдет, если решать задачу на минимум и почему?

Задание 2 Тема: «Симплексный метод решения задачи линейного программирования», «Двойные задачи линейного программирования»

Для изготовления трех видов продукции (Π_j ($j = \overline{1, n}$)) используют четыре вида ресурсов (P_1, P_2, P_3, P_4). Запасы ресурсов (b_1, b_2 и b_3, b_4), нормы расхода ресурса i -го ($i = \overline{1, n}$) вида на единицу продукции j -го вида составляет a_{ij} единиц и цена единицы продукции j -го вида равна c_j ден. ед., приведены в таблице.

Ресурсы	Нормы затрат ресурсов на единицу продукции			Запасы
	I вид	II вид	III вид	
Труд	3	6	4	2000
Сырье 1	20	15	20	15000
Сырье 2	10	15	20	7400
Оборудование	0	3	5	1500
Цена	6	10	9	

Требуется:

1) составить экономико-математическую модель задачи (показатель эффективности - прибыль);

2) симплексным методом (с помощью симплексных таблиц) найти план выпуска продукции по видам с учетом имеющихся ограниченных ресурсов, который обеспечивал бы предприятию максимальный доход;

3) дать содержательный ответ, вскрыв экономический смысл всех переменных, участвующих в решении задачи;

4) сформулировать в экономических терминах двойственную задачу и составить ее математическую модель;

5) используя решение исходной задачи и соответствие между двойственными переменными, найти компоненты оптимального плана двойственной задачи - двойственные оценки y_i^* ($i = \overline{1, 3}$);

6) указать наиболее дефицитный и недефицитный (избыточный) ресурсы, если они имеются;

7) с помощью двойственных оценок y_i^* обосновать рациональность оптимального плана, сопоставив оценку затрат израсходованных ресурсов и максимальный доход от реализации готовой продукции по всему оптимальному плану и по каждому виду продукции в отдельности;

8) определить величину Δb_s ресурса P_s , введением которого в производство можно компенсировать убыток и сохранить максимальный доход на прежнем уровне (ресурсы предполагаются взаимно заменяемыми), получаемый при исключении из производства Δb_r ед. ресурса P_r , что вызывает уменьшение максимального дохода на $\Delta_r f_{\max}$ ед.;

9) установить, целесообразно ли выпускать новую продукцию Π_1 , на единицу которой ресурсы P_1, P_2 , и P_3 расходуются в количествах a_{11}, a_{21} и a_{31} ед., а цена единицы готовой продукции составляет p_1 ед.

Задание 3 Решить задачу линейного программирования с использованием М – методом

$$\max z = 2x_1 - 3x_2 + 6x_3 + x_4;$$

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 4x_3 \leq 20, \\ x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 10, \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 + x_4 = 24, \end{cases}$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0.$$

Задание 4 Тема Транспортная задача

На складах хранится мука, которую необходимо завезти в хлебопекарни. Номера складов и номера хлебопекарен выбираются в соответствии с вариантами табл.1 Текущие тарифы перевозки

муки [руб./т], ежемесячные запасы муки [т/мес.] на складах и потребности хлебопекарен в муке [т/мес.] указаны в табл.2.

При этом необходимо учитывать, что из-за ремонтных работ временно нет возможности перевозить муку с некоторых складов в некоторые хлебопекарни. В табл.1 это показано в графе «Запрет перевозки» в формате № склада× № хлебопекарни. Например, «2х3» обозначает, что нельзя перевозить муку со склада №2 в хлебопекарню №3.

Кроме того, необходимо учесть, что некоторые хлебопекарни имеют договоры на гарантированную поставку муки с определенных складов. В табл.1 это показано в графе «Гарантированная поставка» в формате № склада × № хлебопекарни = объем поставки. Например, «1х4=40» обозначает, что между складом №1 и магазином №4 заключен договор на обязательную поставку 40 т муки.

