

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

Оренбургского государственного университета

Кафедра педагогического образования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.10.4 Методы оптимальных решений»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

38.03.01 Экономика

(код и наименование направления подготовки)

Финансы и кредит

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

педагогического образования _____

наименование кафедры


протокол № 6 от "07" 02 2019г.

Первый заместитель директора по УР _____



расшифровка подписи

Исполнители: доцент



Шабалина Л.А.

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

38.03.01 Экономика

код направления



личная подпись

расшифровка подписи

Верещагин А.А.

Заведующий библиотекой _____



личная подпись

Лопатина Т.А.

расшифровка подписи

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 финансово–экономических задач.
2. Развитие теоретико–практической базы и формирование уровня математической подготовки, необходимой для понимания основных идей применения оптимизационных методов в экономике и финансах.

Задачи:

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

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.1 Математический анализ, Б.1.Б.10.2 Линейная алгебра*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.12 Макроэкономическое планирование и прогнозирование*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– основные положения теоретического курса, четко представлять его организационную связь с приложениями в экономике;– основы теории оптимизации и методов исследования операций, необходимые для решения финансовых и экономических задач, <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– анализировать и интерпретировать, и находить возможные альтернативные подходы к нахождению решения задач оптимизации;– применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– навыками применения современного математического инструментария для решения экономических задач;– методами построения, анализа и применения математических моделей для оценки состояния, и прогноза развития экономических явлений и процессов (в части компетенций, соответствующих методам теории оптимальных решений).	ОПК-3 способность выбирать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов
	4 семестр
Общая трудоёмкость	144
Контактная работа:	14,5
Лекции (Л)	6
Практические работы (ПЗ)	4
Лабораторные работы (ЛР)	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального задания; - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям.	129,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
I.	Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах	32	1	1	-	30
II.	Финансово-экономические приложения линейного программирования	22	1	-	1	20
III.	Задачи многокритериальной оптимизации	22	1	1	-	20
IV.	Элементы теории игр	24	2	1	1	20
V.	Задачи выпуклого программирования	24	2	1	1	20
VI.	Динамическое программирование	22	1	-	1	20
	Всего:	144	6	4	4	130

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел I Введение. Задачи оптимизации в экономике и финансах.

Общая постановка задачи оптимизации. Задача математического программирования. Примеры задач оптимизации в экономике и финансах. Производственные функции, функции полезности, функции спроса.

Решение финансово-экономических оптимизационных задач при помощи дифференциального исчисления функций одной переменной (задача об оптимизации налогового бремени, задача об оптимизации налогообложения, задача о моменте сделки).

Примеры применения дифференциального исчисления функций нескольких переменных для решения финансово-экономических. Функция полезности, линия безразличия. Критерий оптимального набора товаров. Эластичность функции нескольких переменных.

Раздел II Финансово-экономические приложения линейного программирования.

Двойственные задачи линейного программирования. Экономический смысл двойственной задачи. Примеры двойственных задач линейного программирования с финансово-экономическим содержанием.

Транспортная задача. Метод потенциалов и двойственность. Экономический смысл потенциалов. Постоптимальный анализ.

Открытая и закрытая модели двойственной задачи. Различные типы ограничений в транспортной задаче.

Метод дифференциальных рент решения транспортной задачи. Открытая модель транспортной задачи.

Предпосылки двойственного симплекс-метода. Псевдорешение. Алгоритм решения задач линейного программирования двойственным симплекс-методом.

Постановка задачи целочисленного программирования. Графический метод решения задач целочисленного программирования.

Метод Гомори решения задач целочисленного программирования. Примеры решения экономических задач. Метод ветвей и границ (МВГ) решения задач целочисленного программирования. Решение задачи о коммивояжере МВГ.

Раздел III Задачи многокритериальной оптимизации.

Происхождение и постановка задачи многокритериальной оптимизации. Множество достижимых критериальных векторов. Доминирование и оптимальность по Парето. Эффективные решения и паретова граница.

Основные методы решения многокритериальных задач. Свертка критериев с весовыми коэффициентами. Метод обобщенного критерия.

Методы параметрического программирования и последовательных уступок решения многокритериальных задач.

Раздел IV Элементы теории игр.

Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры. Седловая точка. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Матричная игра как задача линейного программирования.

Принципы максимина и минимакса. Оптимальная стратегия и цена игры. Графическое решение игр вида $2 \times n$ и $m \times 2$. Решения игровых задач методами линейного программирования.

Раздел V Задачи выпуклого программирования.

Постановка задачи выпуклого программирования. Условия регулярности системы ограничений задачи оптимизации (условия Слейтера). Функция Лагранжа.

Теорема Куна-Таккера. Экономический смысл множителей Лагранжа. Связь с седловыми точками функции Лагранжа. Задача квадратичного программирования.

Решение задач финансово-экономических задач выпуклого программирования при помощи теоремы Куна-Таккера. Решение задачи об оптимальном портфеле ценных бумаг.

Приближенные методы решения задач нелинейного программирования. Метод Франка-Вулфа.

Раздел VI Динамическое программирование.

Основные предпосылки метода динамического программирования (ДП). Условия оптимум. Уравнения Беллмана и порядок их решения.