Необходимо организовать поставки наилучшим образом, учитывая, что мука хранится и транспортируется в мешках весом по 50 кг. Данную задачу решить с помощью надстройки «Поиск решения» табличного процессора EXCEL.

Таблица 1 – Номера складов, хлебопекарен, запрещенные и гарантированные поставки

№ Варианта	№ Складов	№ Хлебопекарен	Запрет перевозки	Гарантированная поставка, т/мес.
1	1, 2, 3	1, 2, 3, 4	2х2, 3х4	3х3=50

Таблица 2 – Запасы, потребности и тарифы перевозок

Склады	Хлебопекарни					Запас, т/мес.
	1	2	3	4	5	
1	400	600	800	200	200	80
2	300	100	500	600	500	70
3	500	200	100	600	300	60
4	300	700	200	400	900	55
5	200	500	800	200	400	65
Спрос, т/мес.	77,86	56,78	58,88	62,44	73,92	

Задание 5 Фирма получила заказы на выполнение ремонтных работ на пяти объектах (евро-ремонт пяти квартир). Для выполнения этих заказов фирма располагает шестью бригадами, каждая из этих бригад выполняет один заказ «под ключ». Ниже в таблице приведены оценки времени (в днях), необходимого бригадам для выполнения всех работ и сдачи объектов заказчикам (исходя из состава и квалификации работников бригады).

Время выполнения, чел.-дни	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5
Бригада					
P1	47	60	25	63	68
P2	48	57	33	56	71
P3	45	53	20	62	61
P4	48	60	18	65	74
P5	44	66	21	61	76
P6	42	54	29	55	69

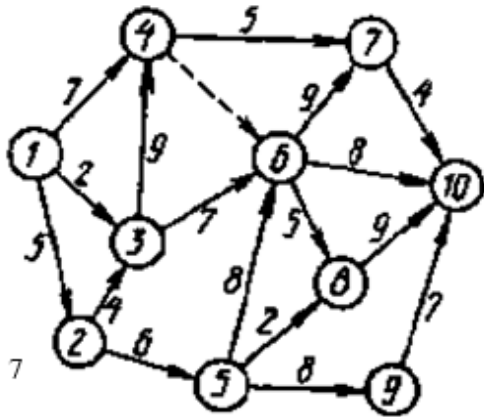
Распределить объекты работ между бригадами, чтобы общее количество человеко-дней, затраченное на выполнение работ на всех пяти объектах, было минимальным.

Данную задачу решить с помощью надстройки «Поиск решения» табличного процессора EXCEL.

Задание 6 Тема: «Программирование на сетях»

Рассчитать непосредственно на сетевом графике комплекса работ ранние и поздние сроки

свершения событий, резервы времени событий, минимальное время выполнения комплекса (критический срок). Выделить на сетевом графике критический путь. Для некритических работ найти полные и свободные резервы времени.



На основе выполненных расчетов установить:

- как повлияет на срок выполнения комплекса увеличение продолжительности работы (m,n) , работы (r,s) ;
- можно ли использовать полный резерв времени работы (e,f) для увеличения продолжительности работы (f,k) и работы (k,l) , не увеличивая время выполнения комплекса;
- изменится ли полный резерв времени работы (p,q) , если время выполнения комплекса возрастет за счет увеличения продолжительности работы (r,s) .

Все необходимые числовые данные приведены в таблице

Номер задачи	Работа					
	(m,n)	(r,s)	(e,f)	(f,k)	(k,l)	(p,q)
31	$(5,8)$	$(8,10)$	$(1,4)$	$(4,7)$	$(7,10)$	$(5,8)$

Задание 7 Тема: «Динамическое программирование»

На данной сети дорог (рис. 1) имеется несколько маршрутов, по которым можно доставлять груз из пункта 1 в пункт 10. Известны стоимости c_{ij} перевозки единицы груза между пунктами сети.

Требуется:

- 1) методом динамического программирования найти за сети наиболее экономный маршрут доставки груза из пункта 1 в пункт 10 и соответствующие ему затраты;
- 2) выписать оптимальные маршруты перевозки груза из всех остальных пунктов сети в пункт 10 и указать отвечающие им минимальные затраты на доставку.

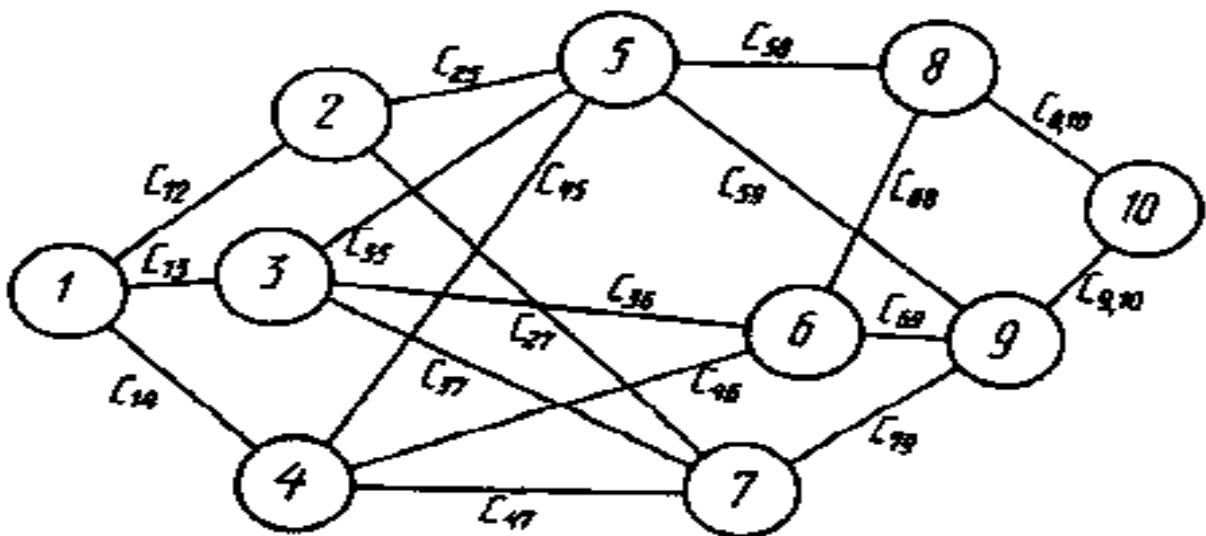


Рисунок. 1

Все необходимые числовые данные приведены в таблице

	Номер задачи									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
C_{12}	7	4	9	1	5	8	3	6	1	4
C_{13}	3	8	2	6	3	1	5	2	9	6
C_{14}	5	4	5	2	8	5	4	6	3	1
C_{25}	2	6	3	5	2	9	1	7	8	3
C_{27}	7	1	7	3	5	2	6	3	7	5
C_{35}	9	9	4	6	8	6	2	9	4	7
C_{36}	3	3	6	8	1	8	7	2	9	3
C_{37}	1	5	8	4	7	4	4	8	3	6
C_{45}	8	4	1	7	5	5	6	5	7	2
C_{46}	4	8	3	2	9	2	8	2	4	5
C_{47}	5	2	5	9	1	6	3	9	8	9
C_{58}	2	7	8	5	3	1	7	4	6	1
C_{59}	6	4	7	3	5	8	2	6	3	8
C_{68}	1	9	1	6	8	3	9	7	1	2
C_{69}	9	6	4	1	4	6	2	4	8	3
C_{79}	4	1	5	4	9	2	8	6	1	5
$C_{8,10}$	3	7	9	6	2	5	1	7	9	3
$C_{9,10}$	8	2	5	1	7	9	3	6	4	8

Задание 8 Тема: «Функции спроса. Задача потребительского выбора.