Решение задачи о распределении средств между предприятиями (дискретный и непрерывный случаи).

Решение задач об оптимальной замене оборудования и оптимальном распределении ресурсов методами динамического программирования.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Решение задач линейного программирования (и целочисленного программирования) с использованием Microsoft Excel	1
2	4	Решение матричных игр в чистых и смешанных стратегиях с использованием Microsoft Excel	1
3	5	Нелинейного программирование. Модель фирмы	1
4	6	Динамическое программирование. Решение задачи о распределении средств между предприятиями и об оптимальной замене оборудования	1
	<i>Итого</i>		1

Контрольная работа

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 P_l , на единицу которой ресурсы P_1, P_2 , и P_3 расходуются в количествах a_{1l}, a_{2l} и a_{3l} ед., а цена единицы готовой продукции составляет p_l 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 № складах № 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 по-

ставка» 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 заказчиком (исходя из состава и квалификации работников бригады).

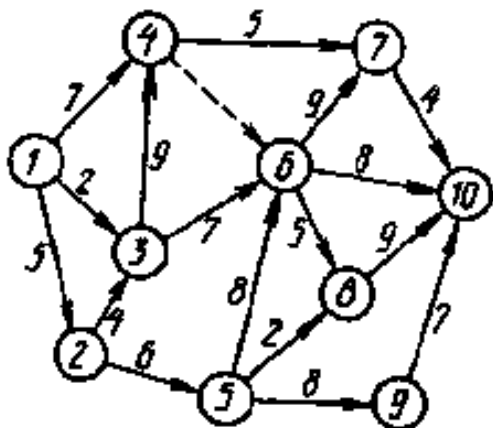
Время выполнения, чел.-дни	Объект 1	Объект 2	Объект 3	Объект 4	Объект 5
Бригада					
P1	47	60	25	63	68
P2	48	57	33	56	71
P3	45	53	20	62	61
P4	48	60	18	65	74
P5	44	66	21	61	76
P6	42	54	29	55	69

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.

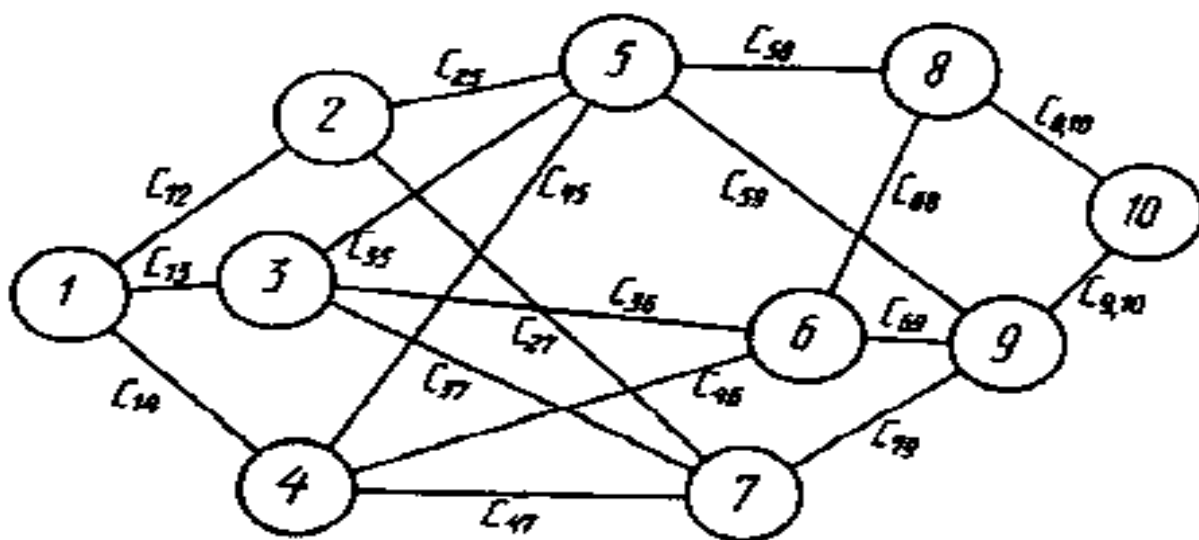


Рисунок. 1

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 $(\frac{\partial x_1}{\partial p_1})_{comp}$.

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>

– 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 ; Минобрнауки РФ - 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>

– 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>

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://rucont.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/
- 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 «Методы оптимальных решений»; компьютер. Учебная аудитория лекционного типа: стационарный мультимедиа-проектор и проекционный экран, переносной ноутбук, кафедра, посадочные места для обучающихся, рабочее место преподавателя, учебная доска

Компьютерный класс, используемый для проведения лабораторных занятий, оборудован: стационарный мультимедиа-проектор и проекционный экран, перечни Интернет-ссылок на электронные источники (на которые разрешен доступ из аудитории) для получения дополнительной

информации по дисциплине. Оборудование для организации локальной вычислительной сети, персональные компьютеры, рабочее место преподавателя и студентов, учебная доска.

Помещения для самостоятельной работы: комплекты ученической мебели, 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: комплекты ученической мебели, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ, электронные библиотечные системы.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.