Уравнение Слуцкого

Для заданной функции полезности $U(x_1; x_2)$ на товары x_1 и x_2 , определить, какой оптимальный набор товаров выберет потребитель при векторе цен $\bar{P} = (P_1; P_2)$ и доходе I . Найти аналитические функции спроса $x_1 = f_1(p_1; p_2, I)$ и $x_2 = f_2(p_1; p_2, I)$. Чему равно максимальное значение функции полезности при заданных I , p_1 и p_2 . (Указание: записать оптимизационную математическую модель и воспользоваться для решения методом множителей Лагранжа.). Используя уравнение Слуцкого, рассчитать $\left(\frac{\partial x_1}{\partial p_1}\right)_{comp}$.

Все необходимые числовые данные приведены в таблице

Номер задачи	$U(x_1; x_2)$	$\bar{P} = (P_1; P_2)$	I
8	$\sqrt[3]{x_1^2 \cdot x_2}$	(4; 5)	600

Задание 9 Тема Элементы теории матричных игр

Рассмотрим антагонистическую игру двух лиц с нулевой суммой – модель конфликтной ситуации с двумя участниками, в которой выигрыш одного равен проигрышу другого. Пусть игрок A располагает m чистыми стратегиями, т.е. возможными действиями: A_1, A_2, \dots, A_m , а игрок B – n чистыми стратегиями: B_1, B_2, \dots, B_n . Чтобы игра была полностью определенной, необходимо указать правило, сопоставляющее каждой паре чистых стратегий A_i и B_j число a_{ij} - выигрыш игрока A за счет игрока B или проигрыш игрока B . При $a_{ij} < 0$ игрок A платит игроку B сумму $|a_{ij}|$. Если известны значения a_{ij}

для каждой пары (A_i, B_j) чистых стратегий, то можно составить матрицу игры – платежную матрицу.

Для игр, заданных следующими платежными матрицами, найти нижнюю и верхнюю чистые цены, максиминную и минимаксную стратегии игроков, установить наличие седловых элементов в платежных матрицах (в последнем случае найти решение игры):

$$\begin{bmatrix} 7 & 9 & 7 & 5 & 6 & 12 \\ 9 & 10 & 6 & 5 & 8 & 9 \\ 8 & -5 & 2 & 3 & 1 & 4 \end{bmatrix}$$

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

– Математические методы и модели исследования операций: учебник [Электронный ресурс]. / ред. В.А. Колемаев. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 592 с.: ил., табл., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-238-01325-1; - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114719>

– Кузнецов, Б.Т. Математика: учебник [Электронный ресурс]. / Б.Т. Кузнецов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юнити-Дана, 2015. - 719 с.: ил., табл., граф. - (Высшее профессиональное образование: Экономика и управление). - Библиогр. в кн. - ISBN 5-238-00754-X; -Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=114717>

– Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций: учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02736-9; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452649>

5.2 Дополнительная литература

– Линейное программирование. Транспортная задача. Дискретная математика. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие [Электронный ресурс]. / В.С. Альпина, Д.Н. Бикмухаметова, Л.В. Веселова и др.; Минобрнауки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань : КНИТУ, 2017. - 84 с.: табл., граф. - ISBN 978-5-7882-2189-2; –Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560802>

– Исследование операций: учебное пособие [Электронный ресурс]. / сост. А.С. Адамчук, С.Р. Амироков, А.М. Кравцов ; Министерство образования и науки Российской Федерации и др. - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 178 с.: ил. - Библиогр. в кн.; - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457348>

– Исследование операций: учебное пособие [Электронный ресурс]. / сост. А.С. Адамчук, С.Р. Амироков, А.М. Кравцов; Минобрнауки РФ - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 178 с.: ил. - Библиогр. в кн.; - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457348>

– Стронгин, Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения: учебник / Р.Г. Стронгин. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 208 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0072-7; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233490>

– Адамчук, А.С. Математические методы и модели исследования операций (краткий курс) : учебное пособие [Электронный ресурс]. / А.С. Адамчук, С.Р. Амироков, А.М. Кравцов; Минобрнауки РФ, ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 163 с.: ил. - Библиогр. в кн.; - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457131>

– Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию: учебное пособие [Электронный ресурс]. /

А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 8-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 432 с. : табл., граф. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-01943-2 ; Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450779>

– Линейное программирование. Транспортная задача. Дискретная математика. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие [Электронный ресурс]. / В.С. Альпина, Д.Н. Бикмухаметова, Л.В. Веселова и др.; Минобрнауки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. - Казань : КНИТУ, 2017. - 84 с.: табл., граф. - ISBN 978-5-7882-2189-2 ; Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560802>

5.3 Периодические издания

– Высшее образование в России: журнал. – Москва : Московский госуд. Университет печати им. И. Федорова, 2019

– Высшее образование сегодня: журнал. – Москва : Логос, 2019

– Экономист: журнал. – Москва : Издательство Экономист, 2019

5.4 Интернет-ресурсы

– <http://www.biblioclub.ru> – ЭБС «Университетская библиотека он-лайн»/ (принадлежность Обществу с ограниченной ответственностью «НексМедиа»).

– <http://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань» (принадлежность (Общество с ограниченной ответственностью «ЭБС ЛАНЬ»))

– <http://znaniyum.com/> – ЭБС научно – издательского центра «ИНФРА-М» (принадлежность Обществу с ограниченной ответственностью «НексМедиа»)

– <http://ruscont.ru/> – ЭБС Руконт (принадлежность ООО Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», ООО «Агентство «Книга-Сервис»).

– Научная электронная библиотека eLIBRARY <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Режим свободного доступа

Ресурс свободного доступа:

– <http://www.vilenin.narod.ru/Books/Books.htm> – Математическая библиотека

– <http://www.exponenta.ru> – «Образовательный математический сайт Exponenta.ru».

– <http://www.matclub.ru> – Лекции, примеры решения задач, интегралы и производные, дифференцирование, ТФКП, Электронные учебники. Типовой расчет из задачника Кузнецова.

<http://www.mathelp.spb.ru> – «Высшая математика» (помощь студентам) – Лекции, электронные учебники, решение контрольных работ.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

– Операционная система Microsoft Windows 7 Academic

– Офисные приложения Microsoft Office 2010 Academic

– Яндекс-браузер. – Режим доступа: <https://yandex.ru/>

– Общероссийский математический портал. – Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/>

– Большая российская энциклопедия. - Режим доступа: <https://bigenc.ru/>

– СПС «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>

– Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/

– Министерство образования Оренбургской области. Режим доступа: <http://www.minobr.orb.ru>

– Федеральный образовательный портал. – Режим доступа – <http://www.edu.ru> – «Российское образование» Федеральный портал. Каталог образовательных интернет ресурсов. Законодательство. Нормативные документы и стандарты // Учебно-методическая библиотека.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Исследование операций»; компьютер; технические средства контроля в программе «Универсальный тестовый комплекс».

Учебная аудитория лекционного типа: стационарный мультимедиапроектор и проекционный экран, переносной ноутбук, кафедра, посадочные места для обучающихся, рабочее место преподавателя, учебная доска

Компьютерный класс, используемый для проведения лабораторных занятий, оборудован: стационарный мультимедиапроектор и проекционный экран, оборудование для организации локальной вычислительной сети, программное обеспечение «Универсальный тестовый комплекс» и программное обеспечение перечисленное в п.5.5 перечни Интернет-ссылок на электронные источники (на которые разрешен доступ из аудитории) для получения дополнительной информации по дисциплине. Помещения для самостоятельной работы: компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ, электронные библиотечные системы.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ, электронные библиотечные системы.